

Информация, включенная в настоящее издание, содержит сведения, необходимые при установке всех дизельных двигателей промышленного назначения серии 4000, выпущенных Perkins Engines (Stafford) Ltd. Эта публикация заменяет издание «Инструкция по установке» № TL68.

ЦЕЛЬ НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ – ОБЕСПЕЧИТЬ ВЛАДЕЛЬЦА ДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ОБЩЕГО ХАРАКТЕРА ОБ УСТАНОВКЕ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА НА ИМЕЮЩИХСЯ ПЛОЩАДЯХ. ОНА СОДЕРЖИТ УКАЗАНИЯ И СОВЕТЫ ПО УСТАНОВКЕ ДВИГАТЕЛЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ПРАВИЛЬНОГО И БЕЗОПАСНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ. PERKINS ENGINES (STAFFORD) LIMITED НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ЛЮБЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКШИЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ.

Следует осознавать, что все основные меры предосторожности направлены на защиту и техники, и персонала. Предупреждающие символы приведены на вкладыше **Меры предосторожности**.

Информация, содержащаяся в инструкции, базируется на сведениях, имевшихся к моменту ее издания. В рамках политики постоянного развития и модернизации, проводимой Perkins Engines (Stafford) Ltd, информация может быть изменена в любое время без предварительного уведомления. Поэтому, прежде чем начинать работу, владелец должен убедиться, что располагает самой последней информацией по данному вопросу.

Владельцу следует знать, что за квалификацию персонала, от которого зависит правильность и безопасность монтажных работ, отвечает только он.

Следует также строго следовать рекомендациям других публикаций Perkins Engines (Stafford) Ltd, в частности, Информационной Брошюры о Продукции (Product Information Folder) и Инструкциям по эксплуатации двигателя.

Для получения дополнительных рекомендаций по установке дизель-генераторного агрегата свяжитесь с:

- Отдел эксплуатации (Applications Department)
- Отдел технического обслуживания (Service Department)

Perkins Engines (Stafford) Ltd
Tixall Road
Stafford
ST163UB
Tel: (01785) 223141
Fax: (01785) 215110

Издание TSL 4068
Напечатано Отделом технических публикаций, Stafford.
© 1997 Perkins Engines (Stafford) Limited.

СОДЕРЖАНИЕ	Страница
ВВЕДЕНИЕ	1
СОДЕРЖАНИЕ	3 – 6
МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ	Вкладыш
КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ	7 – 8
ОБЩИЕ РАЗМЕРЫ И МАССА	9 – 10
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПОДЪЕМА ДВИГАТЕЛЯ	11
МОНТАЖ ДВИГАТЕЛЯ И ПРИВОДНОГО АГРЕГАТА	
ОПОРЫ ДВИГАТЕЛЯ	12
РАМА ДВИГАТЕЛЯ	12
ТИПЫ ФУНДАМЕНТОВ	12
ГРУНТОВОЕ ОСНОВАНИЕ	12
ФИКСИРОВАННЫЙ БЕТОННЫЙ БЛОК	13
ПРОЦЕДУРА УСТАНОВКИ НА БЕТОННЫЙ БЛОК	15
ЗАЛИВКА РАСТВОРА	16
ТРАНШЕИ	16
БЕТОННЫЙ НАСТИЛ	16
ПЛАВАЮЩИЙ ФУНДАМЕНТ	16
ЖЕСТКИЕ ОПОРЫ	18
УПРУГИЕ ОПОРЫ	19 – 20
ВИБРОИЗОЛИРУЮЩИЕ ОПОРЫ	21 – 22
ПОДГОНОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ	23 – 27
МОМЕНТЫ ЗАТЯЖКИ	28
ПОМЕЩЕНИЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ ДВИГАТЕЛЯ	29
УКАЗАНИЯ ПО УСТАНОВКЕ	29
ОБЩИЕ СООБРАЖЕНИЯ	30
ТИПОВОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ С ЖИДКОСТНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ	31
ВЕНТИЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЯ	32 – 34
ОТВОД ВОЗДУХА С УЧЕТОМ РОЗЫ ВЕТРОВ	35
ВЕНТИЛЯЦИЯ В ТРОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	36
ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ (УДАЛЕННЫЙ РАДИАТОР)	37 – 38
ТЕПЛО, ИЗЛУЧАЕМОЕ ДВИГАТЕЛЕМ И ТИПОВЫМ ГЕНЕРАТОРОМ	39 – 40
ТИПОВОЙ ВАРИАНТ УСТАНОВКИ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ	41
ТИПОВОЙ ВАРИАНТ УСТАНОВКИ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ С УДАЛЕННЫМ РАДИАТОРОМ	41

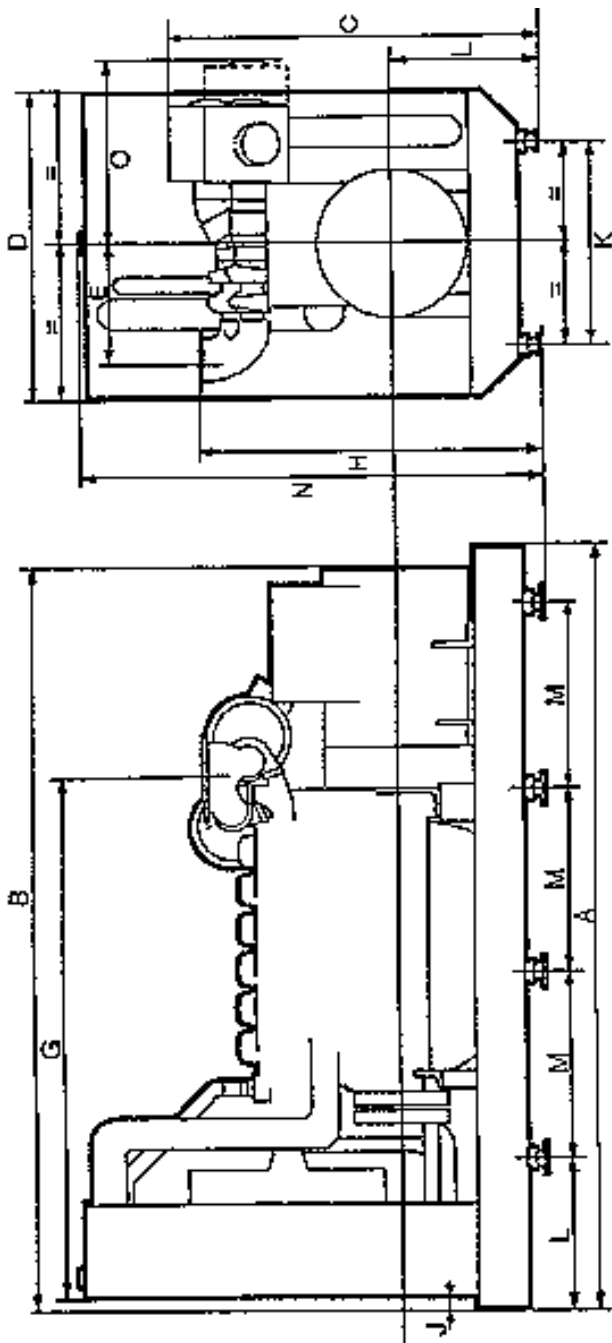
СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ	44
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ	45
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЕНТИЛЯТОРА	45
УДАЛЕННЫЙ РАДИАТОР	45-46
ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ	47
СЛИВ ЖИДКОСТИ ИЗ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ	47
ОХЛАЖДЕНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКОМ	48
ОХЛАЖДАЮЩАЯ БАШНЯ	49
ДВУХСЕКЦИОННЫЙ РАДИАТОР (ДВИГАТЕЛЬ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА)	50 – 51
ВОЗДУШНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ ЗАРЯДА	52
ЗАЩИТА ОТ АНТИФРИЗА	52
ПОДГОТОВКА ВОДЫ	52
ВЫПУСКНОЙ ТРАКТ	54
ПРОТИВОДАВЛЕНИЕ	54
УСТАНОВКА	54
НЕЖЕСТКИЙ ПЕРЕХОДНИК	55
УДЛИНЕНИЕ	56
ПОЛОЖЕНИЕ ВЫХЛОПНОЙ ТРУБЫ	56
ВЫХЛОП МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ	57
СЛИВ КОНДЕНСАТА	57
ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ	57
ГЛУШИТЕЛИ	58
РАСЧЕТ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ	59 – 63
СНИЖЕНИЕ ШУМА ВЫХЛОПА	64 - 67
ВЕНТИЛЯЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ	68
МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	68
НА ЧТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВЕНТИЛЯЦИИ	69
СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ	70
ТРЕБОВАНИЯ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ	70
СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ	71 - 74

СИСТЕМЫ СМАЗКИ	75
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МОТОРНЫЕ МАСЛА	75
СТАНДАРТНАЯ СИСТЕМА СМАЗКИ	75
СИСТЕМА СМАЗКИ С УВЕЛИЧЕННЫМ ПЕРИОДОМ СМЕНЫ МАСЛА	75
ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ	76
УРОВЕНЬ ШУМА	76
ИСТОЧНИК ШУМА	76
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ШУМА	76
СВОБОДНАЯ И ПОЛУОТРАЖАЮЩАЯ ЗОНЫ	77
ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЙ КОЖУХ ДВИГАТЕЛЯ	77
УРОВЕНЬ ШУМА ОТ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ	78
СИСТЕМА ПОДАЧИ ВОЗДУХА	80
ИНДИКАТОР НЕДОСТАТКА ВОЗДУХА	80
УДАЛЕННЫЙ ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР	81
КРУТИЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ	82
КРИТИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ	82
МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ	82
ДАННЫЕ ПО КРУТИЛЬНЫМ КОЛЕБАНИЯМ	83
ИССЛЕДОВАНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА	83
СНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ	84
СНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ	84
УМЕНЬШЕНИЕ МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРА	84
СИСТЕМЫ ЗАПУСКА, ОСТАНОВКИ И ЗАЩИТЫ	85
СИСТЕМЫ ЗАПУСКА	85 – 86
АККУМУЛЯТОРЫ	86
ГЕНЕРАТОР ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРА	87
ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО	87
ОБЛЕГЧЕНИЕ ЗАПУСКА	87
ПУСКОВЫЕ НАГРУЗКИ	88
ОСТАНОВКА	89
СИСТЕМА ЗАЩИТЫ	89

РЕГУЛЯТОРЫ	90
ТЕРМИНОЛОГИЯ	90 – 91
ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕУЛЯТОР	91
ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ	92
ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ С РУЧНЫМ ПУСКОМ	92
ЗАЩИТНЫЙ БЛОК	93
ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ПУСКОМ	93
ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ С АВАРИЙНЫМ ПУСКОМ	94 – 95
ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ	96 – 97
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ	97
ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ	98 – 99
ЗАЗЕМЛЕНИЕ	100

- 40006TWG** 6 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (один компрессор), дизельный с рубашкой жидкостного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40006TWG3** 6 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (сдвоенный компрессор), дизельный с капотом, жидкостное охлаждение воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40006TAG1** 6 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (один компрессор), дизельный с радиатором воздушного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40006TAG2** 6 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (один компрессор), дизельный с радиатором воздушного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40006TAG3** 6 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (сдвоенный компрессор), дизельный с двухрядным радиатором воздушного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40006TEG** 6 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (один компрессор), дизельный с отдельной системой охлаждения воздушного заряда обычной водой с насосом для воды, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40008TAG** 8 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (сдвоенный компрессор), дизельный с двухрядным радиатором воздушного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40008TAG1** 8 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (сдвоенный компрессор), дизельный с двухрядным радиатором воздушного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40008TAG2** 8 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (сдвоенный компрессор), дизельный с двухрядным радиатором воздушного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.
- 40008TWG2** 8 цилиндров, рядный, жидкостное охлаждение, 4 такта, турбонаддув (сдвоенный компрессор), дизельный с рубашкой жидкостного охлаждения воздушного заряда, масляный радиатор охлаждения в системе охлаждения двигателя.

ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ МОДЕЛЕЙ 4006/8 (ТОЛЬКО ТИПОВЫЕ),
РАДИАТОР ОХЛАЖДЕНИЯ, ОДИН ВЫХЛОПНОЙ ФЛАНЕЦ



ПРИМЕЧАНИЕ:

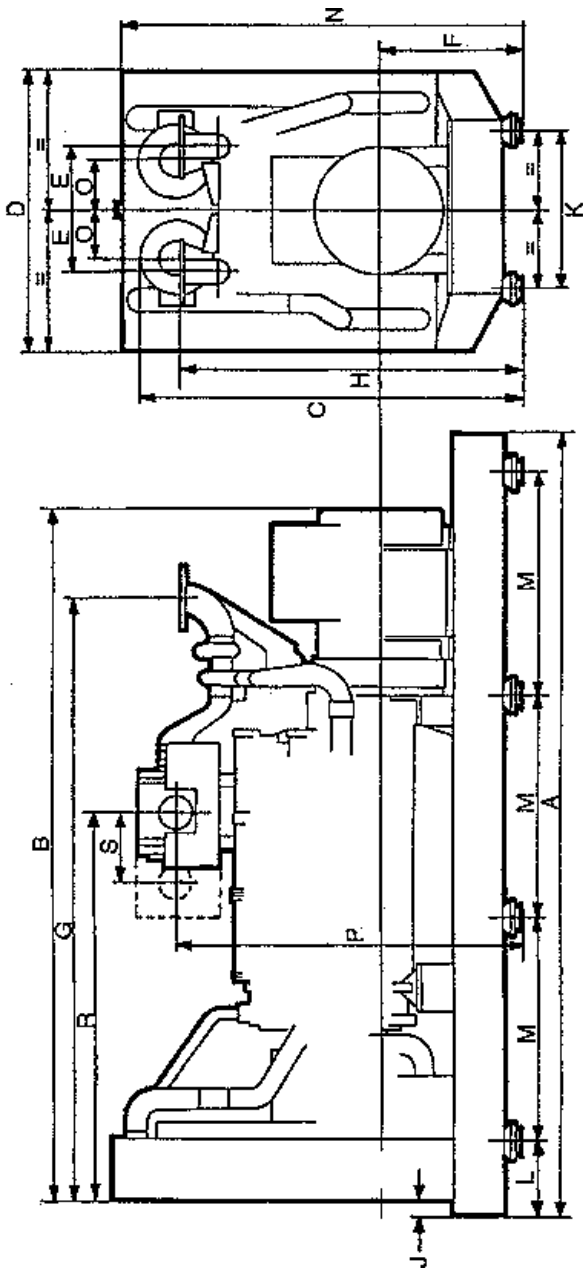
РАЗМЕРЫ К РИС. 1 МОГУТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНЫ БЕЗ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ

кВа 50 Гц	Тип двигателя	Сухой вес, кг	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
530	4006TWG3	4445	3925	3925	1974	1690	686	770	2819	1840	31	1100	1000	1405	2411	1200
625		4513	4100	4100	1974	1690	686	770	2819	1840	31	1100	900	1510	2411	1200
640	4006TAG3	4668	4100	4100	1974	1690	686	770	2819	1840	31	1100	200	1872	2411	1200
750		4803	4100	4100	1974	1690	686	770	2819	1840	31	1100	200	1872	2466	1200
850	4008TWG2	6349	4325	4325	2029	1868	686	825	3210	1897	31	1100	400	1250	2466	1200
850	4008TAG	6219	4325	4325	2029	1868	686	825	3210	1897	31	1100	400	1250	2531	1200
910	4008TAG1	6990	4760	4760	2029	1868	686	825	3362	1897	6	1100	455	1300	2531	1200
1025	4008TAG2	7290	4760	4760	2029	1868	686	825	3362	1897	6	1100	455	1300	2531	1200

Рис.1

762.2

ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ МОДЕЛЕЙ 4012/16 (ТОЛЬКО ТИПОВЫЕ) С РАДИАТОРОМ ОХЛАЖДЕНИЯ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЕМ (ДВА ВЫХЛОПНЫХ ФЛАНЦА)



ПРИМЕЧАНИЕ:

РАЗМЕРЫ К РИС. 2 МОГУТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНЫ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ

Рис.2

кВа 50 Гц	Тип двигателя	Сухой вес, кг	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	*S
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1150	4012TAG	8000	4700	4700	2347	1880	386	880	3599	2082	11	1180	530	1300	2763	301	2127	2246	-
		8350																	
1350	4012TAG1	9024	4820	4820	2347	2280	386	880	3708	2082	11	1180	300	1453	2983	301	2127	2246	-
1500	4012TAG2	9821	4990	4990	2347	2280	386	880	3708	2082	11	1180	322	1137	2983	301	2127	2246	-
1650	4016TWG2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1825	4016TAG	12363	5490	5490	2430	2785	301	960	4262	2360	12	1200	220	1017	3553	301	2210	2929	470
1870	4016TAG2	12473	5490	5490	2430	2785	301	960	4262	2360	12	1200	220	1017	3553	301	2210	2929	470
2030	4016TAG3	12901	5740	5740	2430	2785	301	960	4260	2360	12	1200	220	1017	3553	301	2210	2929	470

ПРИМЕЧАНИЕ: * S только для 4016

Подъем двигателя или дизель-генераторной установки нужно производить с помощью грузоподъемных приспособлений. Рекомендуется применять траверсу, а также грузовые цепи, крюки, серьги, рымболты и т.п. соответствующей грузоподъемности. При подъеме груз должен быть надежно закреплен, устойчив и сбалансирован, поэтому перед подъемом нужно определить положение его центра тяжести, чтобы можно было закрепить грузовой канат точно над ним.

Грузовые цепи и т.п. должны быть надежно прикреплены крюками и т.п. к проушинам на грузе, а углы наклона цепей не должны выходить за расчетные пределы.

Чтобы не повредить цепями при подъеме такие узлы, как воздушные фильтры и т.п., их, возможно, потребуется снять с двигателя, но лучше этого избежать, закрепив цепи безопасным образом.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

С ГРУЗОПОДЪЕМНЫМ
ОБОРУДОВАНИЕМ ДОЛЖЕН
РАБОТАТЬ ТОЛЬКО
ПОДГОТОВЛЕННЫЙ ПЕРСОНАЛ.
ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ
МОЖНО ПОДНИМАТЬ ТОЛЬКО ЗА
ПРОУШИНЫ НА МОНТАЖНОЙ РАМЕ
УСТАНОВКИ И ТРАВЕРСОЙ.
НЕЛЬЗЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ В ЭТИХ
ЦЕЛЯХ ГРУЗОВЫЕ СКОБЫ ДВИГАТЕЛЯ
И ПРОУШИНЫ ГЕНЕРАТОРА.

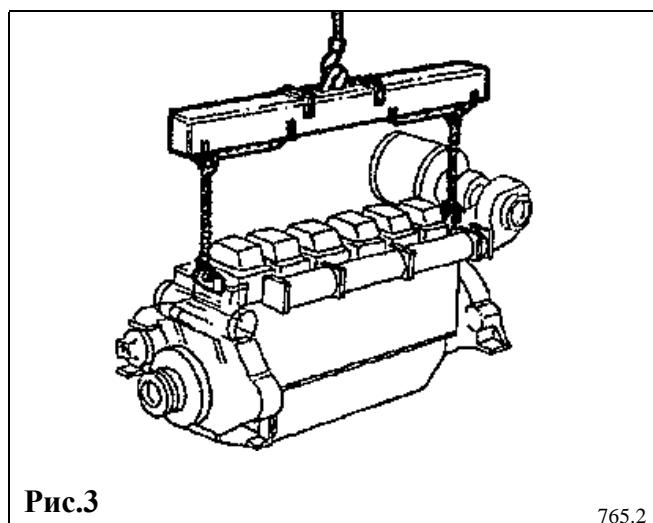


Рис.3

765.2

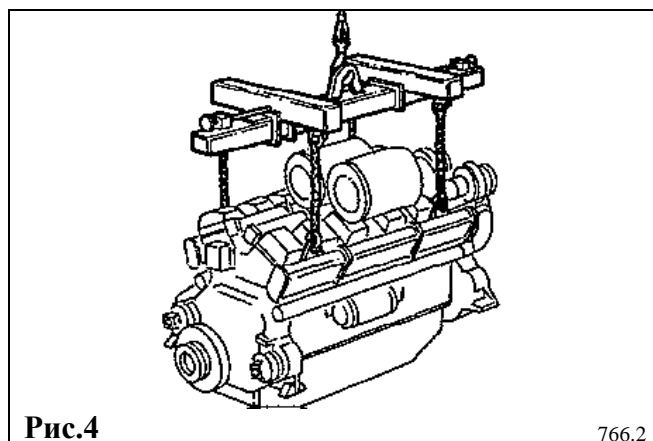


Рис.4

766.2

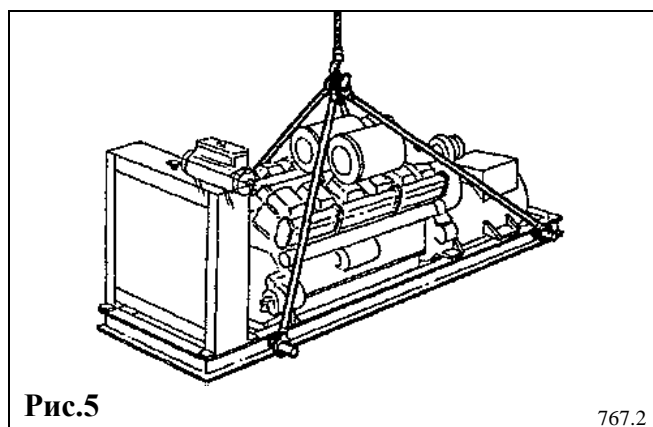


Рис.5

767.2

При установке двигателя и приводного агрегата основное внимание следует уделить типу двигателя и фундаменту, прочность которого должна позволять ему выдерживать и вес установки и нагрузки, возникающие при ее работе.

ОПОРЫ ДВИГАТЕЛЯ

Тип опор зависит от типа установки, в которой используется двигатель, и компоновки приводного агрегата. Двигатель может быть установлен на жестких или упругих опорах, в зависимости от типа фундамента и его назначения. Обычно в комплекте поставляются упругие опоры, позволяющие погасить вибрацию и шум двигателя (см. стр.9-22). Если двигатель установлен на упругих опорах, соединения выхлопной линии и топливопровода должны быть гибкими.

РАМА/ ОСНОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

Простейший способ установки – это жесткое крепление двигателя и генератора болтами непосредственно к раме или основанию. Очень важно, чтобы все опорные площадки рамы или основания были плоскими, квадратными и параллельными друг другу.

Рама или основание должны быть спроектированы так, чтобы опорные площадки не были перекошены и не деформировались бы под весом двигателя, генератора, а также вибрационных и других нагрузок, сопровождающих их работу.

ТИПЫ ФУНДАМЕНТОВ

Пол или фундамент двигателя, к которым крепится его рама/ основание, должны отвечать следующим требованиям:

- 1) выдерживать вес установки, а также вибрационные и другие нагрузки, возникающие при работе дизель-генератора,
- 2) поглощать вибрацию, возникающую при работе дизель-генератора, и предотвращать передачу ее на окружающие пол, стены и т.д.

Двигатель следует соединять с приводным агрегатом, следуя соответствующим инструкциям, с установкой между ними регулировочных прокладок, монтажных опор и рамы/ основания.

Размеры регулировочных прокладок (или пакета пластин) должны быть не меньше размера опор двигателя и приводного агрегата. Для крепления двигателя и приводного агрегата нужно использовать как минимум два установочных болта (качество стали не ниже 8.8). Если установочные болты использовать невозможно, дизель-генератор устанавливается на раме/ основании с помощью двух установочных штифтов – по одному в опорах машины, расположенных по диагонали.

ПРИМЕЧАНИЕ: Процедура регулировки и выверки допусков изложена на стр.23-27.

ГРУНТОВОЕ ОСНОВАНИЕ

Грунт на месте установки должен быть достаточно прочным, чтобы выдержать не только вес дизель-генератора, но и вес его бетонного фундамента.

Если грунт вызывает сомнения, нужно проконсультироваться с квалифицированным инженером-строителем относительно типа и размеров бетонного фундамента.

НЕПОДВИЖНЫЙ БЕТОННЫЙ БЛОК

Неподвижный бетонный блок – проверенный метод, предпочтительный в ряде случаев.

При этом опорная плита двигателя крепится к фундаментному блоку болтами.

Рекомендуется, чтобы по длине и ширине в плане края бетонного блока (**рис.6**) отстояли от дизель-генератора на 300...450 мм.

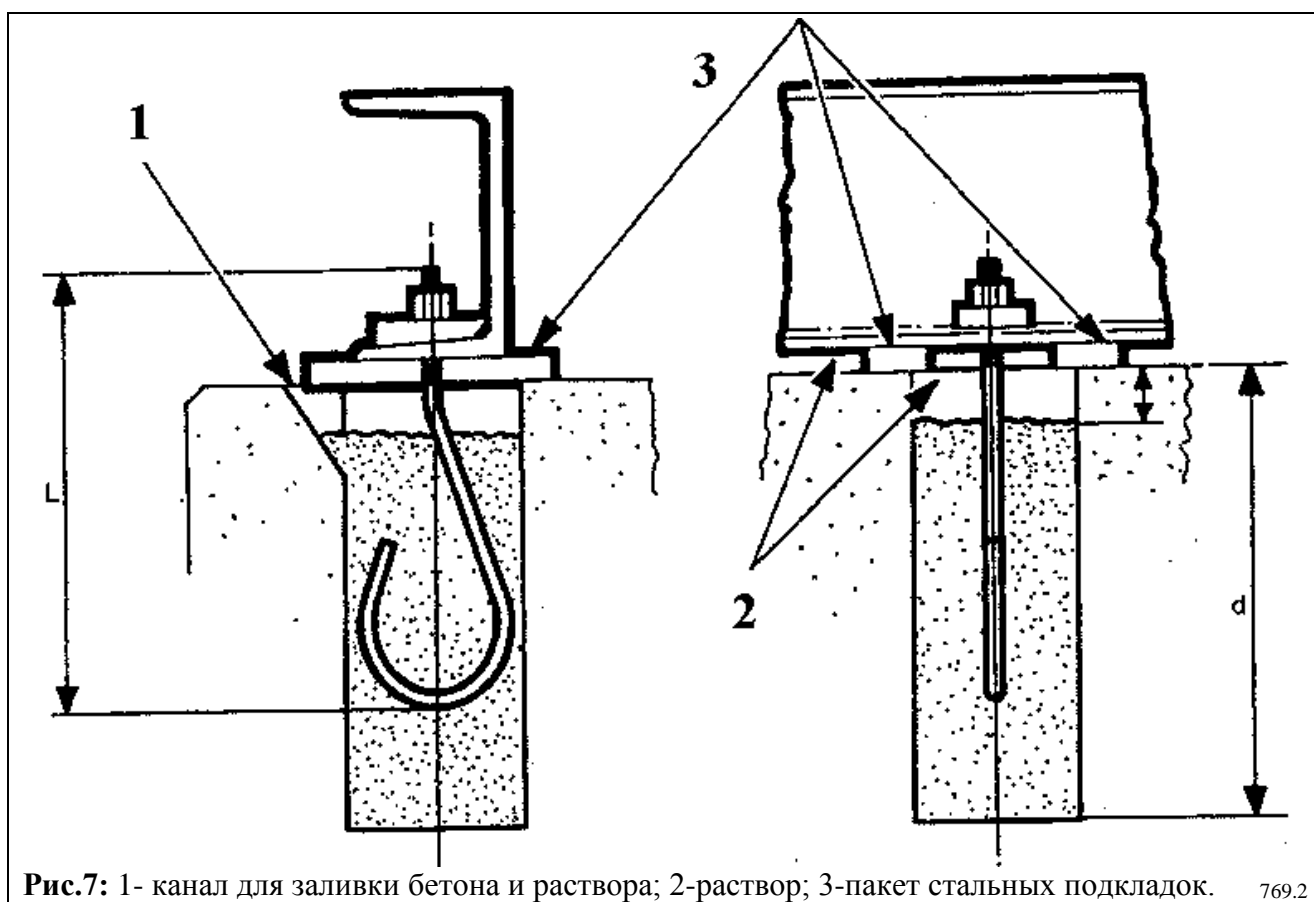
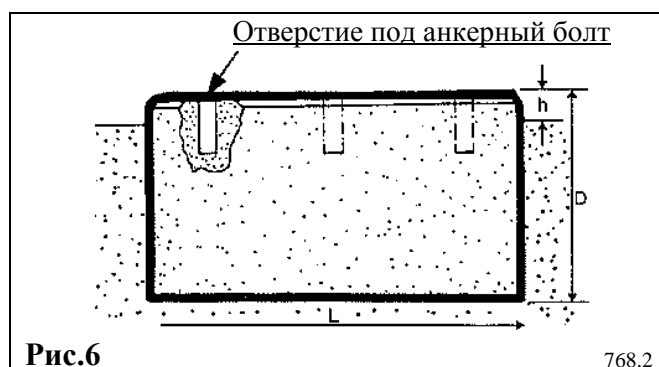
Поверхность бетонного блока должна быть выше пола на величину “h”, составляющую 100...230 мм, а его кромки должны быть скошены. Толщина бетонного блока рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{W}{d \times B \times S},$$

где: D -толщина бетонного блока, м; W -общий вес дизель-генератора, кг; d -плотность бетона ($\approx 2403,8 \text{ кг/м}^3$), B -ширина бетонного блока, м; S -длина бетонного блока, м.

После определения толщины бетонного блока необходимо проверить, выдержит ли грунт суммарный вес фундамента, дизель-генераторной установки и другие вероятные нагрузки.

Возможно, окажется, что, твердый грунт плотная глина, слежавшиеся песок и гравий или скала залегают на слишком большой глубине. В этом случае размер бетонного блока должен быть увеличен, чтобы распределить нагрузку на грунт по большей площади. Расчет размеров бетонного блока в этом случае следует поручить квалифицированному инженеру-строителю, а результаты согласовать с отвечающим за это отделом Application Department компании Perkins Engines (Stafford) Ltd.



ПРОЦЕДУРА УСТАНОВКИ НА БЕТОННЫЙ БЛОК

При заливке бетонного фундамента нужно предусмотреть в нем отверстия под анкерные болты. Для этого в местах установки болтов закладываются извлекаемые деревянные детали. Их размер должен соответствовать размеру анкерных болтов. После отвердения бетона закладные детали из фундамента удаляются.

Поверхность фундаментной плиты должны быть ровной, достаточно гладкой и на ней не должно быть дефектов.

После извлечения закладных деталей и перед установкой дизель-генератора фундаментную плиту нужно выдержать 5...7 дней.

На рис.7 показано применение обычных анкерных болтов.

Глубина отверстия “*d*” должна быть чуть больше длины болта “*L*”. Это нужно, чтобы анкерные болты, размещенные в отверстиях, не мешали креплению дизель-генератора.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПОДХОДЯЩЕЕ ГРУЗОПОДЪЕМНОЕ ОСНАЩЕНИЕ. НЕ РАБОТАЙТЕ ОДИН. ВСЕГДА ПРИМЕНЯЙТЕ СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ

Оборудование, используемое при подъеме и установке дизель-генератора на фундамент, должно быть проверено, и соответствовать общему весу поднимаемого агрегата. По возможности применяйте имеющееся подъемное оборудование и соблюдайте меры предосторожности относительно поднятого груза и т.п. После установки дизель-генератора в нужное положение проташите резьбовую часть анкерных болтов в соответствующие отверстия в раме агрегата. Наденьте на них шайбы и наверните гайки так, чтобы длина резьбовой части болта, выступающей над гайкой, равнялась высоте гайки.

Над каждым отверстием от края до края и со всех сторон болта положите стальные пластины-подкладки.

Проверьте, чтобы рама дизель-генератора была горизонтальна, не провисала и не перекашивалась. При необходимости вставьте регулировочные прокладки между рамой и пластинами-подкладками.

Залейте бетоном все анкерные болты и уплотните его, чтобы бетон на 50 мм не доходил до верха отверстия. Оставшееся углубление потом нужно будет залить раствором.

Оставьте фундамент с дизель-генератором в таком состоянии на 2..3 дня, затем затяните гайки на анкерных болтах окончательно.

На этой стадии проверьте правильность установки дизель-генератора, а также убедитесь, что рама агрегата не перекошена.

Если правильность установки дизель-генератора нарушена, осторожно ослабьте гайки на анкерных болтах и отрегулируйте положение агрегата прокладками. Снова затяните все гайки и проверьте положение агрегата. После окончания этого этапа переходите к следующему.

ПРИМЕЧАНИЕ: Проверять отклонения плеча кривошипа не нужно.

ЗАЛИВКА РАСТВОРА

Рекомендуется раствор из одной части высококачественного цемента и двух частей чистого песка с неокатанными краями зерен. Раствором заливаются углубления вокруг анкерных болтов и под регулировочными пластинами, а также щели между рамой и фундаментной плитой (см. рис.7).

Оставьте на 5...7 дней. Затем проверьте затяжку гаек на анкерных болтах и, если нужно, подтяните их.

По окончании установки агрегата дайте ему поработать 50...75 часов, после чего проверьте затяжку гаек на анкерных болтах и при необходимости подтяните.

ТРАНШЕИ

При проектировании фундамента следует предусмотреть размещение сопутствующего оборудования. В частности, для прокладки силовых кабелей могут потребоваться траншеи, а также дренажные каналы, чтобы избежать затопления траншей.

Силовые кабели больших дизель-генераторов сгибаются с большим радиусом закругления. Чтобы обеспечить его, возможно, придется убрать часть бетона фундаментной плиты (рис.8).

БЕТОННЫЙ НАСТИЛ

Фундамент этого типа позволяет распределить нагрузку на грунт по большей площади, чем неподвижный бетонный блок. Благодаря снижению нагрузки на грунт можно уменьшить толщину бетонной плиты. Если грунтовое основание состоит из плотной глины или слежавшейся гравийно-песчаной смеси, то достаточна бетонная плита толщиной 380...450 мм, а при усилении ее стальной арматурой или сеткой такая плита выдержит самые крупные из двигателей 4000 серии (См. **Неподвижный бетонный блок**).

Вместо заранее подготовленных анкерных болтов можно использовать обычные болты или что-то подобное, высверлив под них в бетоне отверстия подходящего размера.

ПЛАВАЮЩИЙ ФУНДАМЕНТ

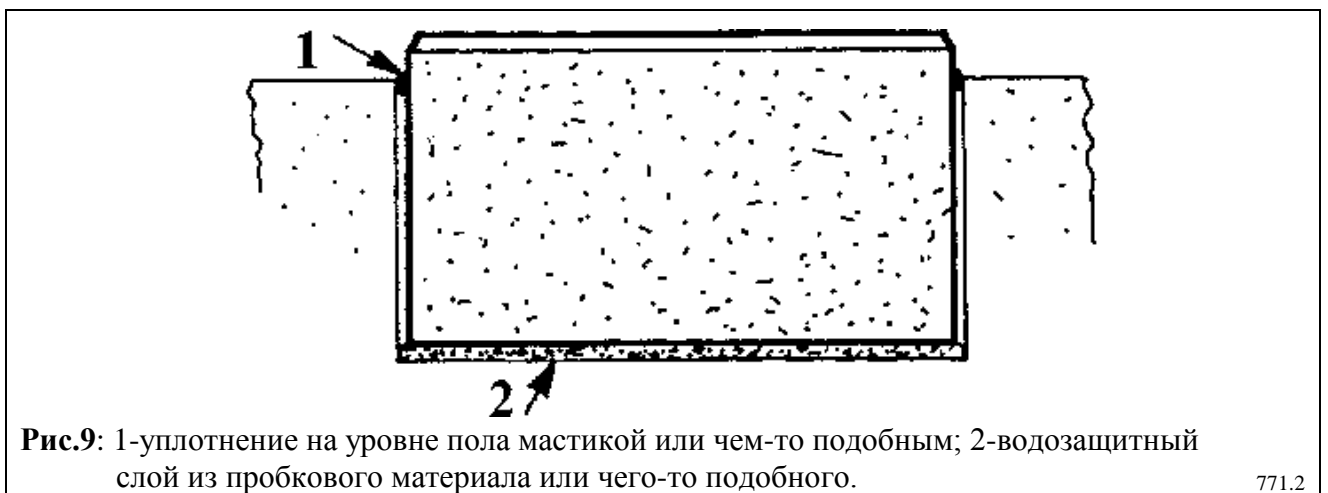
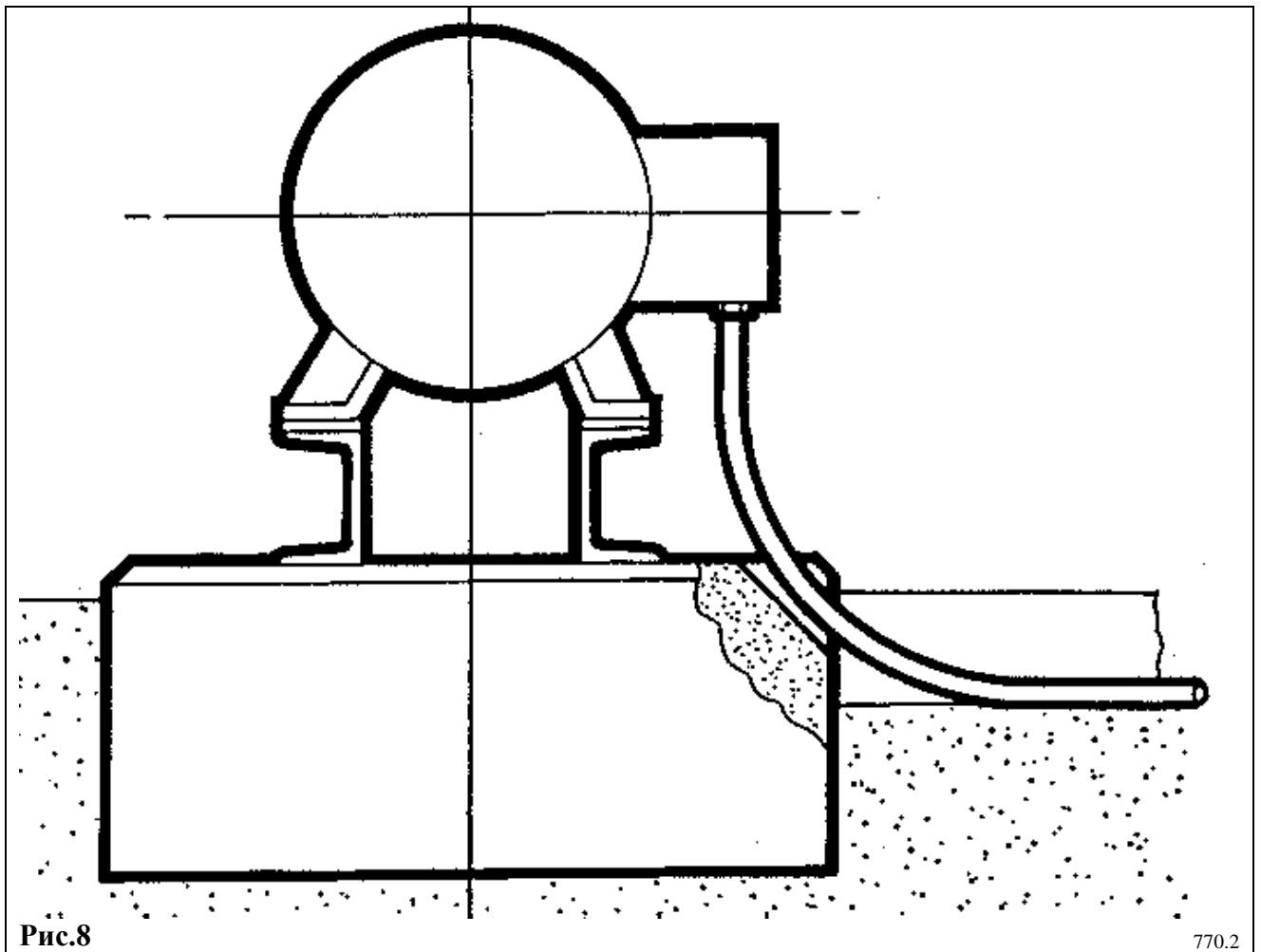
Плавающий фундамент – эффективная альтернатива неподвижному бетонному блоку. Бетонный раствор, отверстия под анкерные болты, отделка поверхности и установка дизель-генератора такие же, как и для неподвижного бетонного блока. Плита фундамента отливается заранее в деревянной опалубке.

Дно котлована выстилается слоем пробкоподобного водостойкого материала или аналогичного патентованного материала, поверх которого укладывается фундаментная плита. Изолирующий материал должен выдерживать суммарный вес дизель-генератора и бетонной плиты (См. **Неподвижный бетонный блок**).

Между боковыми сторонами блока и стенками котлована должен сохраняться воздушный зазор не менее 25 мм. На уровне пола зазор следует герметизировать безусадочной мастикой или другим материалом, предотвращающим попадание в щель грязи и влаги, но сохраняющим эластичность (см. рис.9).

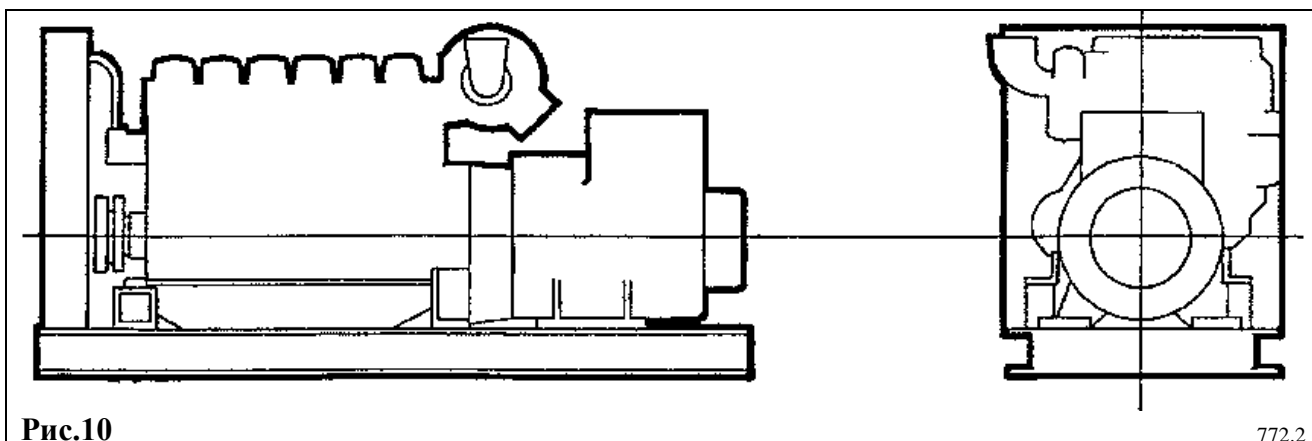
Такой метод установки изолирует машину и фундамент и в значительной мере предотвращает передачу вибрации на окружающие пол, стены и т.д.

Все, что подсоединяется к двигателю: топливные, воздушные и жидкостные магистрали, выхлопная система и электрическая проводка должны соединяться с двигателем через эластичные участки или стыки, предупреждающие их разрушение и передачу опасной вибрации. Передача вибрации может приводить к возникновению шума в местах, удаленных от двигателя.



ЖЕСТКИЕ ОПОРЫ

Обычно жесткие опоры используются при установке дизель-генератора на раме, как показано на **рис. 10**. В этом случае роль приводного агрегата играет генератор переменного тока, но им также может быть водяной насос или компрессор



УПРУГИЕ ОПОРЫ (ПРИМЕНЯЮТСЯ С РАМОЙ)

Для снижения уровня шума и поглощения вибрации, передающейся на фундамент, рама может устанавливаться на упругих опорах.

См. рис. 11.

Упругие опоры размещаются так, чтобы нагрузка распределялась между ними равномерно, для чего нужно знать общий вес агрегата, координаты его центра тяжести и расположить опоры на равном расстоянии от центра тяжести агрегата:

$$L = \frac{(W1 \times L1) + (W2 \times L2)}{W},$$

где: L -координата общего центра тяжести установки в сборе; $W1$ -вес двигателя; $L1$ -координата центра тяжести двигателя; $W2$ -вес приводного агрегата; $L2$ -координата центра тяжести приводного агрегата; W -общий вес установки в сборе (См. рис. 11).

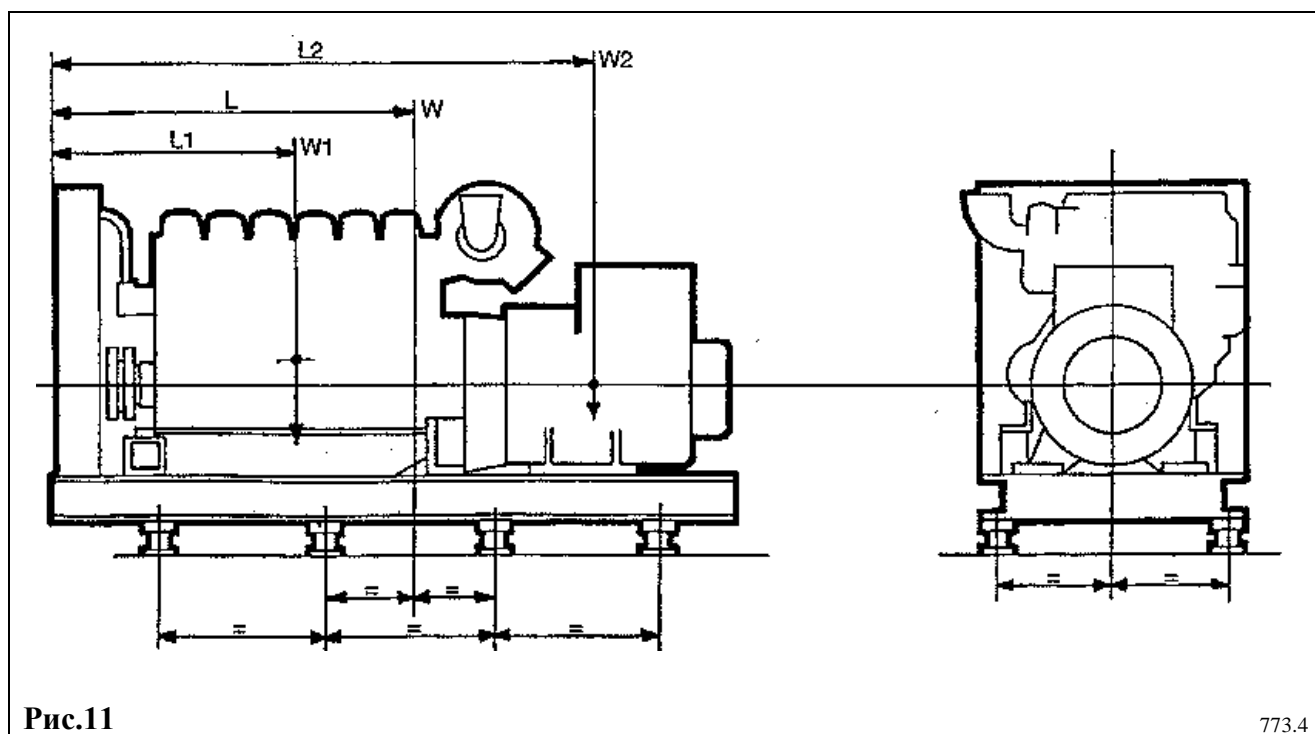


Рис.11

773.4

УПРУГИЕ ОПОРЫ (ПОД ОПОРНЫЕ КРОНШТЕЙНЫ ДВИГАТЕЛЯ)

В случаях, когда общая рама отсутствует, дизель-генератор приходится устанавливать на упругих опорах, размещаемых прямо под опорными кронштейнами двигателя, **рис.12**. Важно применять особый тип упругих опор, обеспечивающих правильную нагрузку и ограничивающих движение, вибрацию и момент двигателя. Этот тип опор не используется, если радиатор закреплен на двигателе, но может применяться при удаленном радиаторе.

Обычно агрегаты, где генератор закреплен на корпусе маховика, устанавливаются на 4 опоры, но иногда стандартное расположение упругих опор не обеспечивает распределение веса двигателя. Тем не менее, не следует устанавливать дополнительные опоры, переходя к схеме из 6 опор, без предварительной проверки ее пригодности.

Если двигатель укомплектован открытым приводным агрегатом и вся установка должна быть смонтирована на упругих опорах, то их размещают на верхних полках двух параллельных швеллеров, стоящих на своих нижних полках.

Положение дополнительной пары упругих опор определяется по формуле:

$$L3 = 3L - (L1 + L2),$$

где $L1$ и $L2$ определяются установщиком от исходной точки (см. **рис.12**).

ПРИМЕЧАНИЕ: Если двигатель не укомплектован приводным агрегатом, свяжитесь с Perkins Engines (Stafford) Ltd относительно упругих опор и опорных кронштейнов.

Обычно упругие опоры двигателя могут регулироваться по высоте, что позволяет точно состыковать фланец двигателя с валом генератора. Грубая регулировка по высоте производится регулировочными пластинами, подкладываемыми между кронштейнами двигателями и упругими опорами. Точная регулировка производится регулировочными гайками упругих опор.

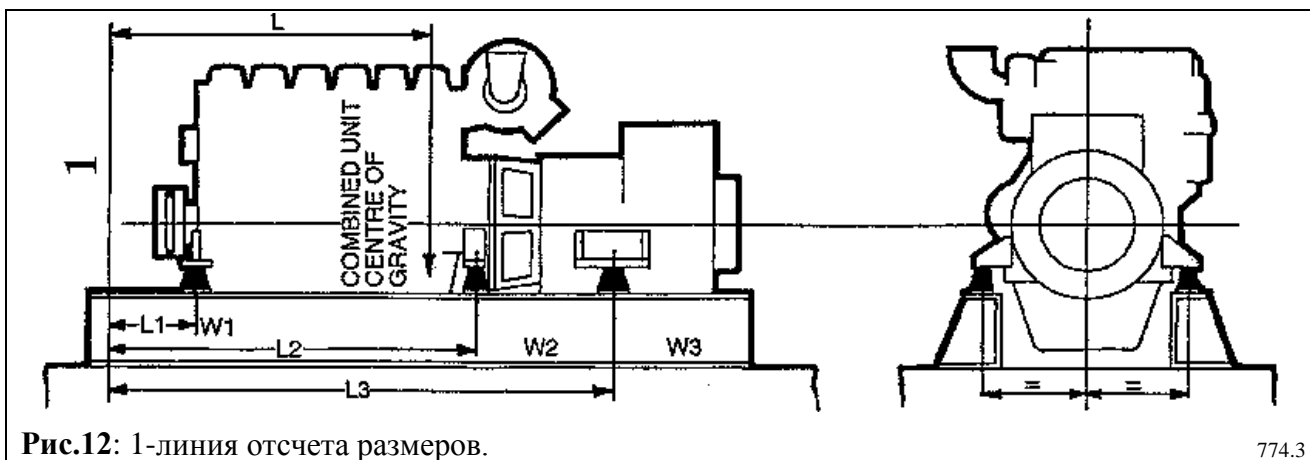


Рис.12: 1-линия отсчета размеров.

774.3

ВИБРОИЗОЛИРУЮЩИЕ ОПОРЫ

Использование тяжелых бетонных плит с анкерными болтами дорого и не всегда приемлемо. Более дешев монтаж всей установки на виброизолирующих опорах, гарантирующих, что основание выдержит ее вес и сопутствующие ее работе нагрузки.

Существует много похожих способов монтажа, которые можно разделить на две группы:

1) Резиновые и/или стальные пружины – без регулировки. См. **рис.13 и 14.**

2) Предварительно сжатые стальные пружины – с регулировкой. См. **рис.15.**

ПРИМЕЧАНИЕ: Для двигателей серий 4012 /16 обязательны типы опор, показанные на **рис. 15 и 14** (т.е., регулируемые или нет, конструкций Грея и Кристи или подобные).

Чаще всего двигатель и приводной агрегат устанавливаются на общей монолитной раме и соединяются между собой упругой муфтой. Рама устанавливается на виброизолирующие опоры непосредственно или опорными кронштейнами, а опоры, в свою очередь, крепятся на полу. Бетонный пол должен быть горизонтальным, достаточно ровным и выдерживать вес дизель-генератора. Динамические нагрузки от дизель-генератора относительно невелики и мало влияют на основание.

Регулируемые или нерегулируемые опоры должны быть подобраны так, чтобы поглощали до 90% нагрузок и уменьшали амплитуду колебаний, генерируемых работающим агрегатом. При правильном подборе опор и основания на окружающие конструкции и оборудование не должно передаваться опасных вибраций.

Чтобы можно было использовать обычные опоры вес агрегата должен равномерно распределяться между всеми опорами. Может потребоваться 4, 6 или 8 опор в зависимости от размера агрегата и качества выбранных опор.

Регулируемые опоры позволяют выровнять нагрузку и деформацию на каждой из них, если пол не горизонтален или вес агрегата распределен неравномерно. Они также позволяют предотвратить перекос рамы.

Известно немало авторитетных компаний, производящих виброизолирующие опоры, поэтому получить наиболее экономичное и эффективное решение легче получить, располагая предложениями от нескольких производителей. При необходимости они предоставят чертежи, а для регулируемых опор - способы и диапазоны их регулировки. Рекомендуется крепить виброизолирующие опоры к полу болтами.

Иначе вибрации от работающих по соседству машин могут восприниматься неподвижным дизель-генератором. Такие вибрации опасны для подшипников двигателя и, в особенности, для шариковых и роликовых подшипников вала генератора. Тогда виброизолирующие опоры будут защищать неподвижный двигатель от внешних вибраций.

ВИБРОИЗОЛИРУЮЩИЕ ОПОРЫ НА ПЕРЕДВИЖНОЙ УСТАНОВКЕ

Выбору виброизолирующих опор для передвижного агрегата, буксируемого тягачом, должно быть уделено особое внимание. При буксировке по неровной местности агрегат будет подпрыгивать. При этом обычные резиновые опоры будут поочередно сжиматься и растягиваться и быстро выйдут из строя.

Во избежание этого опора должна содержать стальную отражающую шайбу, снижающую деформацию опоры до безопасного уровня. Изготовитель может порекомендовать, какой тип опоры наиболее подходит для Вашего случая.

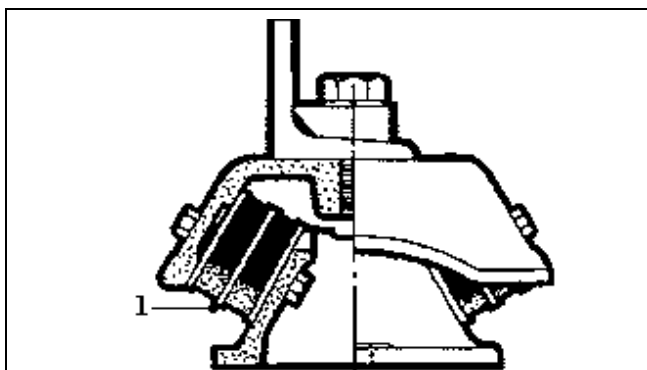


Рис.13: 1-два слоя резины между тремя стальными пластинами прямоугольной формы. Два блока на опору. 775.2

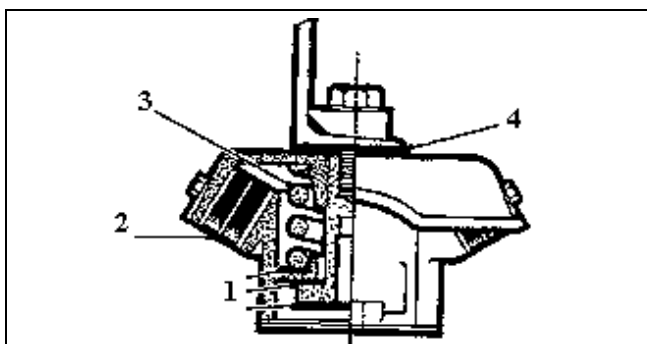


Рис.14: 1-эластичные амортизирующие подушки на случай перегрузки; 2- два слоя резины между тремя стальными пластинами прямоугольной формы; 3- стальная пружина; 4-опора показана в свободном состоянии, без нагрузки, с недеформированной пружиной или резиновыми элементами. 776.2

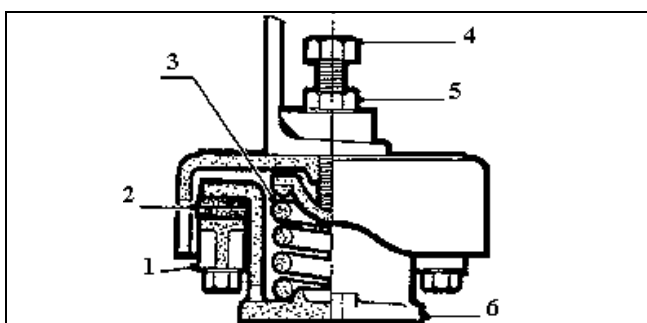


Рис.15: 1-перемычка; 2-контрольные подушки; 3-стальная пружина; 4- регулировочный винт; 5-контргайка; 6- опорная подушка. 777.2

ДВИГАТЕЛИ, СОЕДИНЕННЫЕ С ГЕНЕРАТОРАМИ ЗАКРЫТОЙ МУФТОЙ

Важно добиться соосности цилиндрического углубления в маховике (**диаметр А**) и цилиндрической проточки (**диаметр В**) в корпусе маховика; по стандартам SAE J162 и J1033 максимальная несоосность не должна превышать 0,13 мм (**см. рис.16**).

Двигатель следует установить на раме, в отверстия его опорных кронштейнов и рамы пропустить болты, не затягивая их.

Затем с помощью штангенциркуля и линейки измерить расстояние **X** (**рис.16**) между дном выточки в маховике (поверхность **Face E**) и плоскостью разъема корпуса маховика (поверхность **Face F**).

Генераторы с валом на двух подшипниках должны подсоединяться к двигателю упругой муфтой, а генераторы с одним подшипником - ведущим диском на ведомом валу. При соединении генератора с двигателем следует добиваться, чтобы размер **X** на **рис.16** сравнялся с размером **X** на **рис.17**.

После этого генератор должен быть прифланцован к двигателю так, чтобы его ведущий диск и центрирующий буртик корпуса одновременно вошли в соответствующие углубления маховика и его корпуса.

Сначала нужно вставить и сразу же затянуть болты, крепящие генератор к корпусу маховика. Затем вставляются и затягиваются заданным моментом болты крепления ведущего диска к маховику. После этого пластинчатым щупом проверяются зазоры между опорами двигателя, генератора и бобышками рамы, зазоры выравниваются регулировочными пластинами и болты крепления двигателя и генератора затягиваются с заданным моментом.

Убедитесь, что плоскости "Face E" и "Face F" параллельны и соосны друг другу (отклонение осей не более 0,13 мм).

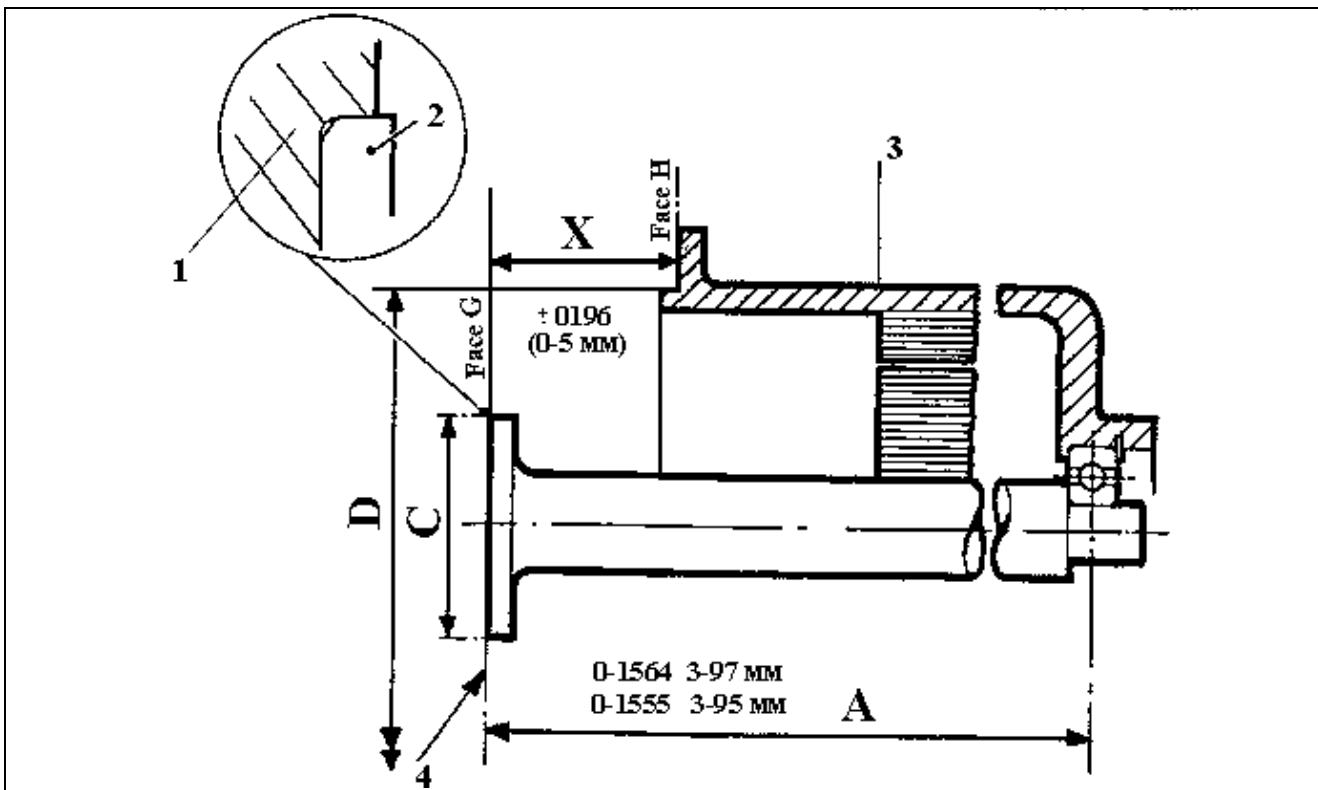
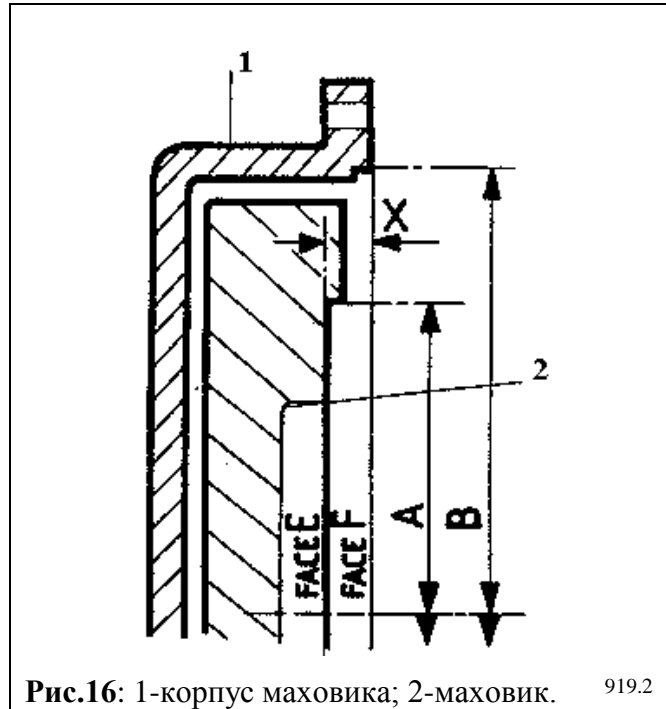


Рис.17: 1-маховик; 2-ведущий фланец (на кромке ведущего фланца сделана фаска, обеспечивающая ему хорошее вхождение в паз на маховике); 3-корпус генератора; 4-упругий ведущий диск (один подшипник) или упругая муфта (два подшипника); А-консольный (плавающий) конец вала генератора.

ДВИГАТЕЛИ, СОЕДИНЕННЫЕ С ГЕНЕРАТОРАМИ ОТРЫТОЙ МУФТОЙ

Важно добиться соосности цилиндрического углубления в маховике (диаметр А) и цилиндрической проточки (диаметр В) в корпусе маховика; по стандартам SAE J162 и J1033 максимальная несоосность не должна превышать 0,13 мм (см. рис.16).

Сначала двигатель, а затем приводной агрегат следует установить на раме, в отверстия их опорных кронштейнов и рамы вставить болты с гайками, не затягивая их.

Правильность установки ведомого вала и маховика относительно друг друга проверяется с помощью двух циферблатных индикаторов, как показано на рис.18. На практике большинство специалистов предпочитает пользоваться одним индикатором и начинать с проверки непараллельности осей (индикатор 2).

Проверка производится вращением вала и сопоставлением показаний индикаторов.

Несоосность и непараллельность валов устраняются следующим образом:

(а) Радиальное биение из-за непараллельности, измеряемое индикатором 2.

Цель регулировки – установка осей маховика и вала параллельно друг другу. Радиальное биение состоит из двух компонент. Горизонтальная компонента определяется сравнением показаний индикатора в положениях «3 часа» и «9 часов» и корректируется движением задней части приводного агрегата в сторону отрицательного значения (большого зазора). Вертикальная компонента определяется сравнением показаний индикатора в положениях «6 часов» и «12 часов». Если показания индикатора отрицательные в положении «12 часов», регулировочные пластины подкладывают под задние опоры приводного агрегата, пока показания не исправятся. Если показания индикатора отрицательные в положении «6 часов», регулировочные пластины подкладывают под передние опоры приводного агрегата.

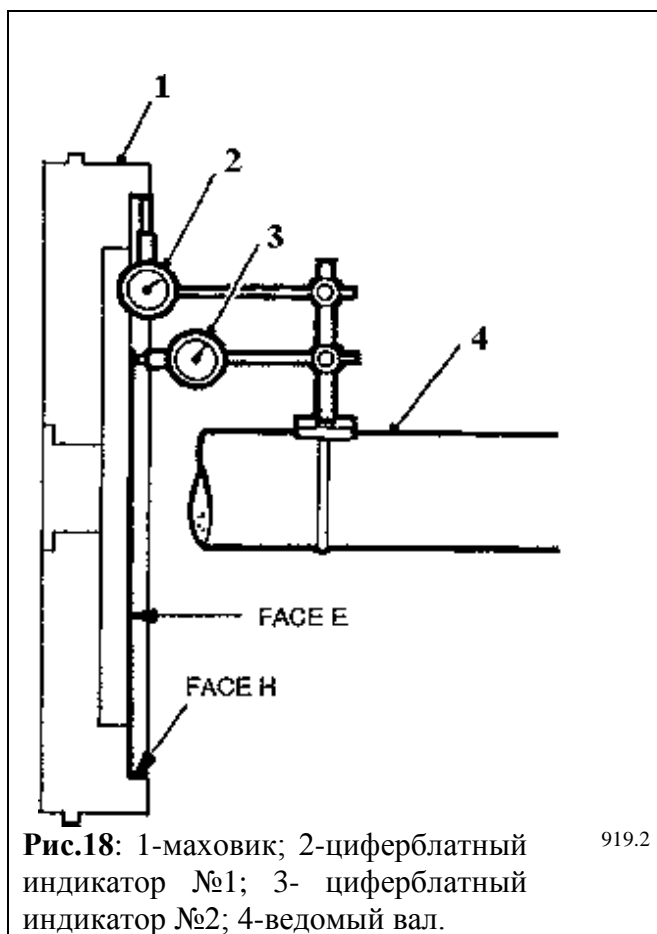


Рис.18: 1-маховик; 2-циферблатный индикатор №1; 3- циферблатный индикатор №2; 4-ведомый вал.

919.2

(b) Осевое биение из-за несоосности, измеряемое индикатором 1.

Эта регулировка позволяет добиться соосности осей маховика и ведомого вала (т.е., совместить их оси на одной линии). Осевое биение также состоит из двух компонент. Горизонтальная определяется показаниями индикатора в положениях «3 часа» и «9 часов». Она корректируется смещением всего приводного агрегата в сторону отрицательного значения. Вертикальная компонента определяется показаниями индикатора в положениях «6 часов» и «12 часов». Если показания индикатора отрицательные в положении «12 часов», приводной агрегат поднимают, подкладывая под передние и задние опоры равное число регулировочных пластин. Если показания индикатора отрицательные в положении «6 часов», поднимают двигатель, подкладывая под передние и задние опоры равное число регулировочных пластин.

По окончании радиальное и осевое биения снова проверяются и при необходимости опять регулируются. Процедура повторяется, пока биения не будут устранены, после чего **всегда** выполняется окончательная проверка.

Регулировки при установке должны выполняться с максимальной точностью, допускаемой движениями по основанию.

ПРИМЕЧАНИЕ: Коническое биение – функция радиального и осевого биений и прямой проверке не поддается.

Размер муфт Holset RB	Допуски на биения, мм		
	Осевые	Радиальные	Конические
2.15	0,45	0,30	0,10
3.86-55	0,60	0,30	0,10

Осевое смещение коленвала

При совмещении приводного агрегата с коленвалом двигателя важно, чтобы коленвал не подвергался действию осевой нагрузки, постоянно направленной в одну сторону, что грозит перегрузкой опорного подшипника. В этом случае вскоре после запуска двигателя возможна серьезная поломка.

При сборке с генератором с валом на одном или двух подшипниках, нужно проверить

осевое смещение коленвала, которое должно находиться в пределах, указанных ниже.

<u>Двигатель</u>	<u>Осевое смещение нового коленвала</u>
4006/8	0,13...0,48 мм
4012/16	0,13...0,51 мм

Чтобы подтвердить совместимость двигателя и генератора, необходим также анализ крутильных колебаний.

Серия двигателя	Максимальный вес вращающихся деталей (кг)
4006	1000
4008	1000
4012	1700
4016	1700

Нажимая рычагом на конец коленвала с маховиком, его можно смещать вперед и назад. Осевое смещение коленвала измеряют циферблатным индикатором, установленным в подходящем месте.

Подвешенный генератор с валом на одном подшипнике

Одноподшипниковый генератор крепится к корпусу маховика, а задняя часть его ротора опирается на подшипник, установленный в корпусе генератора. Передний конец ротора крепится болтами к маховику двигателя, поэтому часть веса ротора воспринимается задним опорным подшипником коленвала.

Важно помнить, что вес ротора должен частично восприниматься не только коленвалом двигателя, но и то, что вес генератора должен восприниматься и его собственными опорами.

Ни при каких обстоятельствах вес генератора не должен полностью передаваться на корпус маховика двигателя.

Для каждого двигателя существует предел величины веса, который может им восприниматься, поэтому тип генератора, подсоединяемого к двигателю, должен быть согласован с Perkins Engines (Stafford) Ltd.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ! ВАЖНО ПРАВИЛЬНО ПОДОБРАТЬ ДЛИНУ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ВИНТОВ ИЛИ БОЛТОВ. НЕДОСТАТОЧНАЯ ДЛИНА РЕЗЬБОВОЙ ЧАСТИ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К СРЫВУ РЕЗЬБЫ, А СЛИШКОМ ДЛИННАЯ РЕЗЬБОВАЯ ЧАСТЬ ПРИВЕДЕТ К УПОРУ КОНЦА БОЛТА В ДНО НЕСКВОЗНОГО ОТВЕРСТИЯ, ИЛИ ЗАХВАТУ ДЕТАЛЕЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ РЯДОМ.

Моменты затяжки болтов при монтаже двигателей 4000 серии

Соединяемые детали	Размер болта	Момент затяжки, Нм
Кронштейны двигателя и рама	M20	475
Генератор и корпус маховика	M12	98
Ведущий диск и маховик:		
муфта 2.15	M12	64
муфта 3.86	M16	155

УСТАНОВКА

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ !

ИСПОЛЬЗУЙТЕ ПОДХОДЯЩЕЕ
ГРУЗОПОДЪЕМНОЕ ОСНАЩЕНИЕ.
НЕ РАБОТАЙТЕ ОДИН.
ВСЕГДА ПРИМЕНЯЙТЕ СРЕДСТВА
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ.

При установке двигателя в ограниченном пространстве моторного отсека следует позаботиться об обеспечении свободного доступа к нему для проведения работ по плановому техническому обслуживанию:

а. Установка и удаление различных частей:

- Головка блока цилиндров
- Водяная помпа
- Маслоотстойник
- Крышка газораспределительного механизма
- Стартер и генератор
- Упругие опоры

б. Обслуживание, осмотр и замена деталей:

- Масляный фильтр
- Воздухоочиститель
- Воронка для заливки масла
- Воздушный сапун картера
- Масляный щуп
- Крышка радиатора и доступ для заливки жидкости.

Указания по установке

1. Избегайте применения пластмасс и других неподходящих материалов для топливных трубопроводов и соединений, в том числе гибких шлангов с металлической оплеткой, которая подвержена коррозии и износу, что грозит утечкой топлива.
2. Прокладывайте топливные трубопроводы дальше от горячих деталей выхлопной системы.
3. Изолируйте «сухие» системы выхлопа с помощью экранов, теплоизоляции и муфт вокруг гибких сочленений, и размещайте выхлопные трубы достаточно далеко от деревянных деталей.

ПРИМЕЧАНИЕ: Не изолировать сухой глушитель двигателя и турбокомпрессор.

4. Установите в моторном отсеке систему пожаротушения.

5. Аккумуляторы разместите в отдельном вентилируемом отсеке или ящике, сохранив доступ для обслуживания и применив как можно более короткий кабель к стартеру.
6. Обеспечьте возможность слива масла из маслоотстойника и установите снизу поднос для капающего масла.
7. Проверьте, чтобы вход в моторный отсек был достаточен для затаскивания внутрь и вытаскивания наружу дизель-генератора.
8. Обеспечьте необходимое освещение и наличие электрических розеток.
9. Грузовая траверса для технического обслуживания.
10. Обеспечьте возможность слива жидкости из системы охлаждения.
11. Установите в целях безопасности ограждения вокруг всех вращающихся валов.

Общие соображения

Выбирать помещение для установки двигателя следует с учетом следующих факторов:

(1) Достаточность пространства для силового агрегата, способность пола выдержать вес силового агрегата и наличие вентиляции, необходимой для подачи воздуха для сгорания топлива и охлаждения двигателя.

(2) Наличие топлива, воды для охлаждения и отвод выхлопных газов в атмосферу с сохранением давления на выходе не выше максимально допустимого.

(3) Возможность установки воздушного фильтра и глушителя в помещении без снижения эффективности двигателя. В противном случае либо придется смириться со снижением мощности двигателя, либо вынести воздушный фильтр и глушитель за пределы помещения.

(4) Если для размещения двигателя используется существующее строение, то проемы под вентиляционные жалюзи надо проделывать без нарушения структурной прочности конструкций здания.

(5) Шум от работы двигателя вместе с шумом выхлопных газов можно ослабить установкой защитных панелей и т.п., особенно при работе в жилой зоне.

Цветовое кодирование

Вода	Травяной зеленый
Масло и дизтопливо	Коричневый
Газы	Желтый охряной
Электрооборудование	Оранжевый
Отвод использованной воды	Черный
Конденсат	Травяной зеленый
Первичное охлаждение	Травяной зеленый
Подвод горячей воды	Травяной зеленый

ТИПОВОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ С ЖИДКОСТНЫМ ОХЛАЖДЕНИЕМ

Типовая схема размещения двигателя с жидкостным охлаждением и генератора с сопутствующим оборудованием в закрытом помещении дана, как пример, на **рис.19**.

Важно, чтобы горячий воздух от радиатора выводился наружу, а не циркулировал внутри помещения; это будет способствовать сохранению в помещении температуры, достаточно низкой для работы двигателя с полной мощностью (см. стр.32 ниже).

В случае установки на виброизолирующих опорах, выпускной тракт двигателя должен быть подвешен к потолку и соединен с его выпускным коллектором гибким элементом.

То же относится к трубам отвода горячего воздуха и любым другим магистралям, соединяемым с двигателем и генератором, например, топливным и электрическим.

Топливный бак суточного расхода заполняется из резервного бака, расположенного вне помещения.

ПРИМЕЧАНИЕ: Топливо из дренажной магистрали двигателя должно отводиться в резервный топливный бак, а не в бак суточного расхода, чтобы избежать разогрева топлива.

Стартерные аккумуляторы в период простоя агрегата должны быть полностью заряжены сетевым заряжающим устройством, встроенным в щит управления.

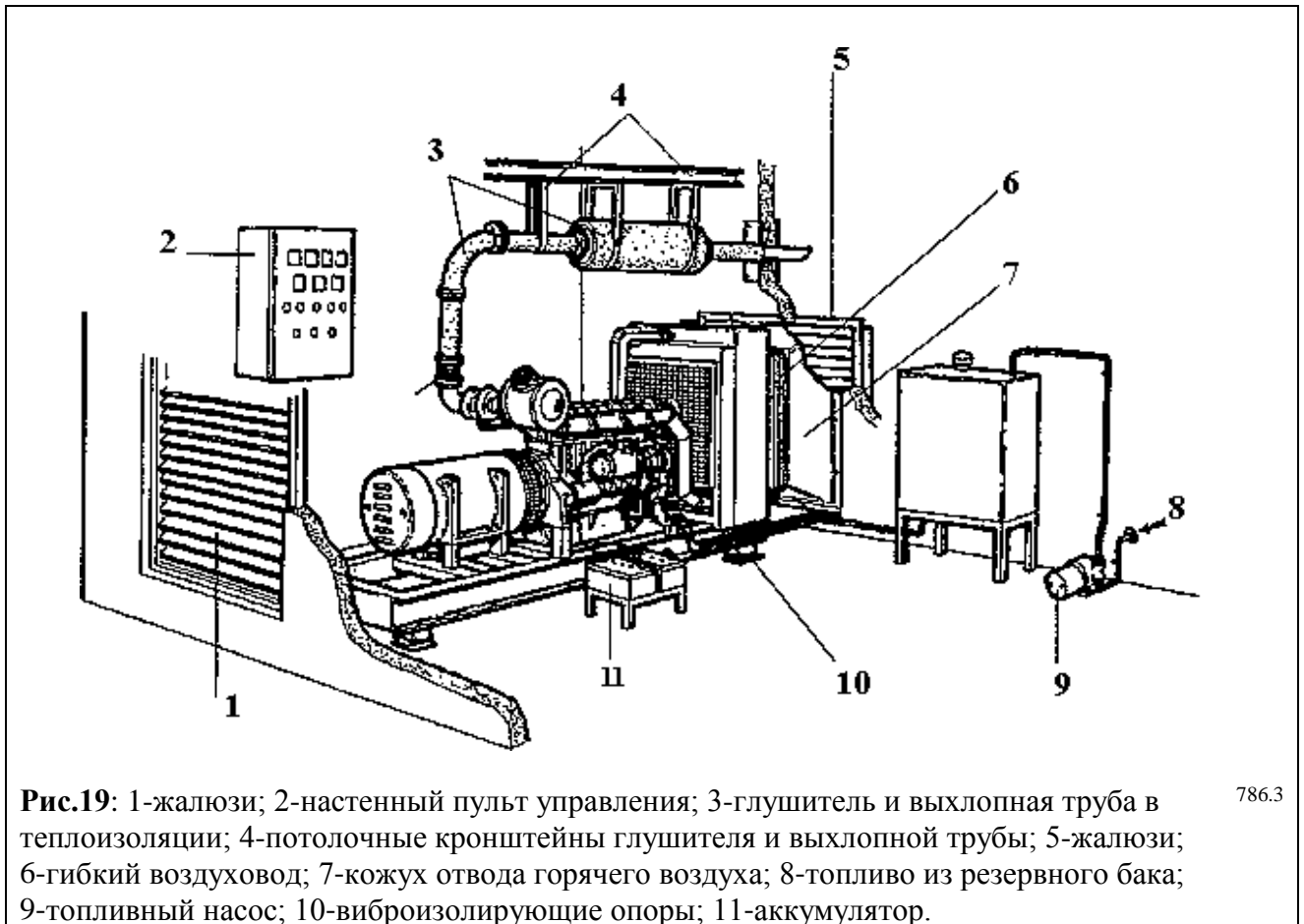


Рис.19: 1-жалюзи; 2-настенный пульт управления; 3-глушитель и выхлопная труба в теплоизоляции; 4-потолочные кронштейны глушителя и выхлопной трубы; 5-жалюзи; 6-гибкий воздуховод; 7-кожух отвода горячего воздуха; 8-топливо из резервного бака; 9-топливный насос; 10-виброизолирующие опоры; 11-аккумулятор.

786.3

ВЕНТИЛЯЦИЯ ПОМЕЩЕНИЯ

Если в помещении установлен агрегат с радиатором охлаждения, следует нагретый воздух отводить наружу, а свежий прохладный воздух подавать извне, по возможности избегая циркуляции воздуха внутри помещения. На **рис.20** показано наиболее выгодное положение двигателя по отношению к стенам помещения. Задача - подать воздух к агрегату в как можно более низкую точку, обеспечить его прохождение через радиатор и отвести из помещения.

Нельзя устанавливая агрегат, помещать радиатор прямо в проем в стене. При работе часть горячего воздуха будет вновь засасываться вентилятором через щели между стеной и радиатором.

Это приведет к недостаточному охлаждению и возникновению проблемы перегрева.

Свободное сечение проема для отвода нагретого воздуха должно быть на 25% больше фронтальной площади охлаждающей поверхности радиатора и иметь такое же прямоугольное сечение.

Кожух воздуховода из листового металла или пластика крепится к раме, устанавливаемой в стенном проеме, и соединяется гибким сочленением с фланцем радиатора. Гибкое сочленение особенно необходимо, если агрегат установлен на плавающем фундаменте или виброизолирующих опорах.

Свободное сечение проема для подвода свежего воздуха также должно быть больше фронтальной площади охлаждающей поверхности радиатора не менее, чем на 25%.

Проектируя проемы для подвода и отвода воздуха нужно иметь в виду, что сопротивление, которое может преодолевать вентилятор радиатора, ограничено, т.е. «сопротивление всасывания + сопротивление отвода»: эту величину не следует превышать, иначе эффективность охлаждения будет снижаться.

Впускной и выпускной проемы обычно должны оборудоваться сетками, жалюзи, шумозащитными экранами или внутренними и внешними кожухами. Любое из этих устройств повышает аэродинамическое сопротивление, поэтому свободное сечение проема должно быть соответственно увеличено.

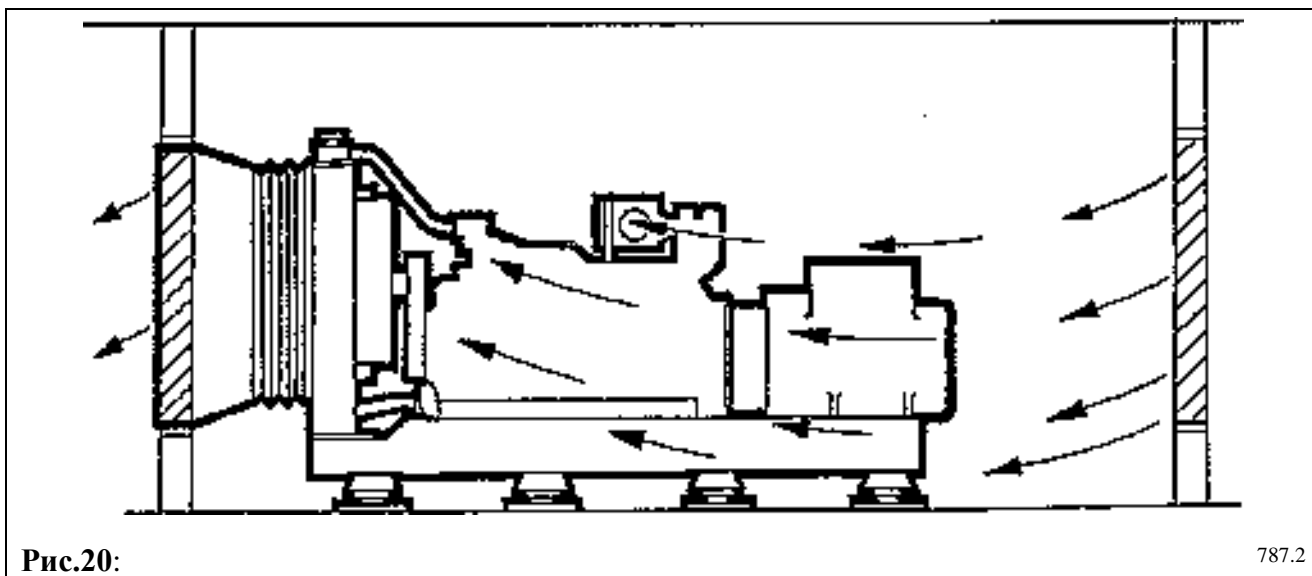


Рис.20:

787.2

Пример

При фронтальной площади охлаждающей поверхности радиатора равной 1,44 кв.м, свободное сечение проема должно составить 1,80 кв.м, а при установке сетки оно должно быть увеличено до 2,25 кв.м (см. рис.. 21).

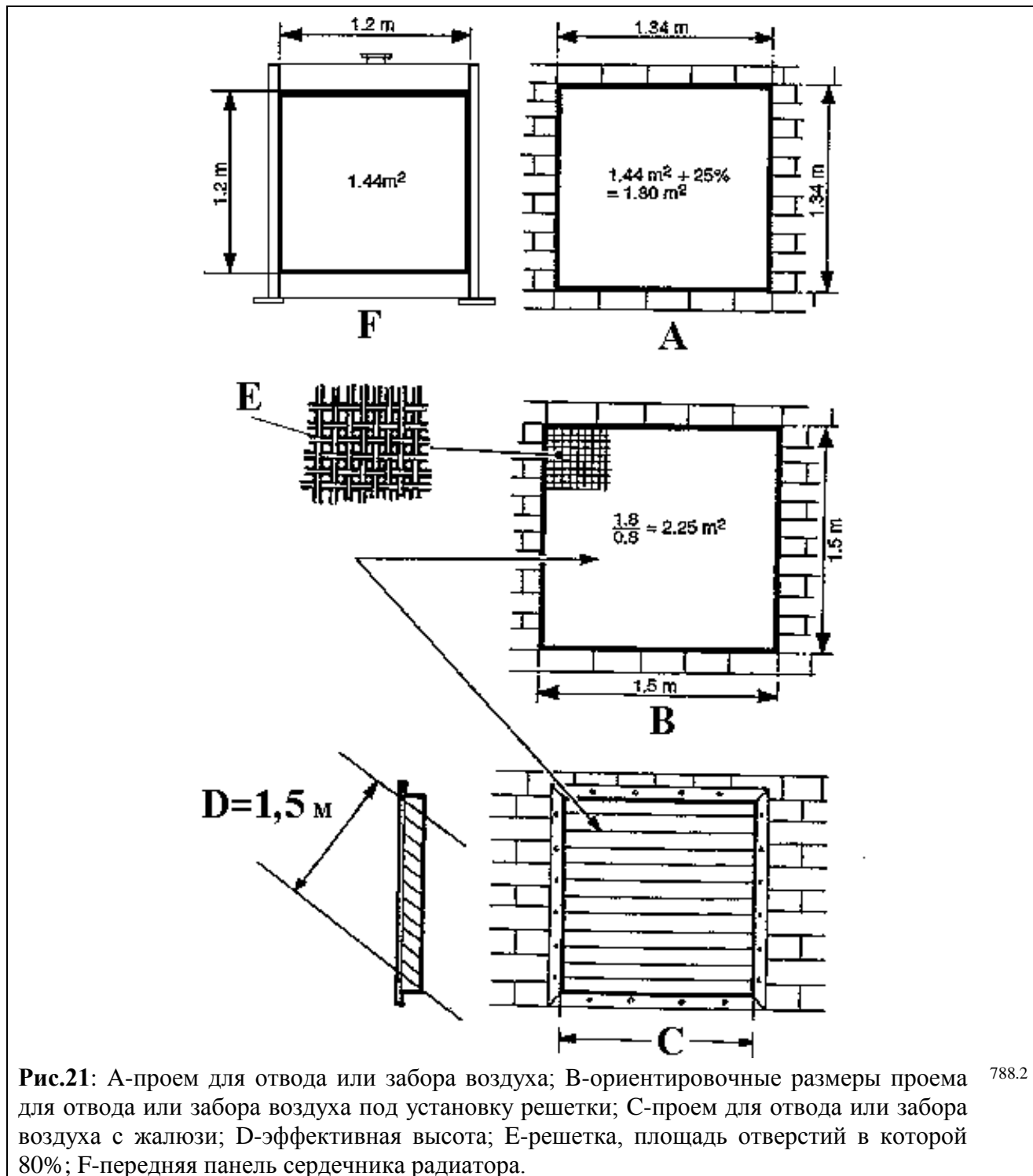


Рис.21: А-проем для отвода или забора воздуха; В-ориентировочные размеры проема для отвода или забора воздуха под установку решетки; С-проем для отвода или забора воздуха с жалюзи; D-эффективная высота; E-решетка, площадь отверстий в которой 80%; F-передняя панель сердечника радиатора. 788.2

Поток воздуха, засасываемый вентилятором радиатора, обычно достаточен для удовлетворительной вентиляции помещения. Как видно на **рис.20** генератор охлаждается свежим воздухом из потока, проходящего над ним, а затем над двигателем и его воздушным фильтром. Вентилятор радиатора прогоняет через его решетку и выталкивает воздух наружу. На пути от радиатора к дефлектору и далее воздух не должен встречать препятствий.

Это лучшая из известных схема вентиляции, но, как показывает практика, лучшее не всегда возможно. На **рис.22** показан высоко расположенный проем для подачи свежего воздуха. Такое расположение приемлемо, если кожух направляет воздух на торец генератора и имеет то преимущество, что предотвращает скапливание нагретого воздуха у потолка.

На **рис.23** показан проем для подачи свежего воздуха, расположенный высоко и под прямым углом к потоку воздуха, создаваемому вентилятором. Эта компоновка **неверна** и ее вообще не следует принимать во внимание. При таком расположении проема воздух не будет охлаждать генератор и воздушный фильтр двигателя, что вызовет повышение рабочей температуры, если не будет снижена нагрузка.

Если повышения температуры в помещении двигателя нельзя избежать, нужно проверять температуру воздуха, подаваемого к воздушному фильтру, и снизить нагрузку на агрегат или уменьшить мощность генератора (**см. стр.84**).

Можно также установить воздушный фильтр в месте, где есть прохладный воздух, и соединить его воздуховодом с впускным коллектором соответствующего диаметра. Падение давления в воздуховоде и фильтре с новым элементом не должно превышать 18 мм ртутного столба. Это позволит избежать падения мощности.

При появлении проблем с эффективностью радиатора следует поставить перед отделом эксплуатации (Applications Department) Perkins Engines (Stafford) Ltd вопрос о поиске экономичного варианта размещения агрегата.

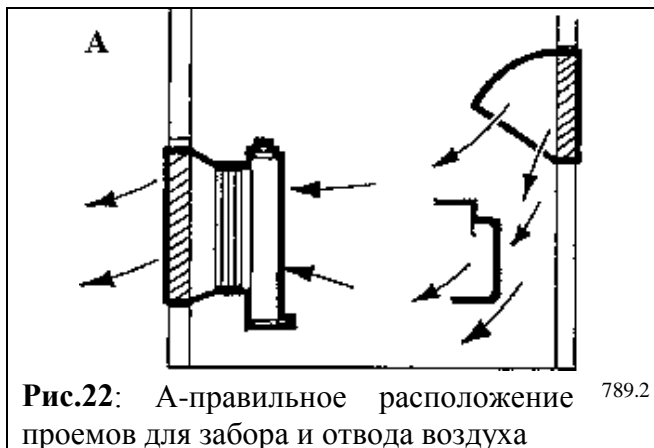


Рис.22: А-правильное расположение проемов для забора и отвода воздуха 789.2

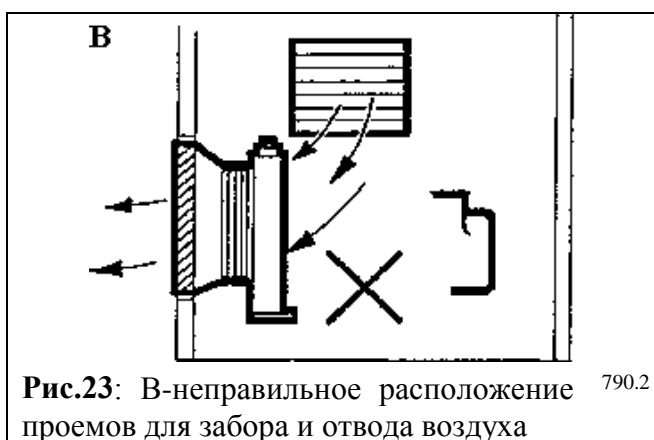


Рис.23: В-неправильное расположение проемов для забора и отвода воздуха 790.2

ОТВОД ВОЗДУХА С УЧЕТОМ РОЗЫ ВЕТРОВ

При выборе положения проема для отвода воздуха следует обратить внимание на направление господствующего ветра. Все двигатели Perkins Engines (Stafford) Ltd оснащены вентиляторами, нагнетающими воздух в сторону радиатора и отводного проема в стене. Господствующий ветер, дующий навстречу отводимому воздуху, снижает эффективность работы вентилятора и, как следствие, уменьшает поток охлаждающего воздуха. Поэтому проем, если возможно, не следует, делать в наветренной стене. Если выполнить это не удастся, можно использовать и другие приемы:

- (1) Повернуть раструб наружной части отводного кожуха на 90° к потоку отводимого воздуха.
- (2) Поставить напротив наружного раструба отводного кожуха отклоняющий экран (см. рис.24 и 25).

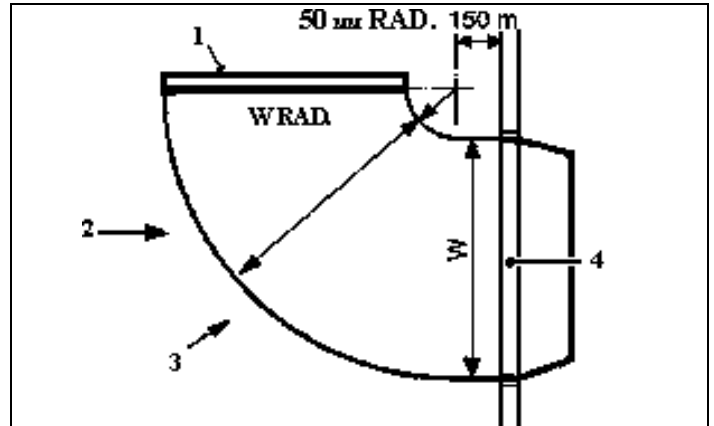


Рис.24: 1-жалюзи для отвода горячего воздуха; 2- господствующий ветер; 3- защитный кожух; 4-проем без жалюзи. W-ширина проема.

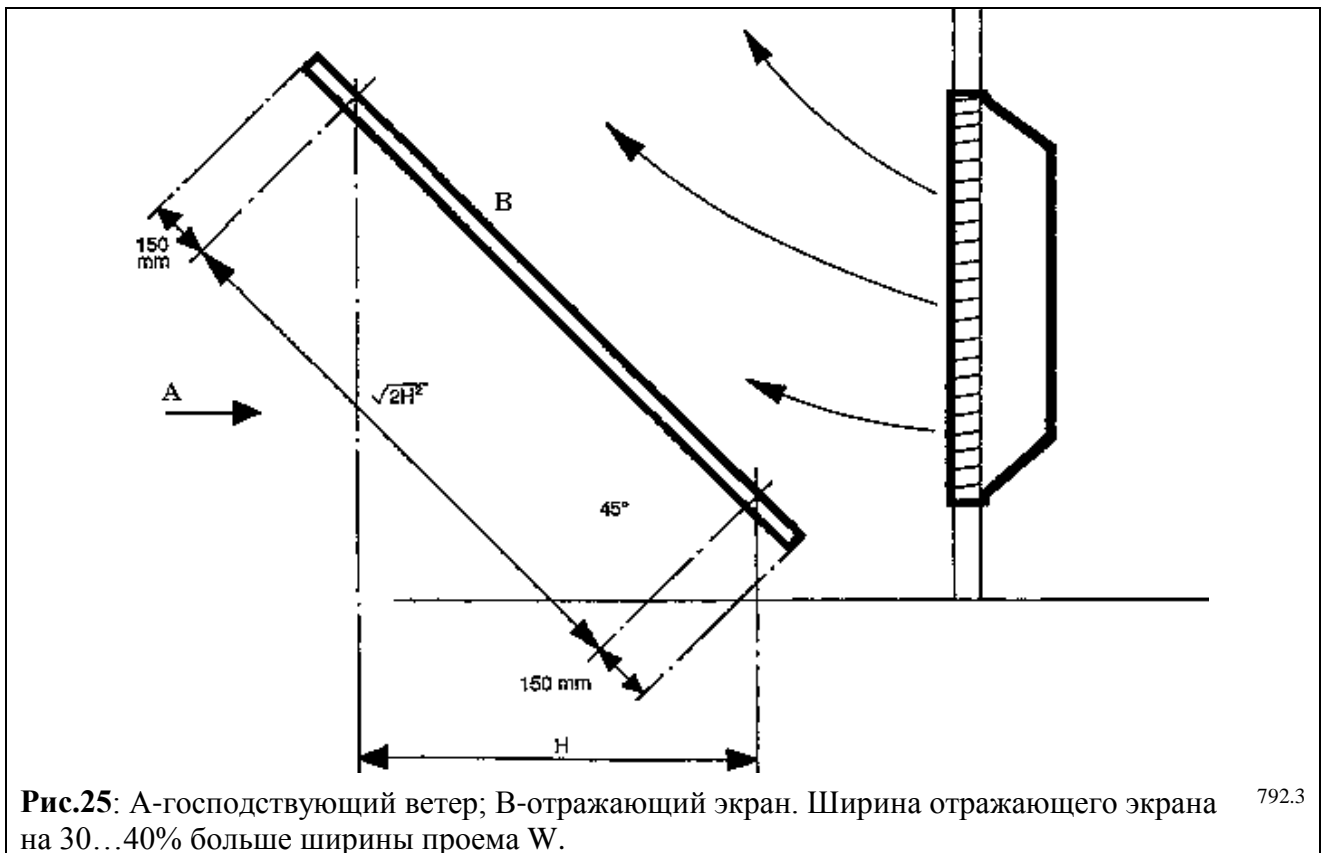


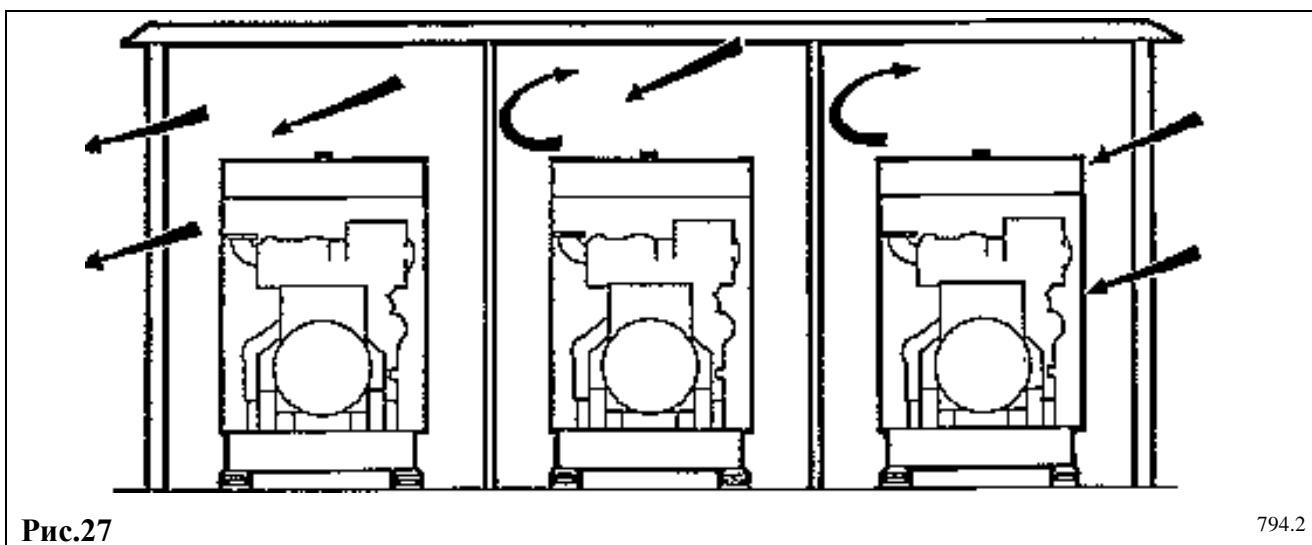
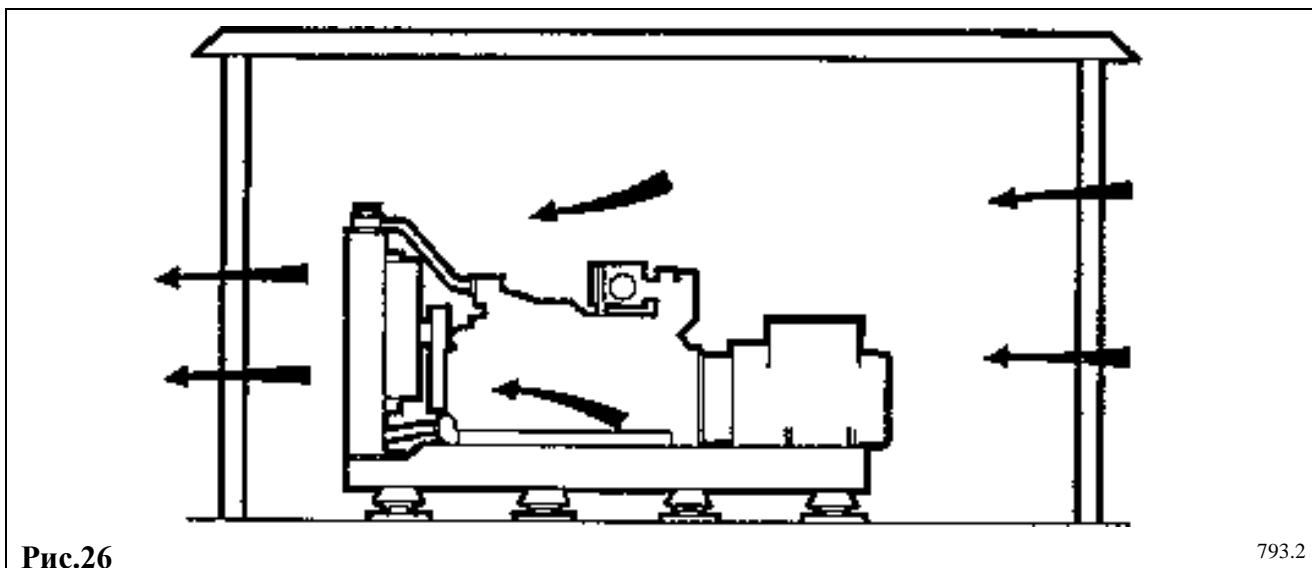
Рис.25: А-господствующий ветер; В-отражающий экран. Ширина отражающего экрана на 30...40% больше ширины проема W.

ВЕНТИЛЯЦИЯ В ТРОПИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Для обеспечения вентиляции моторного отсека в тропических условиях его боковые стороны оставляют открытыми или просто сооружают навес на стойках, см. **рис.26**.

Такой навес не защищает от проливного дождя, пыли или песка.

Когда в открытом помещении размещают несколько двигателей, между ними должны быть возведены перегородки, чтобы исключить перенос горячего воздуха от одного двигателя к другому. При этом следует позаботиться о пространстве для обслуживания двигателя или экранировать только наветренную сторону.



**ПРИНУДИТЕЛЬНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ
ПОМЕЩЕНИЯ (Удаленный радиатор)**

Если радиатор удален от двигателя (см. стр.45-46), вопросу вентиляции моторного отсека следует уделить особое внимание.

Первое – выхлопной тракт двигателя должен быть покрыт теплоизоляцией, чтобы уменьшить тепловое излучение.

Для улучшения принудительной вентиляции обычно используют два электрических вентилятора. Один вентилятор нагнетает свежий воздух в помещение, и его устанавливают со стороны генератора.

Второй вентилятор вытягивает нагретый воздух из помещения, и его устанавливают со стороны двигателя и над ним (см. рис.28).

Если нагнетаемый свежий воздух не попадает на генератор, двигатель или радиатор, на впускном проеме монтируется воздуховод. Он направляет воздух на генератор и вдоль двигателя к вытяжному вентилятору. Если на высоко расположенном впускном проеме воздуховод не установлен, поток воздуха пройдет к вытяжному вентилятору, не охлаждая дизель-генератор.

Если проем для забора воздуха достаточно велик и правильно расположен, можно обойтись без нагнетающего вентилятора.

Вытяжной вентилятор должен создавать разрежение, достаточное для преодоления сопротивлений воздушному потоку во впускных и выпускных жалюзи и воздуховоде, если такой имеется.

Рекомендуется следить, чтобы температура в помещении, где установлен двигатель, не поднималась выше 38°C. Если температура окружающего воздуха выше этой величины, то превышение температуры внутри над температурой поступающего воздуха не должно быть больше 8°.

Если температура снаружи низкая, например 10°, то превышение температуры внутри над температурой поступающего воздуха должно быть не менее 28°.

Нужное количество воздуха рассчитывается следующим образом:

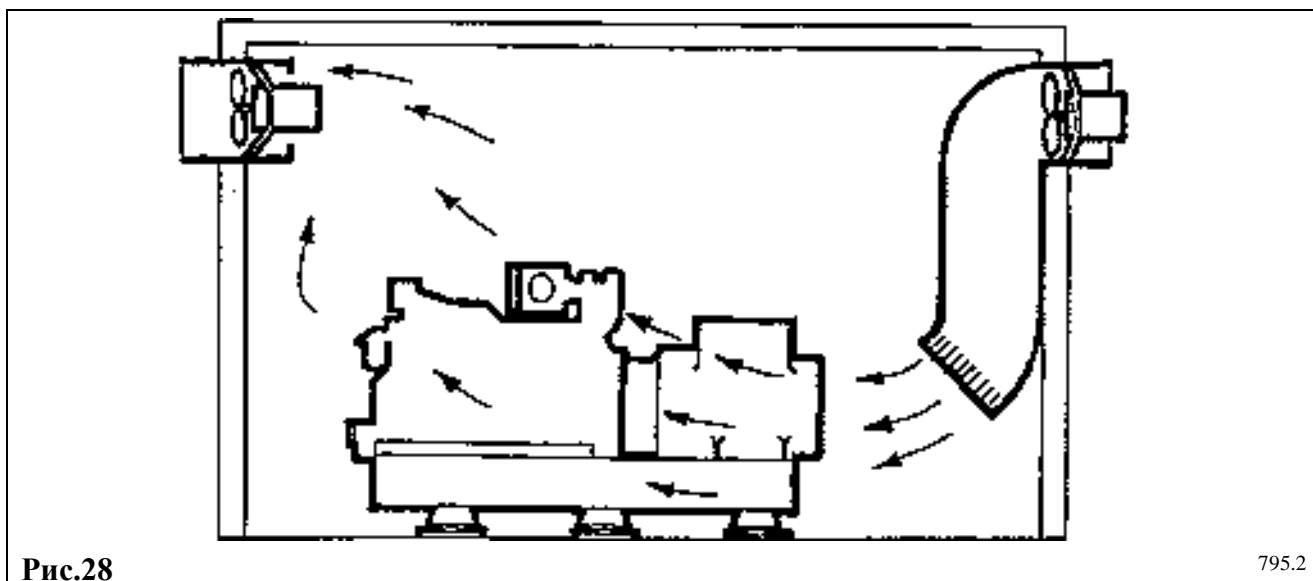


Рис.28

795.2

Превышение температуры в помещении для двигателя над температурой окружающего воздуха наиболее удобно для расчета нужного воздушного потока. Расход воздуха, обеспечивающий заданный перепад температур внутри и снаружи помещения рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{воздуха}} = \frac{D_{\text{излуч}}}{0,0167 \times \gamma_{\text{воздуха}} \times dT},$$

где: $V_{\text{воздуха}}$ – необходимый расход воздуха, куб.м/мин; $D_{\text{излуч}}$ – общая мощность теплового излучения, кВт; $\gamma_{\text{воздуха}}$ – плотность воздуха на входе в помещение, кг/куб.м; dT – заданный перепад температур внутри и снаружи помещения, °С.

ПЛОТНОСТЬ ВОЗДУХА ПРИ РАЗНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Температура °С	Плотность, кг/куб.м
0	1,30
5	1,27
10	1,25
15	1,23
20	1,20
25	1,18
30	1,16
35	1,15
40	1,13
45	1,11
50	1,09
55	1,08

Общее количество излучаемого тепла складывается из тепла, излучаемого двигателем, генератором и всеми другими источниками тепла в помещении. Его можно определить по таблицам на **стр.39 и 40**.

Объем воздуха, нужного для организации процесса сгорания, приводится в **Справочнике продукции (Product Information Manual)** для соответствующего двигателя.

Общий расход воздуха складывается из воздуха, нужного для вентиляции, и воздуха, необходимого для процесса сгорания.

ТЕПЛО, ИЗЛУЧАЕМОЕ ДВИГАТЕЛЕМ И ТИПОВЫМ ГЕНЕРАТОРОМ

При работе в течение одного часа и температуре окружающего воздуха 25°C

Двигатель	Скорость генератора, об/мин				Скорость двигателя, об/мин			
	1000	1200	1500	1800	1000	1200	1500	1800
4006TG	17,3	24,1	28,6	28,6	36,0	38,0	41,0	42,0
4006TWG	25,2	29,6	33,2	33,2	36,0	39,0	42,0	41,0
4006TWG3	-	-	35,0	37,4	-	-	93,0	103,0
4006TAG1	-	-	36,2	31,4	-	-	43,0	46,0
4006TAG2	29,0	33,2	33,8	36,2	44,0	47,0	52,0	52,0
4006TAG3	-	-	39,8	37,0	-	-	56,0	59,0
4006TEG	-	-	33,7	36,2	-	-	43,0	52,0
4008TWG2	-	-	44,3	40,2	-	-	66,0	56,0
4008TAG	-	-	42,7	38,8	-	-	70,0	76,0
4008TAG1	41,6	48,6	41,6	39,9	57,0	67,0	92,0	101,0
4008TAG2	46,3	54,0	46,6	44,7	73,0	92,0	100,0	100,0

Предостережение: Данными таблицы не следует пользоваться при утилизации тепла.

ТЕПЛО, ИЗЛУЧАЕМОЕ ДВИГАТЕЛЕМ И ТИПОВЫМ ГЕНЕРАТОРОМ

При работе в течение одного часа и температуре окружающего воздуха 25°C

Двигатель	Скорость генератора, об/мин				Скорость двигателя, об/мин			
	1000	1200	1500	1800	1000	1200	1500	1800
4012TWG	36,3	39,3	49,1	-	-	94,0	102,0	-
4012TWG2	-	-	60,4	52,0	-	-	149,0	191,0
4012TAG	41,7	45,5	59,1	-	77,0	94,0	102,0	-
4012TAG1	-	-	62,5	51,3	-	-	151,0	126,0
4012TAG2	49,6	55,6	65,0	62,2	133,0	135,0	139,0	141,0
4012TEG	-	45,5	59,1	-	-	94,0	102,0	-
4012TEG2	-	-	71,2	-	-	-	141,0	-
4016TWG	-	52,9	67,2	-	-	84,0	97,0	-
4016TWG2	-	-	80,6	-	-	-	166,0	-
4016TAG	-	51,4	72,7	-	-	123,0	125,0	-
4016TAG1	-	-	75,8	-	-	-	127,0	-
4016TAG2	66,0	77,0	82,7	-	-	153,0	172,0	-
4016TEG	-	64,4	70,9	-	-	92,0	114,0	-
4016TEG1	-	-	84,6	-	-	-	110,0	-
4016TEG2	-	-	94,0	-	-	-	137,0	-

Предостережение: Данными таблицы не следует пользоваться при утилизации тепла.

ТИПОВОЙ ВАРИАНТ УСТАНОВКИ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

При установке нескольких двигателей следуют тем же основным принципам, что и при установке одного двигателя. Каждая машина должна стоять на независимом фундаменте и иметь собственный выпускной тракт, как показано на **рис. 29**.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ВЫХЛОПНЫЕ ГАЗЫ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ НЕЛЬЗЯ СВОДИТЬ В ОДИН ВЫПУСКНОЙ ТРАКТ, ТАК КАК ЭТО ОЧЕНЬ ОПАСНО И МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ ПОЛОМКУ ДВИГАТЕЛЯ.

Глушитель должен крепиться к потолочной конструкции, а его крепежные кронштейны не должны мешать тепловому расширению труб. Между выхлопной трубой двигателя и жесткой частью выпускного тракта нужно вставить гибкие соединения или сильфоны, особенно, если дизель-генератор установлен на виброизолирующих опорах. Длина и число изгибов выпускного тракта должны быть минимальными, чтобы сопротивление движению выхлопных газов по трубопроводу не превышало рекомендуемых значений. Если по объективным причинам добиться этого нельзя, следует соответствующим образом увеличить диаметр труб выпускного тракта.

НЕЛЬЗЯ НАПРАВЛЯТЬ ВЫХЛОПНЫЕ ГАЗЫ В НЕ ИСПОЛЬЗОВАВШИЙСЯ ДО ЭТОГО ДЫМОВОД БЕЗ ПРОВЕРКИ ЕГО ГЕРМЕТИЧНОСТИ.

Между радиатором и проемом в стене для отвода нагретого воздуха нужно установить кожух, выводящий воздушный поток из помещения. Длина кожуха должна быть минимальной, чтобы его сопротивление движению воздуха не превышало значений, рекомендуемых Perkins Engines (Stafford) Ltd, см. **Справочник продукции** (Product Information Manual).

Топливный бак суточного расхода должен устанавливаться как можно ближе к двигателю, причем его днище должно находиться не ниже входного патрубка системы питания двигателя.

Топливо из дренажной магистрали должно отводиться в резервный бак, расположенный вне помещения, чтобы избежать разогрева бака суточного расхода (**см. Системы питания**).

ТИПОВОЙ ВАРИАНТ УСТАНОВКИ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ С УДАЛЕННЫМ РАДИАТОРОМ

Выбор варианта установки связан с типом здания и размерами выделенного помещения, поэтому более удобным может оказаться общий для всех двигателей удаленный радиатор охлаждения, как показано на **рис.30**. При этом должна быть сделана поправка на увеличение гидравлических сопротивлений в трубопроводах, объединяющих системы охлаждения в одно целое. Для компенсации дополнительных сопротивлений увеличивают диаметры труб и шлангов общей части систем охлаждения, обеспечивая тем самым подачу к каждому двигателю требуемого количества жидкости. Размер радиатора должен соответствовать суммарному объему жидкости во всех системах охлаждения и суммарному количеству тепла, отводимому от всех агрегатов.

Помещение для двигателей должно проветриваться нагнетающим и вытяжным электровентиляторами, установленными в стенных проемах (**рис.28**), чтобы обеспечить отвод тепла, излучаемого двигателем и генератором (**таблицы на стр.38-40**).

Емкость топливного бака суточного расхода должна обеспечивать потребность всех установленных двигателей, а лишнее топливо от форсунок должно отводиться в резервный топливный бак, чтобы не допустить нагрева топлива выше 57°C. (**См. Системы питания**).

Аккумуляторы должны располагаться как можно ближе к стартеру, иначе следует увеличить сечение соединяющих их кабелей. Также важно предусмотреть возможность демонтажа одного из агрегатов без нарушения работоспособности общих систем питания и охлаждения.

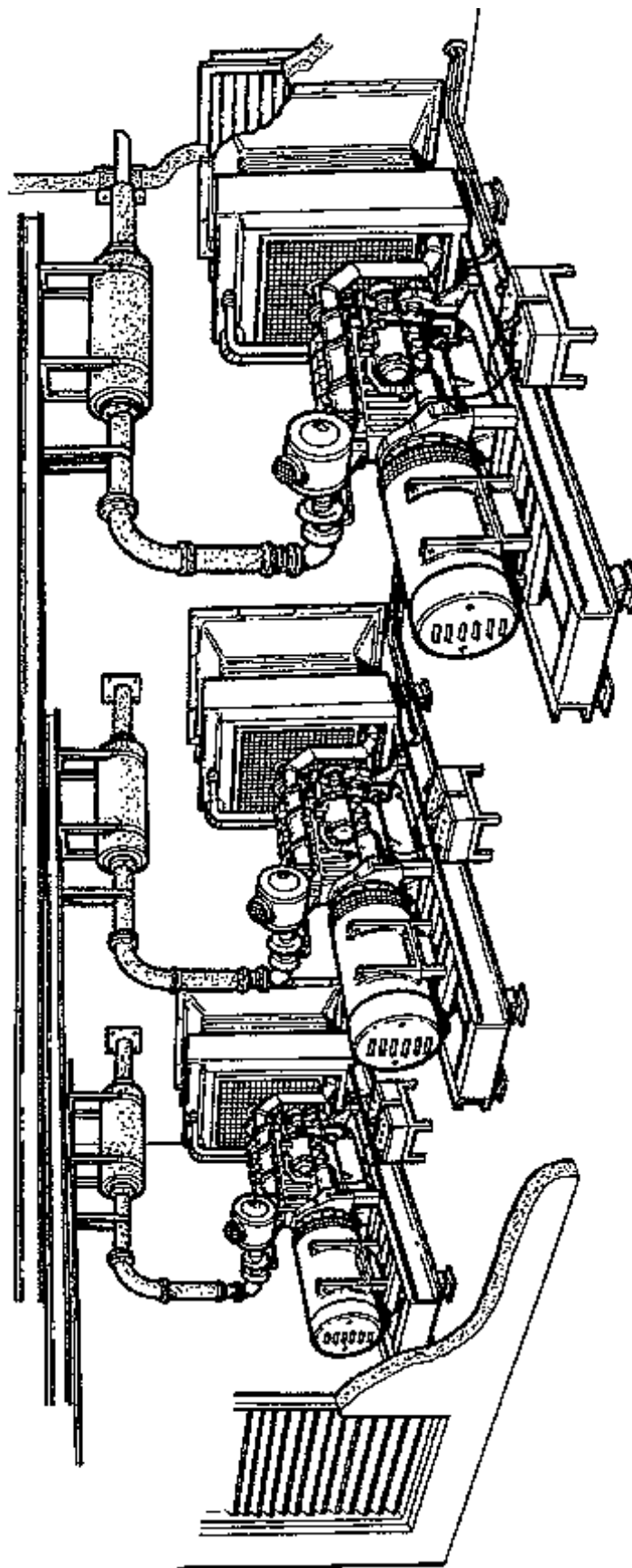


Рис.29

796.2

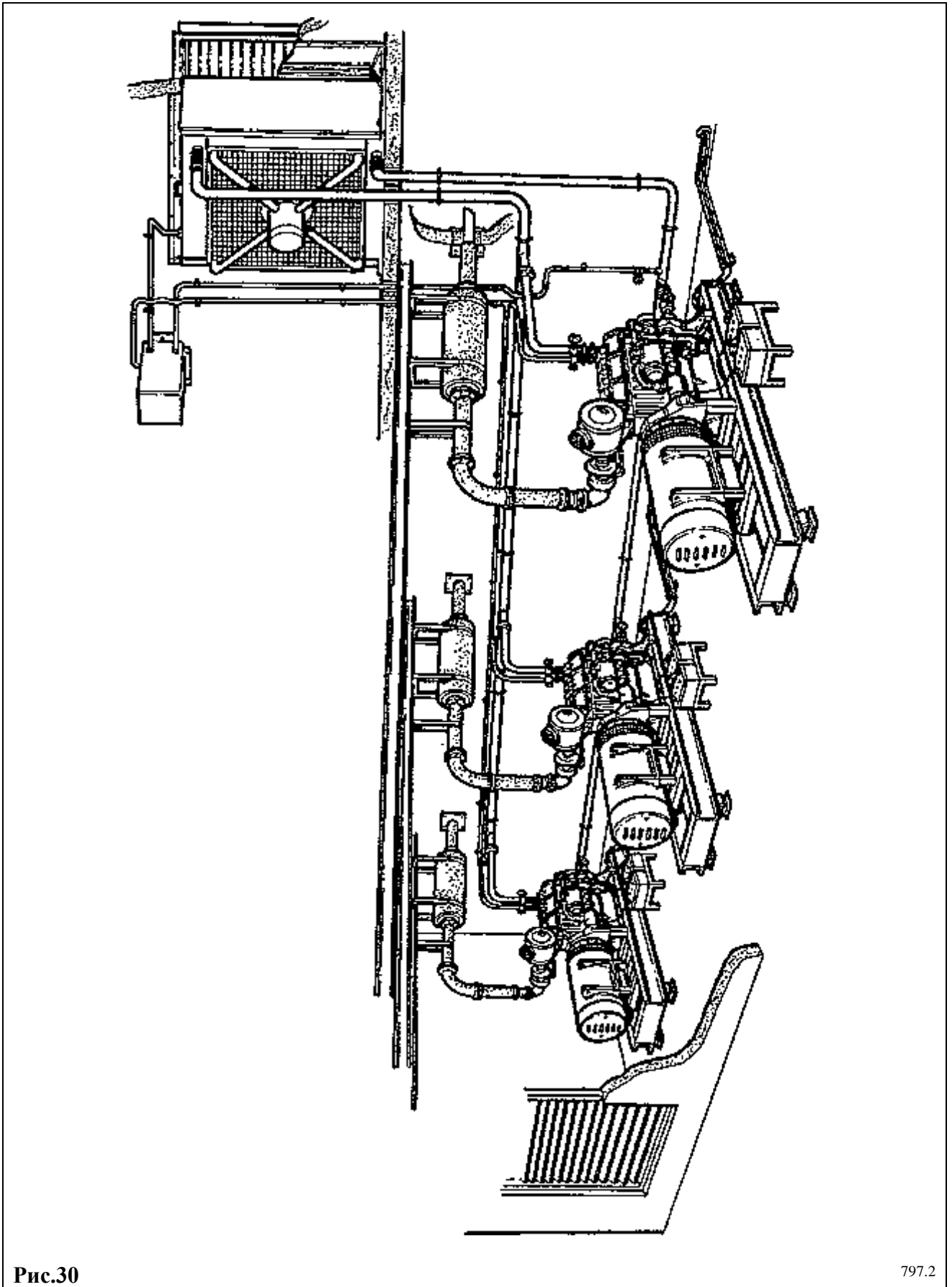


Рис.30

797.2

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ОТКРЫТЫЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ ДЕТАЛИ И РЕМНИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ЗАЩИЩЕНЫ ОГРАЖДЕНИЯМИ.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Нормальная работа дизельного двигателя невозможна без эффективного охлаждения.

В обычных системах охлаждения помпа, работающая от двигателя, заставляет охладитель двигаться через масляный радиатор, рубашку охлаждения двигателя, головку блока цилиндров и термостат.

Затем горячая жидкость из двигателя поступает в верхний бачок радиатора, проходит через его сердцевину и из нижнего бачка засасывается помпой. В системе поддерживается давление 0,5...0,7 бар. Сердцевина радиатора, через которую проходит жидкость, охлаждается воздухом, нагнетаемым вентилятором, работающим от двигателя. **(См. Рекомендуемая для двигателя схема циркуляции жидкости).**

В двигателях с турбонаддувом охлаждается и воздушный заряд, поступающий во впускной коллектор двигателя из турбокомпрессора.

Если воздушный заряд охлаждается воздухом (двигатели серии TAG), то между обычным радиатором и вентилятором устанавливается добавочный радиатор. Общий вентилятор прогоняет воздух через сердцевину каждого из радиаторов. Воздуховоды увеличенного диаметра подводят горячий воздушный заряд к добавочному радиатору, в сердцевине которого он охлаждается, и откуда через воздуховоды большого диаметра поступает во впускной коллектор двигателя.

Поток охлаждающего воздуха сначала поступает к радиатору охлаждения воздушного заряда. **(См. Рекомендуемая для двигателя схема циркуляции жидкости).**

При жидкостном охлаждении (двигатели серии TWG) воздушный заряд перед подачей во впускной коллектор охлаждается в закрепленном на двигателе радиаторе, жидкость в который подается водяной помпой двигателя. **(См. Рекомендуемая для двигателя схема циркуляции жидкости).**

При охлаждении воздушного заряда сырой водой (двигатели серии TEG) нужна еще одна водяная помпа, которая обеспечивает циркуляцию сырой воды в закрепленном на двигателе радиаторе, где воздушный заряд охлаждается перед подачей во впускной коллектор двигателя. **(См. Рекомендуемая для двигателя схема циркуляции жидкости).**

Варианты систем охлаждения, описанных выше, могут включать удаленные радиаторы, охлаждающие башни, теплообменники и специальные радиаторы. Все они будут рассмотрены ниже.

РАДИАТОРЫ (с приводом вентилятора от двигателя)

Perkins Engines (Stafford) Ltd поставляет радиаторы (для серии TEG не пригодны) для любого типа двигателей семейства.

Даже если двигатель правильно установлен в помещении, температура охлаждающего воздуха перед вентилятором выше, чем температура воздуха снаружи. Причиной этого является тепловое излучение двигателя, приводного агрегата и выпускного тракта, нагревающее воздух внутри помещения. В дизель-генераторе воздух помещения захватывается вентилятором генератора и нагревается, охлаждая его узлы, что также должно учитываться при проектировании радиатора. Клиенты, выбирающие радиатор самостоятельно, должны убедиться, что он рассчитан на температуру охлаждающего воздуха перед входом на вентилятор, а не на температуру воздуха снаружи помещения.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЕНТИЛЯТОРА

Расчет производительности вентилятора следует выполнять с учетом того, что при установке двигателя в помещении воздушный поток испытывает сопротивление движению, дополнительное к сопротивлению обдува радиатора.

Сопротивление движению воздуха также возникает на входе в помещение и на выходе из него.

Радиаторы и вентиляторы Perkins Engines (Stafford) Ltd, обеспечивающие охлаждение двигателя, работающего с нагрузкой 110%, или аварийной большей, рассчитаны только на сопротивление обдува радиатора.

Увеличение сопротивления допустимо до тех пор, пока поток охлаждающего воздуха не достигнет минимально безопасного уровня, обеспечивающего охлаждение двигателя. Этот прирост сопротивления, который можно рассчитать, известен как «Общее допустимое внешнее сопротивление на вентиляторе» т.е. «сумма сопротивлений на входе в вентилятор и на выходе из него». См. **Справочник продукции** (Product Information Manual).

УДАЛЕННЫЙ РАДИАТОР (только серия TWG)

В ряде случаев из-за недостатка места, требований охраны окружающей среды и т.д. радиатор приходится устанавливать на верхнем уровне далеко от двигателя. На **рис.31** показана типовая схема установки.

При установке радиаторов горизонтально свяжитесь с Отделом эксплуатации (Applications Department, Stafford).

Радиаторы, поставляемые Perkins Engines (Stafford) Ltd, могут вместе с вентилятором и двигателем образовывать единый агрегат. Это типовая комплектация производителя.

Проем в стене и кожух для отвода нагретого воздуха делается под такую комплектацию.

См. **рис.21**. Однако, жесткое крепление радиатора делает не нужной гибкую секцию кожуха.

Если агрегат стоит на упругих опорах, нужны гибкие вставки в трубы системы охлаждения, подсоединяемые к двигателю.

Для завершения системы охлаждения в нее следует включить расширительный подпиточный бачок.

Обычная система охлаждения с радиатором работает под давлением 0,5...0,7 бар. Герметичная крышка и перепускной клапан переносятся из верхнего бачка радиатора в подпиточный бачок, чтобы обеспечить поддержание давления в системе. Горловину верхнего бачка радиатора следует герметизировать.

Емкость подпиточного расширительного бачка должна обеспечивать необходимое количество добавочной охлаждающей жидкости и пространство, достаточное для расширения жидкости в системе охлаждения. Пространство, достаточное для расширения жидкости, обычно равно 5...6% от общего объема жидкости в системе охлаждения.

При некоторых условиях, в период разогрева, возможны повышенные шум и вибрации в трубопроводах, соединяющих удаленный радиатор с двигателем. Причиной являются «холодные порции» жидкости, попадающие в двигатель из-за большого количества жидкости перед помпой и термостатом. Избежать этого эффекта можно, удалив обычный термостат и перепускной шланг, которыми укомплектован двигатель, и установив на трубопроводе между двигателем и радиатором термостат типа “Amot” (или аналогичный).

Если объем дополнительных труб превышает 50% объема рубашки охлаждения двигателя, рекомендуется установка внешнего термостата, подобно упомянутому выше.

При любом варианте компоновки следует учитывать его индивидуальные особенности, поэтому мы настойчиво рекомендуем согласовать проект внешней системы охлаждения с **Отделом эксплуатации** (Application Dept), направив в его адрес полный чертеж системы; в этом случае Вы получите наши рекомендации по наиболее выгодному месту установки внешнего термостата.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!
ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ ЗАДВИЖКИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ВСЕГДА ОТКРЫТЫ.

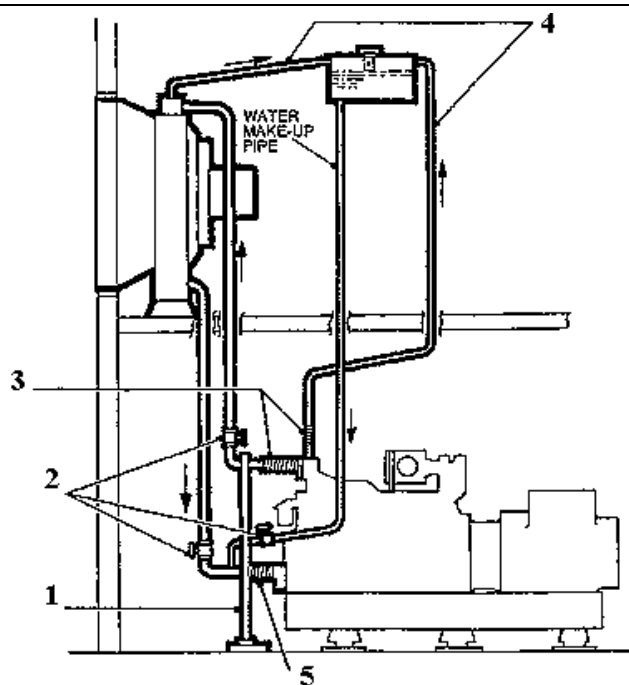


Рис.31: 1-опорная стойка трубы; 2-задвижки; 3-гибкие вставки; 4-трубы для вывода воздуха.

798.2

ЗАПОЛНЕНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ – НЕ ОТВОРАЧИВАЙТЕ КРЫШКУ ЗАЛИВНОЙ ГОРЛОВИНЫ ПОДПИТОЧНОГО БАЧКА, ПОКА ДВИГАТЕЛЬ НЕ ОСТЫЛ. НАДЕНЬТЕ ЛИЧНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ.

Заливная трубка опущена в бак на глубину, обеспечивающую необходимое воздушное пространство. При заполнении системы доливайте охлаждающую жидкость, пока она не покроет дно трубки. У верхнего края трубки нужно просверлить отверстие диаметром 3 мм, чтобы обеспечить выравнивание давления в бачке и трубке.

Предельная высота, на которой можно установить радиатор над двигателем, ограничивается статическим давлением, при котором уплотнение помпы удерживается в своем гнезде при неработающем двигателе.

Верхний бачок радиатора не устанавливают выше помпы более чем на 7 м, а подпитывающий бачок – не выше радиатора, чем на 0,5 м.

Во всех системах с удаленным радиатором, с расширителем или без, теплообменником и т.д. диаметр трубопроводов должен быть не меньше диаметра патрубка, подводящего жидкость к помпе, и патрубка, отводящего жидкость из рубашки охлаждения.

Независимо от длины подводящих и отводящих рукавов, количества изгибов радиатора, клапанов, соединений и т.д. сопротивление потоку жидкости не должно превышать 50...75 мм ртутного столба.

При жидкостном охлаждении выпускного коллектора двигатель нуждается в кране для удаления воздушных пробок (ранние модели ими не оборудованы).

СЛИВ ЖИДКОСТИ ИЗ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Рекомендуется оборудовать внешние трубопроводы системы охлаждения, расположенные между двигателем и радиатором/ подпиточным бачком, клапанными задвижками, закрытие которых предотвращает полное опорожнение системы и потери антифриза, как показано на **рис. 31**.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ЕСЛИ ДВИГАТЕЛЬ РАБОТАЕТ БЕЗ ПЕРЕРЫВА ВЕСЬ ДЕНЬ, ЕЖЕДНЕВНАЯ ПРОВЕРКА УРОВНЯ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ ОБЯЗАТЕЛЬНА.

ОХЛАЖДЕНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКОМ

При охлаждении теплообменником используются две отдельные системы охлаждения:

Контур рубашки охлаждения

Жидкость циркулирует по маслоохладителю и рубашке охлаждения двигателя. Горячая жидкость из двигателя поступает в теплообменник, где омывает снаружи его трубки. Охлажденная жидкость подается к входному патрубку помпы, работающей от двигателя. В систему входит заливной и аэрационный бачок, на двигателе.

Стандартный теплообменник, поставляемый Perkins Engines (Stafford) Ltd, рассчитан на охлаждение двигателя, работающего под нагрузкой 110% (в течение одного часа) или увеличенной аварийной, с сырой водой при температуре не более 30°C.

Если температура воды выше этой величины, то эффективная работа двигателя возможна при снижении его нагрузки. (См. **Справочник продукции** – Product Information Manual).

Контур сырой воды

Подачу холодной сырой воды нужно организовать через радиатор охлаждения воздушного заряда и трубы теплообменника с помощью дополнительного насоса (См. **Рекомендуемая для двигателя схема циркуляции жидкости**).

Холодная сырая вода подается из внешнего источника отдельным насосом с электроприводом.

Всасывающий трубопровод

Использование в качестве источника сырой воды реки, пруда и т.п., расположенных поблизости, возможно при соблюдении местных правил. Для того чтобы поднять воду из реки, пропустить ее через теплообменник и сбросить обратно, нужен водяной насос с электроприводом. См. **рис.32**.

Охлаждающий контур для двигателя серии TEG приведен на **рис.34**. При заказе двигателя следует сообщить Perkins Engines (Stafford) Ltd состав сырой воды, чтобы его можно было учесть при изготовлении соответствующих деталей.

Рекомендуется установить на всасывающем трубопроводе легко очищаемый фильтр, предохраняющий насос. Он должен быть оснащен ситом с отверстиями диаметром 1,6 мм (площадь отверстий должна составлять 40% от площади сита).

Прокладывая трубопровод, избегайте крутых его изгибов, чтобы снизить сопротивление всасыванию.

Убедитесь, что в соединениях трубопровода не подсасывается воздух и в них не попали посторонние объекты: металлическая окалина, огарки электродов и т.п.

В трубопровод должны быть врезаны регулировочные задвижки, позволяющие контролировать поток сырой воды.

ОХЛАЖДАЮЩАЯ БАШНЯ – ИЛИ НЕЗАВИСИМЫЙ ВНЕШНИЙ ИСТОЧНИК ВОДЫ

Теплообменник двигателя рассчитан на напор сырой воды от 3,5 до 8,75 кг/кв.см в зависимости от размера двигателя и в большинстве вариантов установки расширитель не требуется. (См. рис.33). В двигателе с охлаждением воздушного заряда сырая вода проходит сначала через охладитель заряда, а затем – через теплообменник. (См. рис.33). В этом случае ее напор ограничивается охладителем заряда. Максимальный напор воды в охладителе заряда -1,8 кг/кв.см, поэтому высота охлаждающей башни не должна быть более 15 м. Если высота или напор превышают указанную величину, обратитесь в Отдел эксплуатации– Application dept (Stafford).

Рис.32. ТЕПЛООБМЕННИК С ОХЛАЖДЕНИЕМ ТОЛЬКО СЫРОЙ ВОДОЙ (двигатели серии TWG).

Рис.33. ТЕПЛООБМЕННИК С ОХЛАЖДАЮЩЕЙ БАШНЕЙ (двигатели серии TWG).

Рис.34. ТЕПЛООБМЕННИК ОХЛАЖДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА – СЫРАЯ ВОДА (двигатели серии TEG).

Рис.35. ТЕПЛООБМЕННИК С ОХЛАЖДЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА И ОХЛАЖДАЮЩЕЙ БАШНЕЙ (двигатели серии TEG).

ПРИМЕЧАНИЕ: При установке охладителя воздушного заряда (см. рис.34 и 35) участок трубы от А до В отсутствует.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ РАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ ВСЕ ЗАДВИЖКИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОТКРЫТЫ.

Электродвигатель водяного насоса следует подключать к постоянному источнику электроэнергии или клеммам основного дизель-генератора.

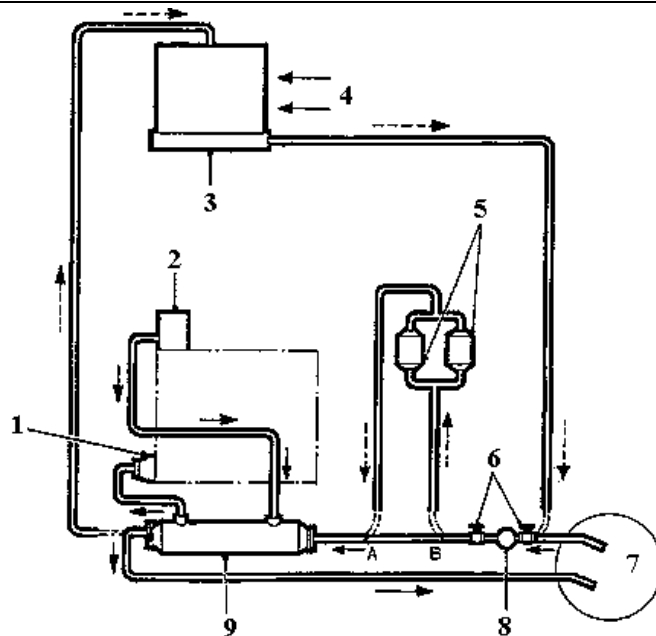


Рис. 32, 33, 34, 35. Схема установки секции воздушного заряда в стороне от двигателя или, как вариант, между радиатором двигателя и его вентилятором: 1-водяная помпа двигателя; 2-расширительный и аэрационный бачок; 3-охлаждающая башня; 4-поток охлаждающего воздуха; 5-охладители заряда установленные на двигателе; 6-задвижки; 7-внешний источник воды; 8-электрический водяной насос; 9-теплообменник, установленный на двигателе.

802.2

ДВУХСЕКЦИОННЫЙ РАДИАТОР – ДВИГАТЕЛИ С ОХЛАЖДЕНИЕМ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА

Водо-воздушные охладители заряда

Система с двухсекционным радиатором используется вместо системы с теплообменником, когда нет внешних источников сырой воды или размер радиатора слишком велик для помещения, в котором установлен двигатель. (См. **Рекомендуемая для двигателя схема циркуляции жидкости**).

Секция охлаждения воздушного заряда устанавливается между обычной жидкостной секцией радиатора двигателя и его вентилятором.

Дистанционное охлаждение двигателя с охлаждаемым воздушным зарядом и охлаждающей башней может стать очень дорогим. Экономичным компромиссом мог бы быть удаленный двухсекционный радиатор. В одной секции будет охлаждаться очень горячая жидкость из контура двигателя, в другой – менее горячая из контура охлаждения воздушного заряда. Обе секции охлаждаются потоком воздуха от одного вентилятора. **См. рис.36.**

Это допустимо, если низкотемпературный контур не будет охлаждаться ниже предела, равного температуре воздуха перед вентилятором плюс 8...9°C.

Например: Температура воздуха перед вентилятором 35°C. Температура воды на выходе из радиатора = $35 + (8...9) = 43...44°C$.

Видно, что в зависимости от температуры наружного воздуха мощность двигателя может снижаться. **См. информацию о снижении нагрузки в Справочнике продукции.**

Устанавливать радиатор можно по образцу на **рис.31**.

Высоко и низкотемпературные контуры имеют (**рис.36**) отдельные подпиточно/вентиляционные герметизированные системы.

Циркуляция жидкости в низкотемпературном контуре организуется насосом с электроприводом.

Если высота установки радиатора над водяной помпой двигателя больше семи метров, проконсультируйтесь с Отделом эксплуатации (Application Dept, Stafford).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ РАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ ВСЕ ЗАДВИЖКИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОТКРЫТЫ.

Радиатор охлаждения двигателя входит в высокотемпературный контур системы охлаждения, а охладитель воздушного заряда – в низкотемпературный контур.

Заливной бачок, а также системы подпитки и удаления воздуха такие же, как на рис.36.

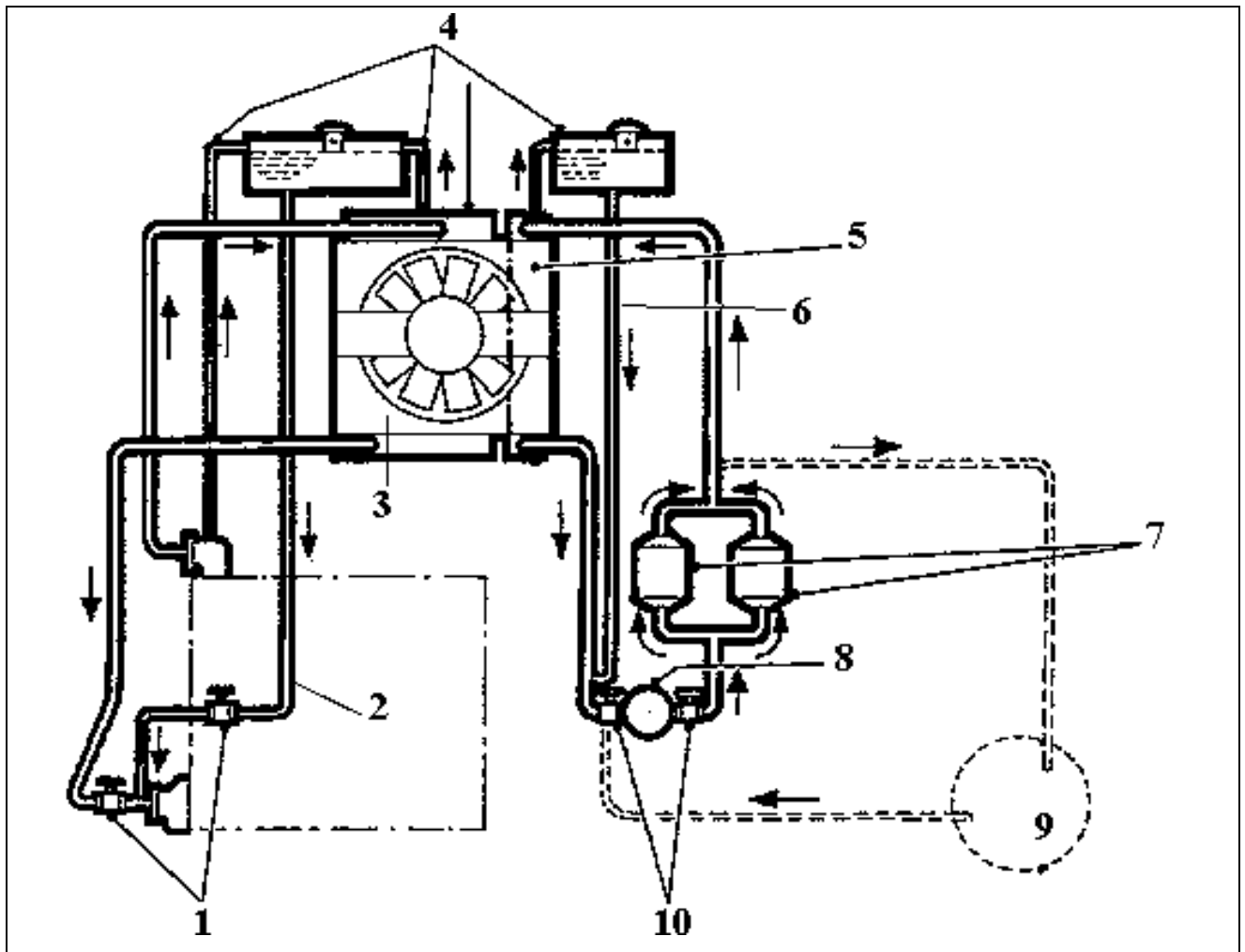


Рис.36. Схема установки секции воздушного заряда в стороне от двигателя или, как вариант, между радиатором двигателя и его вентилятором (расширительный бачок не нужен): 1-задвижки; 2-водоподающая труба; 3-радиатор двигателя; 4-трубки для вывода воздуха; 5-секция воздушного заряда; 6-водоподающая труба; 7-охладители заряда, установленные на двигателе; 8-альтернативный источник охлаждающей воды; 9-внешний источник воды; 10-задвижки.

803.2

Воздушное охлаждение заряда

Воздушное охлаждение заряда происходит в секции радиатора, устанавливаемой между обычным жидкостным радиатором двигателя и вентилятором.

Общий вентилятор, работающий от двигателя, прогоняет воздух последовательно через каждую из секций. Сначала охлаждающий воздух проходит через секцию охлаждения воздушного заряда. Вообще радиатор считается частью двигателя. С двигателем радиатор соединяют воздуховоды большого диаметра.

Однако, по согласованию с Perkins Engines (Stafford) Ltd, можно установить радиатор на некотором расстоянии.

Обычно горячий воздушный заряд из турбокомпрессора подается воздуховодом в секцию радиатора. Проходя через него, заряд охлаждается почти до температуры наружного воздуха, обдувающего радиатор под действием вентилятора. Затем охлажденный заряд подается по воздуховоду во впускной коллектор двигателя.

Для установки радиатора на расстоянии нужно удлинить воздуховоды и добавить новые колена (т.е., изгибы). Чтобы предотвратить увеличение сопротивления потоку воздуха, диаметр этих воздуховодов должен быть больше диаметра воздуховодов стандартной системы охлаждения.

На **рис.37** показана типовая схема монтажа. Если двигатель с приводным агрегатом установлены на виброизолирующих опорах, нужны гибкие соединения. Воздуховоды должны крепиться на опорах или подвесных кронштейнах.

Perkins Engines (Stafford) Ltd рекомендует увеличить внутренний диаметр воздуховодов по сравнению со стандартным. Степень увеличения диаметра зависит от длины воздуховодов и числа колен.

Новые участки воздуховодов и колена оснащаются фланцами, гарантирующими надежное и долговечное соединение всех участков воздуховода.

Гибкие шланги должны крепиться двойными скобами и иметь металлическую оплетку. По всей длине шланг должен металлическими скобами крепиться к любой соседней трубе.

Добейтесь, чтобы все соединения были непроницаемы для воздуха. Утечки воздуха снижают давление наддува и объем воздуха, уменьшая мощность двигателя. При разрыве гибкого шланга турбокомпрессор «идет в разнос» и может сломаться.

В воздуховодах образуется конденсат, поэтому в нижней точке каждой трубы, соединенной с радиатором, следует установить сборник, из которого конденсат будет постоянно удаляться. (Все радиаторы охлаждения заряда оборудованы клапанами удаления конденсата).

Водоводы и герметизированная подпиточно/вентиляционная система должны монтироваться, как показано на **рис.31**. Высота заливной бачки радиатора над помпой двигателя не должна превышать 7 м.

ЗАЩИТА ОТ АНТИФРИЗА (Для оценки см. Применение ядовитых веществ [Pesti Applications])

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ РАБОТЕ С АНТИФРИЗОМ НУЖНО ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ЗАЩИТНЫМИ РУКАВИЦАМИ.
НЕ ДОЛИВАЙТЕ ГЕРМЕТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ ПРИ РАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ, СНАЧАЛА ДАЙТЕ ЕМУ ОСТЫТЬ.

Не рекомендуется использовать в системе охлаждения обычную воду, так как при этом возможны химические реакции, приводящие к коррозии и образованию накипи. Решением может быть использование смеси воды и универсального антифриза или воды с антикоррозионными добавками. (См. соответствующую **Инструкцию по эксплуатации двигателя [Engine Operation Manual]**).

ПОДГОТОВКА ВОДЫ

Для предохранения системы охлаждения от ржавчины, коррозии и накипи воду обрабатывают ингибиторами. Они не должны вредить материалам, из которых изготовлена система охлаждения. Если в ней есть алюминиевые детали, **НЕЛЬЗЯ** применять ингибиторы, содержащие нитриты, бораты, фосфаты, хроматы, нитраты или силикаты.

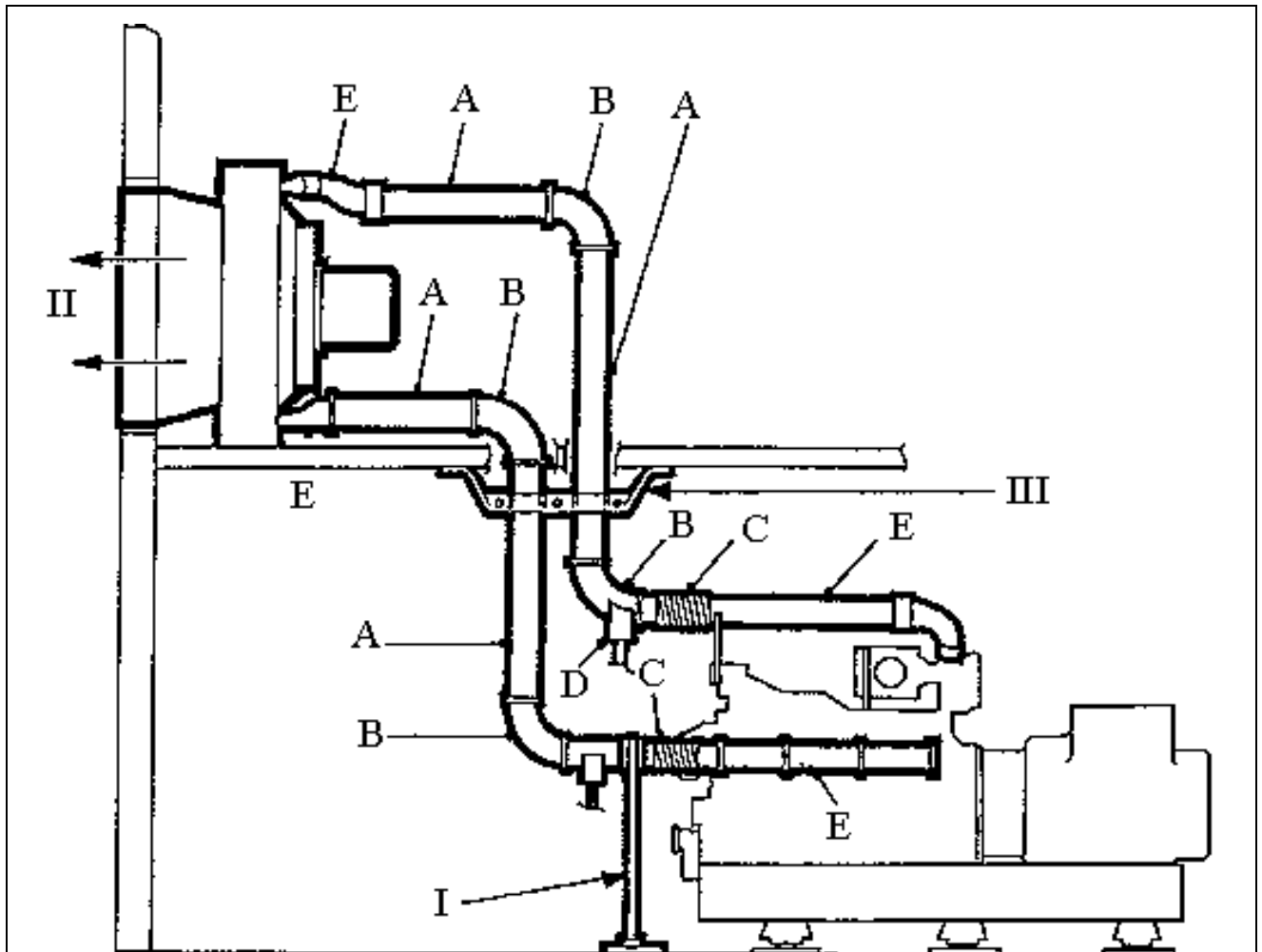


Рис.37: I-опорная стойка трубы; II-воздушный поток; III-хомут крепления труб. А-^{804.3}удлиняющие секции воздуховода с фланцами (диаметр можно узнать в отделе Application Dept компании Perkins Engines (Stafford) Ltd); В-вставные колена с фланцами; С-гибкие соединения и переходники; D-сифон для постоянного слива конденсата; E-стандартные элементы.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ВСЕ ОТКРЫТЫЕ ГОРЯЧИЕ ПОВЕРХНОСТИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОГРАЖДЕНЫ ИЛИ ИЗОЛИРОВАНЫ.

Основное назначение выпускного тракта – отвести выхлопные газы из выпускного коллектора двигателя за пределы помещения с контролируемым уровнем шума на высоту, достаточную для их должного рассеивания.

ПРОТИВОДАВЛЕНИЕ

Двигатель развивает номинальную мощность, если сопротивление выходу выхлопных газов ниже определенного уровня. Сопротивление выпускного тракта на всем его протяжении, начиная с выходного разъема выпускного коллектора двигателя, не должно превышать рекомендованной величины.

Повышенное противодействие ведет к неполному сгоранию и ухудшению продувки цилиндров двигателя. Результатом является потеря мощности, перегрев двигателя и образование сажи. Жирная сажа может повлиять также на турбину компрессора турбонаддува. Жирная сажа оседает на лопатках турбины, затвердевает и затем, осыпаясь в некоторых местах, приводит к разбалансировке турбины.

Максимальное противодействие

У двигателей с турбонаддувом и без, а также у двигателей разных производителей величина различна.

Максимальную величину противодействия можно найти в **Справочнике продукции [Product Information Manual]**.

УСТАНОВКА

Устройство выпускного тракта следует продумать до начала монтажа. Нужно обратить внимание на следующее:

- 1) Противодействие готового тракта должно быть ниже максимального предела, заданного производителем двигателя.
- 2) Вес выпускного тракта должен передаваться на специальные опоры, а не на выпускной коллектор и компрессор турбонаддува двигателя.
- 3) Должна быть предусмотрена возможность теплового расширения и сжатия.
- 4) Если двигатель установлен на виброизолирующих опорах, выпускной тракт должен оборудоваться гибкими соединениями.
- 5) Шум выхлопа должен быть минимальным.

Типовая схема монтажа приведена на **рис.38**. Если двигатель установлен на упругих или виброизолирующих опорах, то внешний фланец его выпускного коллектора при запуске и остановке будет колебаться в поперечном направлении. Поэтому на выпускном тракте со стороны коллектора и как можно ближе к нему должен быть установлен нежесткий переходник. (См. **рис.38**).

НЕЖЕСТКИЙ ПЕРЕХОДНИК

Гибкая труба

Гибкая труба изготавливается навивкой и скреплением краев металлической полосы, с последующим уплотнением.

Она может использоваться при небольших отклонениях от прямой, так как ее гибкость означает возможность относительного смещения ее концов перпендикулярно оси трубы. Ее нельзя применять для изготовления колен, так как ее жесткие соединения не могут изгибаться или растягиваться.

Гибкие сильфоны

Гибкие сильфоны обладают поперечной гибкостью и осевой податливостью, достаточными, чтобы расширяться и сжиматься. (См. рис.39).

При установке сильфона убедитесь, что он не растянут на всю длину. При установке лучше всего руководствоваться инструкцией изготовителя.

Если выпускной тракт имеет значительную длину, его следует разделить на участки, один конец которого будет закреплен, а второй – оснащен сильфоном. Длина выхлопной трубы, расположенной после последнего глушителя, должна равняться десяти ее диаметрам.

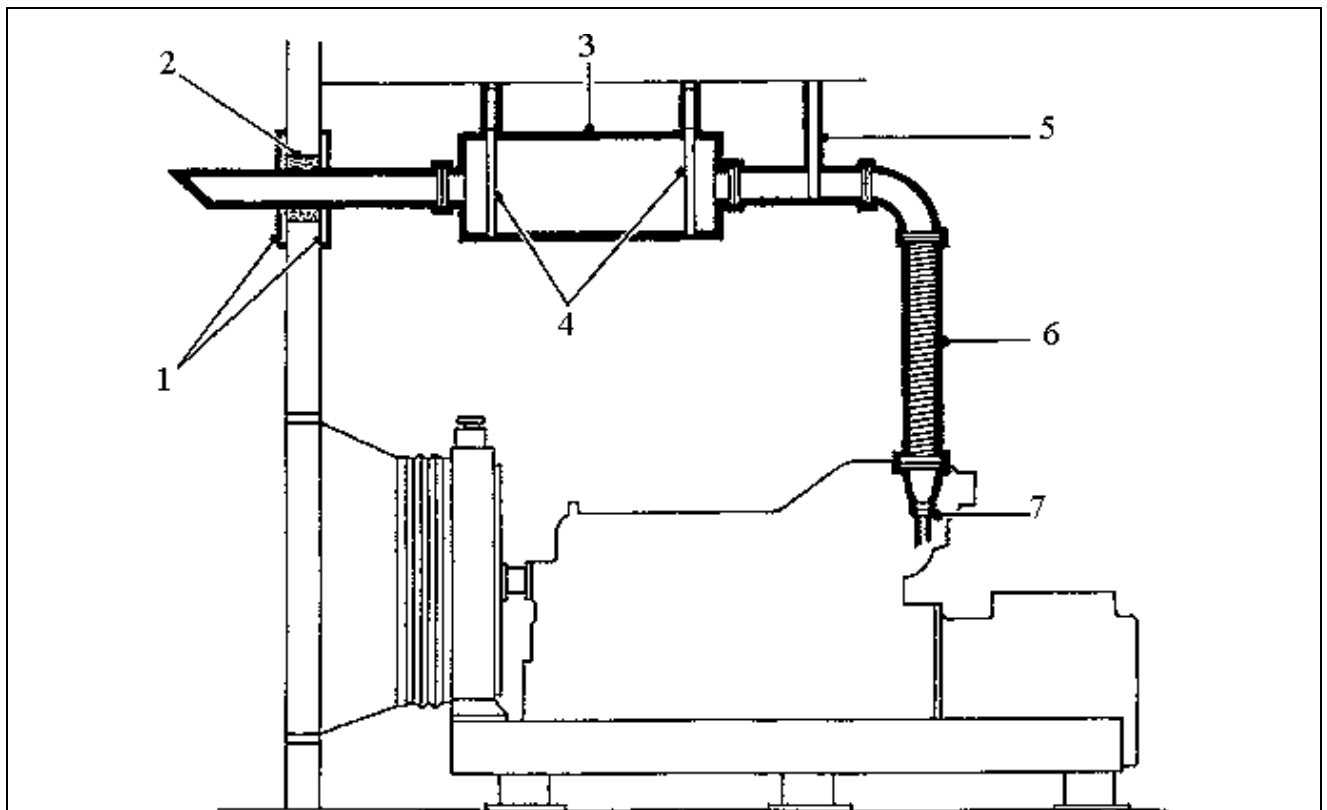


Рис.38: 1-уплотнительные пластины; 2-изолирующая набивка; 3-глушитель первой ступени; 4-крепежные хомуты с зазорами, допускающими тепловое расширение; 5-крепежный кронштейн трубы; 6-гибкая труба; 7-слив конденсата. 805.2

УДЛИНЕНИЕ

Удлинение одного метра трубы при нагреве на 100°С составляет 1,7 мм.

Пятиметровая труба, нагретая с 27 до 600°С, удлинится на:

$$\frac{600^{\circ} \tilde{N} - 27^{\circ} \tilde{N}}{100^{\circ} \tilde{N}} \times 1,7 \frac{\text{мм}}{\text{м}} \times 5 \text{ м} = 33,5 \text{ мм} .$$

Рассчитанная величина удлинения показывает, как важно для долговечности выпускного тракта тщательно продумать его устройство.

ПОЛОЖЕНИЕ ВЫХЛОПНОЙ ТРУБЫ

Положение выхлопной трубы снаружи помещения для двигателя должно быть выбрано таким образом, чтобы исключить попадание выхлопных газов обратно в помещение. Желательно устанавливать выхлопную трубу на той же стене, где имеется проем для отвода воздуха от радиатора. См. рис.38.

Если выхлопная труба установлена вертикально, ее отверстие нужно защитить от дождя экраном. Обычно выхлопная труба проходит сквозь стену горизонтально и ее нижняя часть срезана под углом. Если прямое направление выхлопа порождает проблемы с шумом, то простейшим решением будет изгиб конца выхлопной трубы под прямым углом к оси в горизонтальной плоскости.

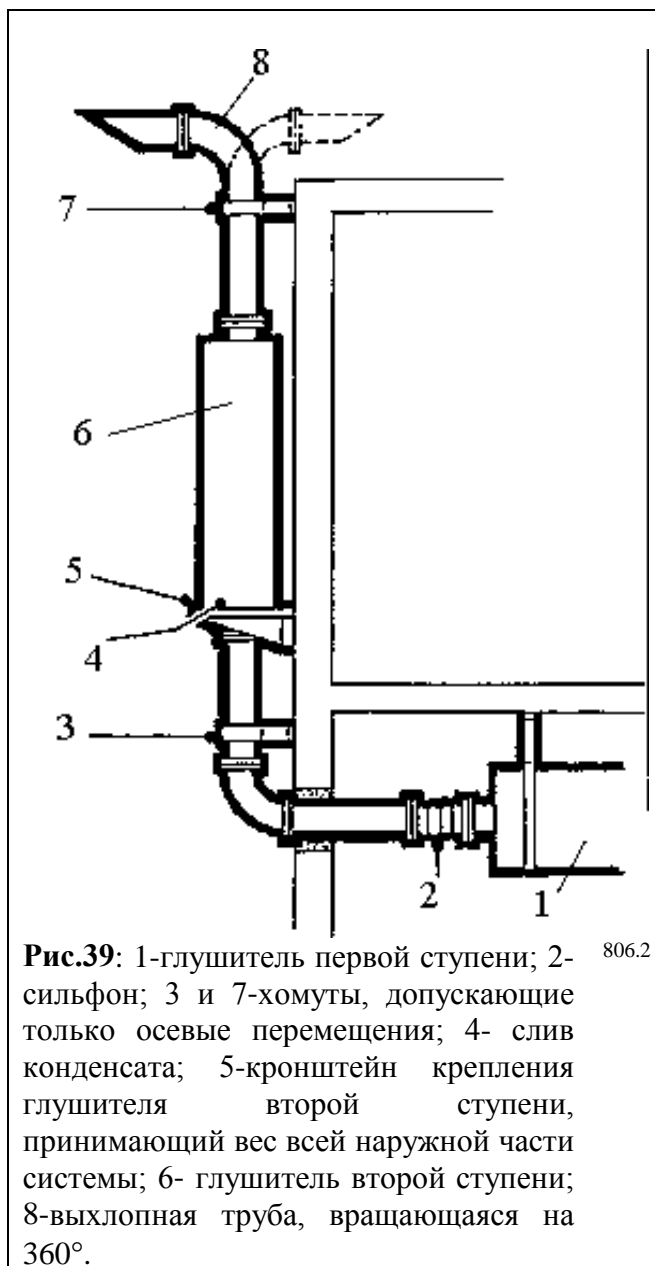


Рис.39: 1-глушитель первой ступени; 2-сильфон; 3 и 7-хомуты, допускающие только осевые перемещения; 4- слив конденсата; 5-кронштейн крепления глушителя второй ступени, принимающий вес всей наружной части системы; 6- глушитель второй ступени; 8-выхлопная труба, вращающаяся на 360°.

ВЫХЛОП МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Выпускные тракты нескольких двигателей объединять нельзя. **Каждый двигатель должен быть оснащен отдельным выпускным трактом.**

Если один из двигателей не работает, когда работают другие, в его выпускном коллекторе из конденсата выхлопных газов будет оседать углерод, который может попасть в цилиндры. Очевидно, что это чревато проблемами.

Может показаться, что установка откидного клапана в месте входа отдельного тракта в общий дымоход снимает эту проблему, однако углерод и сажа, выносимые газами, оседая на клапан, неизбежно нарушат его герметичность. Появившийся зазор может оставаться незамеченным вплоть до выхода двигателя из строя. Поэтому лучшим решением остается отдельный выпускной тракт для каждого двигателя.

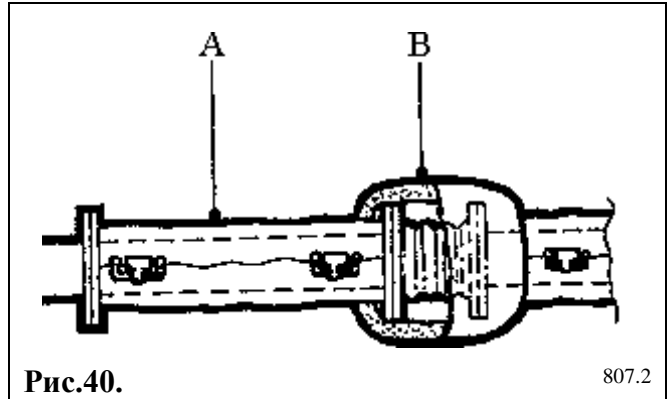
Не следует выводить выпускной тракт в имеющийся дымоход или воздуховод, так как они предназначены для других целей. Пульсация выхлопных газов может нарушить тягу и создать проблемы для оборудования, работа которого зависит от тяги. **Также есть опасность взрыва газов, сгоревших не полностью.**

СЛИВ КОНДЕНСАТА

В любых выпускных трактах из-за охлаждения газов, перепада температуры между ними и металлическими трубами и т.п. образуется конденсат.

В определенных случаях он может попадать в двигатель, создавая определенные проблемы.

Обычно выпускной тракт от двигателя уходит вертикально вверх, поэтому рекомендуется устраивать сборник конденсата в нижнем колене. Небольшое отверстие обеспечит постоянный слив конденсата, но не позволит попасть в помещение заметному количеству выхлопных газов. Если этот вариант неприемлем, постоянно открытую дренажную трубку следует вывести за пределы помещения (см. рис.38).



ТЕПЛОВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Количество тепла, излучаемое деталями выпускного тракта, может затруднить охлаждение радиатора и вентиляцию, что в свою очередь, может потребовать более мощных радиатора, вентилятора и вытяжного вентилятора. Это дорогие агрегаты и более дешевым и практичным решением является теплоизоляция элементов выпускного тракта, находящихся внутри помещения. Пригодны теплоизолирующие полосы, толщиной обычно от 25 до 50 мм, обматываемые вокруг труб. Поставщики, специализирующиеся на этом, предоставят полосы любой необходимой длины. **См. рис.40.**

Соединительные фланцы и гибкие сильфоны можно изолировать муфтами. Муфты легко устанавливаются и не мешают гибким соединениям деформироваться.

А – НАМАТЫВАЕМЫЕ ИЗОЛИРУЮЩИЕ ПОЛОСЫ

В - НАМАТЫВАЕМЫЕ ИЗОЛИРУЮЩИЕ МУФТЫ

ПРИМЕЧАНИЕ: Не изолируйте выпускной коллектор и турбокомпрессор, так как это приведет к их неполноценной работе и очень быстро вызовет поломки деталей из-за теплового напряжения.

ГЛУШИТЕЛИ

Глушители предназначены для понижения уровня шума на входе из выхлопной трубы. В общем, глушитель должен быть установлен рядом с фланцем выпускного коллектора или в конце выпускного тракта.

Если двигатель или генераторная установка оборудованы звукоизоляцией, снижающей уровень шума, нужно убедиться, что глушитель способен снизить уровень шума выхлопа до такого же (или меньшего) уровня шума, обеспечиваемого звукоизоляцией. **См. стр.76.**

Ниже описаны различные типы глушителей.

- 1) Глушитель реактивного типа, в котором ряд отражающих перегородок и перфорированных труб ослабляет шум в верхней части диапазона низких частот. Также поглощается шум в нижней части диапазона высоких частот. Этот тип глушителя относится к глушителям первой ступени.
- 2) Трехкамерный глушитель состоит из трех последовательно расположенных объемов (камер). В первой и второй камерах в ходе частичного расширения и диффузии горячих газов происходит ослабление низкочастотного шума. Ослабление высокочастотного шума в третьей камере обеспечивается счет его поглощения. Этот тип глушителя также относится к глушителям первой ступени.
- 3) Прямоточный глушитель работает по принципу поглощения. Он состоит из внешнего корпуса, в котором проходит перфорированная труба. Цилиндрическое пространство между корпусом и трубой заполнено теплостойким стекловолокном или аналогичным материалом.

Шум выхлопа эффективно рассеивается наполнителем через перфорации.

Соппротивление выхлопу незначительно и при расчетах противодействия может приниматься равным сопротивлению выхлопной трубы с такими же диаметром и длиной.

Этот тип глушителя обычно относится к глушителям второй ступени и, как правило, устанавливается на конце выпускного тракта. Однако, если требования к уровню шума не очень строги, он может использоваться и как глушитель первой ступени.

МЕСТНЫЕ НОРМАТИВНЫЕ АКТЫ НА ШУМ

Местные нормативные акты могут и ограничивают уровень шума на территориях, подпадающих под их юрисдикцию.

Наилучшие сочетания и типы глушителей должны предлагаться производителем на ранних стадиях обсуждения проекта.

**РАСЧЕТ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ
ВЫПУСКНОГО ТРАКТА**

Данные конкретного типа двигателя, необходимые для расчета противодействия выпускного тракта (т.е. объемный и массовый расход выхлопных газов при известной температуре, скорости и мощности двигателя) содержаться в **Справочнике продукции [Product Information Manual]**.

Двигатель типового исполнения – тип выхлопной трубы

К двигателям со стандартной сдвоенной выхлопной трубой предлагается в качестве варианта переходник с одной выхлопной трубой, см. **рис.41**. (Кроме форсированных двигателей серии 4012/16).

ДВИГАТЕЛЬ	НОМИНАЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ВЫХЛОПНОЙ ТРУБЫ, ММ		
	ОДИНАРНАЯ	СДВОЕННАЯ	ОДИНАРНАЯ (ВАРИАНТ)
ВСЕ 4006	127		
4006TWG3/TAG3		152	250
ВСЕ 4008		203	250
ВСЕ 4012		203	305
4012TWG2/TAG2		152	--
ВСЕ 4016		254	355
4016TAG2/TWG2		254	--

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ИНФОРМАЦИЕЙ

Объемный расход выхлопных газов (м³/мин)

С этими данными можно рассчитать скорость прохождения выхлопных газов через трубу или глушитель определенного диаметра по следующей формуле:

$$U_{\text{газа}} = \frac{V_{\text{газа}}}{47,1 \times D_{\text{трубы}}^2};$$

где: $U_{\text{газа}}$ – скорость выхлопных газов, м/сек;
 $V_{\text{газа}}$ – объемный расход выхлопных газов, куб.м/мин; $D_{\text{трубы}}$ – диаметр выхлопной трубы, м.

Рассчитав скорость выхлопных газов, и используя данные Справочника продукции о расходе выхлопных газов для одинарной выхлопной трубы (для сдвоенной трубы объемный расход делится пополам), можно по технической характеристике глушителя определить падение в нем напора газов в мм ртутного столба.

Массовый расход выхлопных газов (кг/сек)

С этими данным можно рассчитать падение напора в прямой выхлопной трубе известной длины по формуле:

$$P_{\text{глуш}} = 1187 \times 10^9 \times \frac{L_{\text{экв}} \times Q_{\text{газа}}^2}{D_{\text{трубы}}^{5,33}};$$

где: $P_{\text{глуш}}$ – падение напора в глушителе, мм ртутного столба; $L_{\text{экв}}$ – эквивалентная длина выхлопной трубы (пересчет длины изогнутой трубы в эквивалентную прямую см. на **стр.62**), м; $Q_{\text{газа}}$ – массовый расход выхлопного газа, кг/сек; $D_{\text{трубы}}$ – диаметр выхлопной трубы, мм.

Суммирование потерь напора в глушителях (или глушителе) с потерями напора в трубопроводах дает общую потерю напора в выпускном тракте.

ОНА НЕ ДОЛЖНА БЫТЬ БОЛЬШЕ ПРЕДЕЛА ДЛЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ ОБОРОТАХ, ДАННЫХ В СПРАВОЧНИКЕ ПРОДУКЦИИ.

ПРИМЕЧАНИЕ: Рекомендуется в расчетах в первом приближении принимать не номинальный диаметр выхлопной трубы, а брать его из таблица на **стр.61**.

Если предложенный диаметр трубы не обеспечивает приемлемую эффективность тракта, можно взять ближайший больший глушитель. Если этого недостаточно, нужно также увеличить размер трубы. При этом потребуется переходник, **см. рис.41**. Если применение одинарной выхлопной трубы предпочтительней стандартной сдвоенной, также потребуется переходник, **см. рис.42**.

Способ определения длины изогнутой трубы через эквивалентную длину прямой трубы дан на **стр.62**.

При изготовлении выпускного тракта приведенные здесь размеры можно использовать как исходные.

ДИАМЕТР ТРУБ ДАН В ММ

ДВИГАТЕЛЬ	ОДИНАРНАЯ ТРУБА				СДВОЕННАЯ ТРУБА			
	СКОРОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, ОБ/МИН				СКОРОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, ОБ/МИН			
	1000	12000	1500	1800	1000	12000	1500	1800
4006TG	200	200	200	200	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
4006TWG	200	200	200	200	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
4006TWG3	--	--	250	250	--	--	150	150
4006TAG1	--	--	200	200	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
4006TAG2	200		200	250	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
4006TAG3	--	--	250	250	--	--	150	150
4006TEG	--	--	200	200	НЕТ	НЕТ	НЕТ	НЕТ
4008TWG2	--	--	250	300	--	--	200	200
4008TAG	--	--	250	250	--	--	200	200
4008TAG1	--	--	250	300	--	--	200	200
4008TAG2	--	--	250	300	--	--	200	200
4012TWG	--	300	300	--	--	200	200	--
4012TWG2	--	--	350	350	--	--	250	250
4012TAG	300	300	300	--	200	200	250	--
4012TAG1	--	--	350	350	--	--	250	250
4012TAG2	350	--	350	350	250	--	250	250
4012TEG	--	300	300	--	--	200	200	--
4012TEG2	--	--	350	--	--	--	250	--
4016TWG	--	350	400	--	--	250	300	--
4016TWG2	--	--	400	--	--	--	300	--
4016TAG	--	350	400	--	--	250	300	--
4016TAG1	--	--	400	--	--	--	300	--
4016TAG2	350	350	400	--	250	250	300	--
4016TEG	--	350	400	--	--	250	300	--

Пометка «--» означает, что двигателя с такой скоростью нет (но возможно появится позже).

ДЛИНА, ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ПРЯМОЙ ТРУБЕ

Гибкая труба: 2×фактическая длина гибкой трубы

Сильфон: 2×фактическая длина сильфона

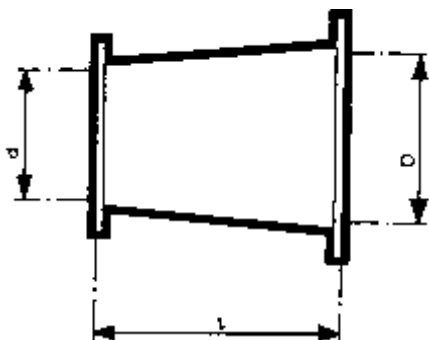
Переходник: см. рис.41.

Адаптер: см. рис.42.

Колено под 90°: 15×Диаметр трубы в свету

Колено под 45°: 6×Диаметр трубы в свету

ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ: Прежде, чем использовать вычисленную эквивалентную длину трубы в формуле расчета падения напора выхлопных газов, пересчитайте ее в метры.



Переходник

Использовать в формуле противодавления для расчета эквивалентной длины L
 $l=2D$ (минимум)

Эквивалентная длина (L) на диаметре D есть функция отношения диаметров D/d ; плюс длина L переходника.

D/d	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35
L	1×D	2×D	4×D	6×D	9×D	14×D	21×D

Рис.41

808.3

Адаптер с общим выхлопным патрубком

Использовать в формуле противодавления для расчета эквивалентной длины L

D = диаметр отверстия выходного патрубка адаптера, мм;

d = диаметр отверстия выходного патрубка турбокомпрессора, мм;

Q = общий массовый расход выхлопных газов, кг/сек;

q = массовый расход выхлопных газов для одного ответвления, кг/сек;

l_1 = длина осевой линии колена адаптера на виде слева, мм;

l_2 = длина осевой линии колена адаптера на виде справа, мм;

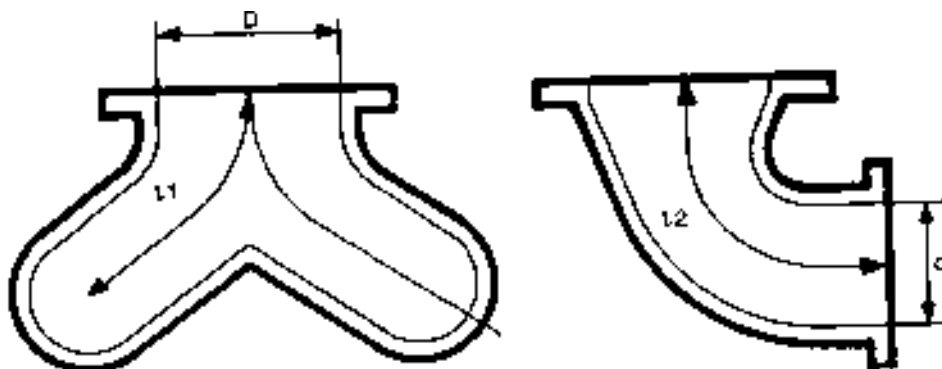


Рис.42

809.3

Эквивалентная длина (L) трубы для диаметра D рассчитывается следующим образом:
Измерить длины осевых линий адаптера от выходных фланцев турбокомпрессора до общего выходного фланца, то есть, l_1 и l_2 на рис.42, плюс эквивалентная длина колен на каждом из видов рисунка, то есть, $6 \times d$ для l_1 и $15 \times d$ для l_2 дают общую эквивалентную длину L для диаметра d .

Эквивалентная длина (L) трубы диаметром D составит:

$$L = l \times \left(\frac{q}{Q}\right)^2 \times \left(\frac{D}{d}\right)^{5,33} = \frac{l}{4} \times \left(\frac{D}{d}\right)^{5,33}.$$

ПРИМЕР

Двигатель 4008TAG2 (сдвоенный турбокомпрессор) при 1500 об/мин с одинарным выпускным трактом, состоящим из:

- a) гибкий сильфон 1×127;
- b) адаптер SE24N (127 мм на входе, 254 мм на выходе);
- c) гибкая труба длиной 1 м, диаметром 254 мм;
- d) глушитель первой ступени диаметром 254 мм (марка «Ресо-Маким»);
- e) колено 1×45°;
- f) прямооточный глушитель длиной 3 м;
- g) прямая труба длиной 15 м.

Скорость выхлопных газов = $\frac{200,9}{0,0507 \times 60} = 66,04$ м/сек.

Падение напора в первом глушителе = 29,9 мм Hg.

Максимально допустимое падение напора (противодавление) = 50 мм Hg.

Запас напора на выходе из выпускного тракта = 50-29,9=20,1 мм Hg.

Поскольку 4008TAG2 укомплектован сдвоенным турбокомпрессором, мы рассматриваем половину выпускного тракта, как для одинарного выхлопного адаптера.

Перечень

	Эквивалентная длина прямой трубы
a) 1 сильфон 0,102 м (2×0,102)	= 0,204 м
b) Эффективная длина адаптера SE24N	= 0,200 м
колено 90°	= 1,905 м
колено 45°	= 0,762 м
Общая эффективная длина для диаметра 127 мм, l	= <u>3,071 м</u>
Эквивалентная длина тракта для диаметра 254 мм	= 30,88 м
$L = l/4 (D/d)^{5,33}$	= 2,000 м
c) 1 м гибкой трубы	--
d) Запас напора после первого глушителя учтен	= 1,520 м
e) Колено 1×45° (6×0,254)	= 3,000 м
f) Прямоточный глушитель 3 м	= 10,00 м
g) 10 м прямой трубы	= <u>47,40 м</u>
Общая эквивалентная длина L	

Из формулы для расчета противодавления:

$$P = \frac{47,4 \times 1,529^2}{254^{5,33}} \times 1187 \times 10^9 = 20 \text{ ии Hg.}$$

Таким образом, поскольку это давление меньше запаса напора на выходе выпускного тракта, составляющего 20,1 мм Hg, предлагаемый тракт пригоден.

СНИЖЕНИЕ ШУМА ВЫХЛОПА

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

НАХОДЯСЬ РЯДОМ С РАБОТАЮЩИМ ДВИГАТЕЛЕМ, ВСЕГДА НАДЕВАЙТЕ ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА

Выхлопные газы работающего двигателя порождают высокий уровень шума, утомляющий персонал. Через какое-то время он становится вредным. Наиболее вредным является шум частотой от 63 до 8000 Гц. Наилучшим глушителем является устройство, ослабляющее шум в этих частотах. Для оценки эффективности каждого из типов глушителей, описанных выше, и комбинаций глушителей первой и второй ступени предлагается программа определения эффективности подавления этими типами глушителей шума в выпускном тракте работающего двигателя.

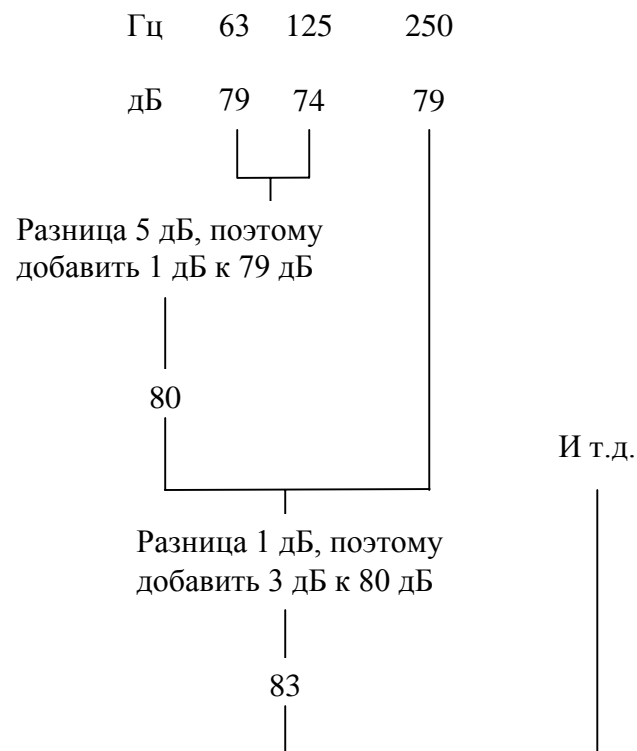
Пример

Складывая децибелы, относящиеся к отдельным частотам октавы, получаем первую пару значений. Например, для частот 63 и 125 Гц итоговые цифры получаются следующим образом:

- если разница составляет от 0 до 1 дБ, добавить к большему значению 3 дБ;
- если разница составляет от 2 до 3 дБ, добавить к большему значению 2 дБ;
- если разница составляет от 4 до 5 дБ, добавить к большему значению 1 дБ.

Когда итоговое значение получено, нужно сравнить его с третьей величиной для 250 Гц.

Например:



Шум выхлопных газов двигателя с турбонаддувом при скорости 1500 об/мин был взят в полутражающей зоне и средние частоты частотных интервалов анализировались в диапазоне 63...8000 Гц в децибелах (дБ) следующим образом:

УРОВЕНЬ ШУМА ДВИГАТЕЛЯ

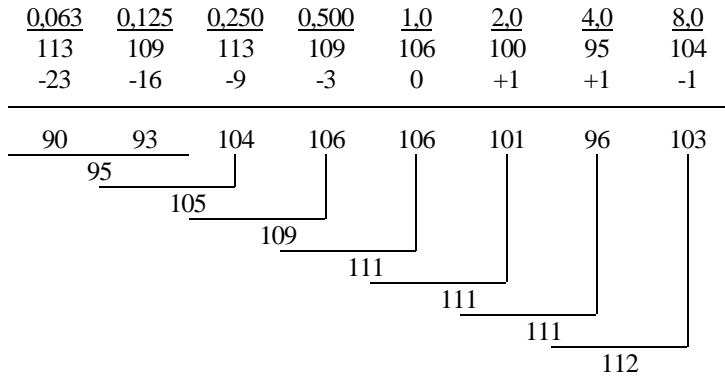
УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ИНТЕРВАЛА, кГц

Открытый выхлоп, дБ

'А' Весовой коэффициент

дБ (А)



Общий уровень в 1 метре от выхлопного фланца – 112 дБ (А)

Случай 1. Типовой глушитель реактивного типа

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ИНТЕРВАЛА, кГц

Открытый выхлопа, дБ

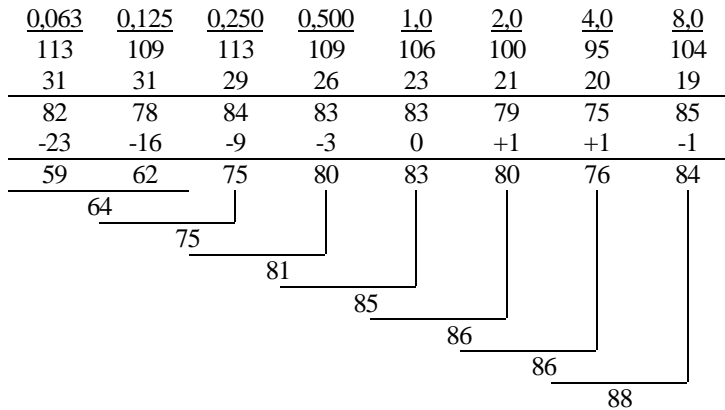
Глушитель, дБ

'А' Весовой коэффициент

дБ (А)

Общий уровень в 1 метре от конца глушителя – 88 дБ (А)

Эффективность глушения = 112-88=24 дБ(А)



Случай 2. Типовой глушитель камерного типа

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ИНТЕРВАЛА, кГц

Открытый выхлоп, дБ

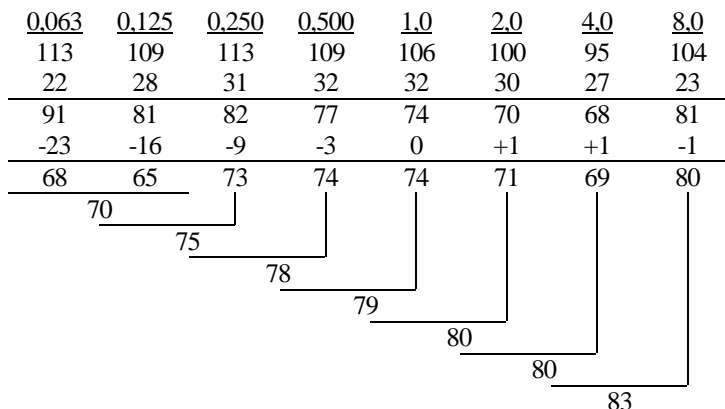
Глушитель, дБ

'А' Весовой коэффициент

дБ (А)

Общий уровень в 1 метре от конца глушителя – 83 дБ (А)

Эффективность глушения = 112-83=29 дБ(А)



Случай 3. Типовой глушитель прямоточного типа

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ИНТЕРВАЛА, кГц

	0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0
Открытый выхлоп, дБ	113	109	113	109	106	100	95	104
Глушитель, дБ	8	11	15	23	33	36	32	25
	105	98	98	86	73	64	63	79
'А' Весовой коэффициент	-23	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
дБ (А)	82	82	89	83	73	65	64	78
		85						
			90					
				91				
					91			
						91		
							91	
								91

Общий уровень в 1 метре от конца глушителя – 91 дБ (А)

Эффективность глушителя = 112-91=21 дБ(А)

Достаточно точную оценку эффективности ослабления шума выпускного тракта глушителями первой и второй ступени можно получить следующим образом:

Для каждой центральной частоты интервала из шума открытого выхлопа вычесть ослабление шума глушителем первой ступени, затем вычесть ослабление шума глушителем второй ступени в следующем соотношении:

- 1) 1/3 указанных дБ до частоты 1кГц включительно.
- 2) 1/2 указанных дБ свыше частоты 1 кГц и до 8 кГц включительно.

Случай 4. Типовые глушители реактивного и прямоточного типов

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ИНТЕРВАЛА, кГц

	0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0
Открытый выхлоп, дБ	113	109	113	109	106	100	95	104
Реактивный глушитель, дБ	31	31	29	26	23	21	20	19
	82	78	84	83	83	79	75	85
Прямоточный глушитель, дБ	3	4	5	8	11	18	16	12
	79	74	79	75	72	61	59	73
'А' Весовой коэффициент	-23	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
дБ (А)	56	58	70	72	72	62	60	72
		60						
			70					
				74				
					76			
						76		
							76	
								77

Общий уровень в 1 метре от конца выхлопного тракта – 77 дБ (А)

Общий исходный уровень – 112 дБ (А)

Эффективность глушения = 112-77=35 дБ(А)

Случай 5. Типовые глушители камерного и прямоточного типов

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

СРЕДНЯЯ ЧАСТОТА ИНТЕРВАЛА, кГц

	0,063	0,125	0,250	0,500	1,0	2,0	4,0	8,0
Открытый выхлоп, дБ	113	109	113	109	106	100	95	104
Камерный глушитель, дБ	22	28	31	32	32	30	27	23
Прямоточный глушитель, дБ	91	81	82	77	74	70	68	81
'А' Весовой коэффициент	3	4	5	8	11	18	16	12
дБ (А)	88	77	77	69	63	52	52	69
	-23	-16	-9	-3	0	+1	+1	-1
	65	61	68	66	63	53	53	68
		66						
			68					
				69				
					70			
						71		
							72	
								73

Общий уровень в 1 метре от конца

выпускного тракта – 73 дБ (А)

Общий исходный уровень – 112 дБ (А)

Эффективность глушения = 112-73=39 дБ(А)

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

При работе с вентиляционной системой двигателя и ее очистке обязательно пользуйтесь личными средствами защиты.

Все двигатели оборудуются системами вентиляции, предотвращающими повышение давления в картере. Давление растет из-за просачивания выхлопных газов из камер сгорания цилиндров двигателя в его картер. Обычно они выводятся в атмосферу.

Картерные газы содержат продукты сгорания и мельчайшие капельки моторного масла. Они отравляют воздух в помещении, где расположен двигатель, особенно если радиатор и вентилятор установлены отдельно.

МОНТАЖ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Ни при каких обстоятельствах картерные газы не должны попадать в вентилятор радиатора. Это может привести к засорению сердцевины радиатора, снижению мощности двигателя и его перегреву. Это также и пожароопасно. Наилучшим решением является отвод картерных газов из помещения по трубопроводу. См. рис.43.

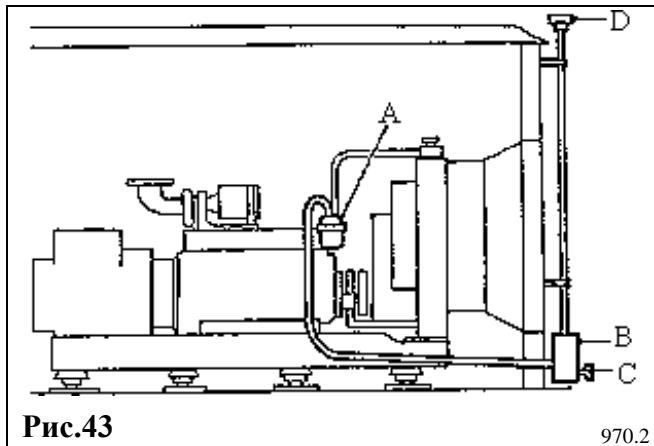


Рис.43

970.2

Пояснения к рис. 43

А. При наличии двух вентиляционных отводов их следует объединить внизу в одну магистраль, спускающуюся под небольшим наклоном в бачок-сепаратор В (см. рис.45).

В. Бачок-сепаратор В со сливным краном С можно разместить и внутри и снаружи помещения, в котором установлен двигатель.

С. Сливной кран.

Д. Сапун, закрепленный на конце вентиляционной трубы.

Е. Гибкое соединение.

Двигатель может иметь два вентиляционных отвода (см. рис.44 и 45). Их объединяют трубой, уходящей под небольшим наклоном в бачок-сепаратор (см. рис.43). Вертикальная отводная труба, прикрепленная к стене, отводит картерные газы из бачка-сепаратора как можно выше. На конце трубы установлен сапун. Сапун можно установить и прямо на крышке бачка-сепаратора.

Диаметр трубы должен равняться диаметру вентиляционного канала картера или быть больше его (в зависимости от длины).

Если двигатель работает с полной нагрузкой, давление в картере не должно превышать 1,9 мм ртутного столба.

НА ЧТО ОБРАТИТЬ ВНИМАНИЕ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ВЕНТИЛЯЦИИ

Картерные газы ни в коем случае не должны попадать в воздушный фильтр двигателя. При этом вредные составляющие, в частности кислоты, будут долгое время циркулировать в двигателе, оказывая разрушающее действие. В некоторых случаях картерные газы могут наносить вред элементу воздушного фильтра.

Однако, если двигатель оборудован очистителем, поглощающим из картерных газов вредные примеси, то после очистки газы могут направляться во впускной коллектор.

В многодвигательной установке каждый двигатель, так же как и в случае с выпускным трактом, должен иметь отдельную вентиляционную систему. При сборе картерных газов в общий бачок-сепаратор газы работающего двигателя могут попадать в неработающий агрегат. Конец отводной трубы с сапуном не должен располагаться так, чтобы картерные газы попадали в поток охлаждающего воздуха, поступающего в помещение, где установлен двигатель.

Если двигатель стоит на виброизолирующих опорах, то трубы, отводящие картерные газы, должны соединяться с двигателем гибкими секциями.

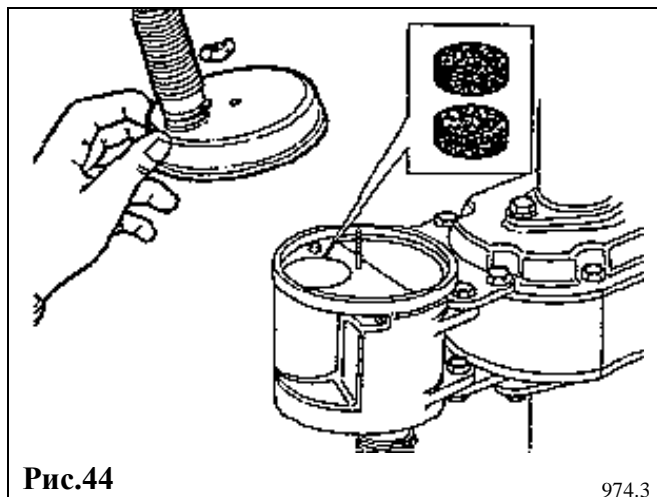


Рис.44

974.3

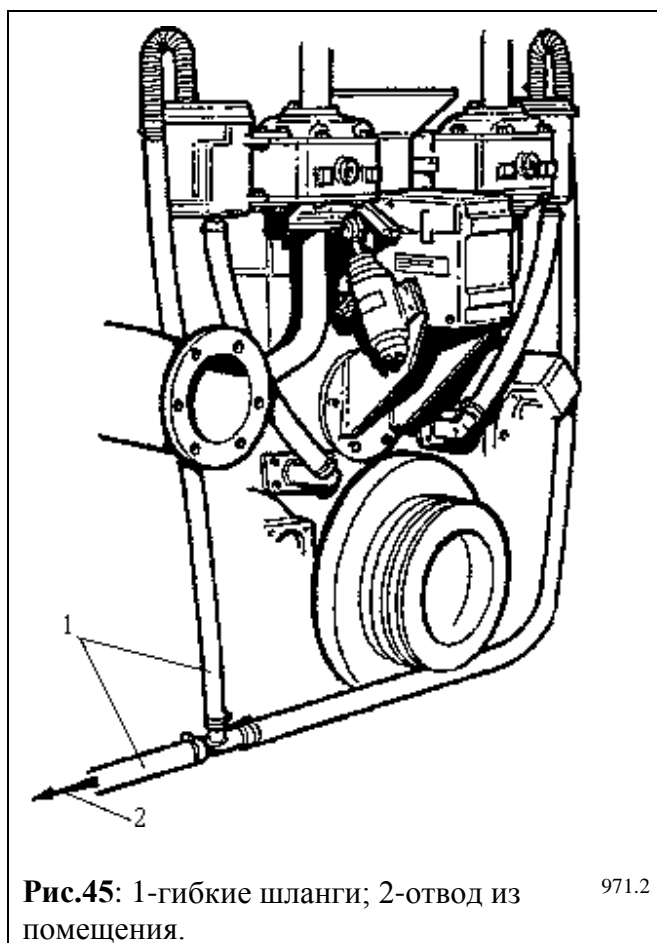


Рис.45: 1-гибкие шланги; 2-отвод из помещения.

971.2

Независимо от того, на каком топливе работают двигатели, очень важно использовать горючее только надлежащего качества.

ТРЕБОВАНИЯ К ДИЗЕЛЬНОМУ ТОПЛИВУ

Топливо должно быть полностью углеводородной фракцией, извлеченной из нефти, с малым количеством примесей, улучшающих его воспламеняемость и другие свойства, и должно соответствовать стандарту British Standard Specification 2869: Class A1 или Class A2.

Если имеется другое топливо, машинист должен получить в Отделе эксплуатации (Application Dept) Perkins Engines (Stafford) Ltd. одобрение на его применение и убедиться, что для смазывания двигателя используется масло рекомендованного сорта и вязкости.

Стандарт BS2869: СВОЙСТВА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

<u>Свойства</u>	<u>Class A1</u>	<u>Class A2</u>
Вязкость динамическая при 40°C, сСт (сСт =1 мм/сек)		
минимальная	1,5	1,5
максимальная	5,0	5,0
Цетановое число, не менее	50	45
Коксумость (коксовое число) 10%-го остатка, % по массе, не более	0,20	0,20
Перегонка, выход при 350°C, % по объему, не менее	85	85
Температура вспышки, замкнутая, Пенску-Martens, °C, не менее	56	56
Содержание воды, % по объему, не более	0,05	0,05
Отстой, % по массе, не более	0,01	0,01
Зольность, % по массе, не более	0,01	0,01
Содержание серы, % по массе, не более	0,30*	0,30*
Испытание на медную пластинку, не более	1	1
Температура забивания фильтра при охлаждении, °C, не более	0	0
Лето (16 марта – 30 сентября)	-4	-4
Зима (1 октября – 15 марта)	-12	-12

* Предел установлен в соответствии с нормативами на газовое топливо, установленными Council Directive (75/716/ ЕЕС Европейского Экономического Сообщества) и соответствующими законам государств-членов на содержание серы в некоторых жидких топливах, как определено документом Statutory Instrument 1976.

Если содержание серы в топливе превышает 0,5%, следует обратиться за указаниями в Отдел эксплуатации (Application Dept) компании Perkins Engines (Stafford) Ltd.

Моторные топлива

1. Сорта топлива, приведенные в таблице, относятся к моторным топливам. Class A1 – более высококачественное топливо, предназначенное, в основном, для использования в качестве автомобильного дизельного топлива. Сорт Class A2 – используется в качестве моторного дизельного топлива общего назначения. Class A1 и Class A2 относятся к дистиллятным сортам топлива, что не допускает содержания в них углеводородных остатков.
2. Температура забивания фильтра, входящая в перечень свойств топлив Class A1 и Class A2, соответствует климатическим условиям Великобритании.
3. Воспламеняемость оценивается цетановым числом, но в практических целях, при оценке топлива без добавок, улучшающих воспламенение, можно использовать расчетный цетановый индекс.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед применением топлива, не соответствующего изложенным выше требованиям, необходимо предварительно проконсультироваться с отделом Service Dept компании Perkins Engines (Stafford) Ltd.

СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ ЗАПРАВКЕ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ ПЕРСОНАЛ ДОЛЖЕН НАДЕТЬ ЛИЧНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

Существует две основных схемы монтажа систем питания. Выбор одной из них зависит от суточного расхода топлива и наличия лаборатории, пригодной для ежедневного выполнения простых обычных операций.

Топливный бак суточного расхода

Обычно полезная емкость бака составляет 10000 л. Для дизель-генератора мощностью 70 кВт этого хватит на 35...40 часов работы с полной нагрузкой с запасом на 10 часов (приблизительно 25%).

Минимальный размер бака для двигателей серии 4000, предотвращающий разогрев топлива в баке возвратным топливом, равен:

4006	5000 л
4008	8000 л
4012	14000 л
4016	18000л

Нужно, чтобы топливный бак устанавливался недалеко от двигателя на возвышении или потолочном перекрытии. Минимальный уровень топлива в баке должен быть выше топливной шины, чтобы за счет силы тяжести создавался положительный напор топлива.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ЕСЛИ МАКСИМАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ТОПЛИВА В БАКЕ ВЫШЕ УРОВНЯ ФОРСУНОК БОЛЕЕ ЧЕМ НА 1,5 М, В ЛИНИИ ПОДАЧИ ТОПЛИВА ДОЛЖЕН БЫТЬ ОТСЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ КЛАПАН, ОТКРЫВАЮЩИЙСЯ ПРИ ЗАПУСКЕ И С ЗАПОЗДАНИЕМ ЗАКРЫВАЮЩИЙСЯ ПРИ ОСТАНОВКЕ ДВИГАТЕЛЯ, ЧТО ПРЕДОТВРАТИТ СЛИШКОМ РЕЗКОЕ ПРЕКРАЩЕНИЕ ПОДАЧИ ТОПЛИВА.

Если нижний уровень топлива в баке расположен ниже точки входа топлива в двигатель, нужно убедиться, что двигатель оборудован подкачивающим топливным насосом.

Большинство двигателей в стандартной комплектации оснащаются подкачивающими насосами. Рекомендуется сохранять подкачивающие насосы в линии подачи топлива, так как для эффективной работы некоторых крупных двигателей требуется поддерживать в галерее довольно высокое (около 1 бара) давление. В случае сомнений свяжитесь с отделом эксплуатации (Application Dept) компании Perkins Engines (Stafford) Ltd. Топливный бак должен быть приспособлен для:

Заправки	Вентиляции
Дозаправки	Слива топлива
Слива отстоя	
Автоматической дозаправки (если нужно)	
Приема возвратного топлива	
Установки поплавкового выключателя	
Установки указателя уровня топлива	

В крышке бака должна быть установлена вентиляционная труба для выравнивания внутреннего и внешнего давления, бак также должен быть оборудован заправочной горловиной и датчиком уровня или смотровым стеклом.

Топливозаборное устройство должно располагаться на высоте примерно 50 мм над днищем бака. Это предотвратит попадание осадка в систему питания.

Для слива отстоя устанавливается сливной кран.

В трубопроводе между баком и двигателем, у бака ставится ручной кран, позволяющий отключать подачу топлива в случае аварии, обслуживания и т.п., и водоотделитель, если двигатель им не оборудован.

Даже обезвоженное топливо при хранении в баке насыщается конденсатом. Вода, попадая в систему питания, топливный насос и т.д. вызывает коррозию и заклинивание деталей, что приводит к аварии.

Топливопровод соединяется с двигателем. Избыток топлива от форсунок через дренажную магистраль возвращается в бак через патрубок, врезанный в его крышку. (Перепускной клапан отрегулирован на давление 2,81 бара.). См. рис.46.

Наиболее просто заправить бак ручным насосом. Гибкий всасывающий шланг следует опустить в емкость с топливом. Жесткий патрубок или гибкий шланг от насоса опускаются в топливный бак. См. рис.46.

Ежедневное обслуживание основного топливного бака

Мощные двигатели и многодвигательные агрегаты отличаются большим расходом топлива, поэтому основной топливный резервуар располагается недалеко от двигателей.

Внутри помещения устанавливается бак суточного расхода, как показано на рис.46.

Из основного резервуара топливо может самотеком перетекать в бак суточного расхода при открытии клапанов вручную. Однако, обычно используют автоматическую подкачку топлива, которая поддерживает уровень топлива в баке суточного расхода независимо от времени суток. См. рис. 47.

Сразу после основного резервуара на выходящий топливопровод устанавливается ручной кран, лучше блокируемый. За ним – водоотделитель. Емкость последнего определяется в зависимости от расхода топлива.

Из водоотделителя топливо отводится трубопроводом, диаметр которого зависит от его длины, а также числа изгибов и арматуры. Трубопровод прокладывается внутрь помещения с двигателем, где подсоединяется к насосу с электроприводом, подающему топливо в бак суточного расхода.

От насоса по распределительной трубе топливо подается в бак суточного расхода. Лишнее топливо из бака суточного расхода отводится по предохранительной переливной трубе в основной резервуар.

В основном резервуаре имеется люк, нужный при очистке резервуара, спаренный датчик уровня, заливная горловина, мерный щуп (на случай поломки датчиков), сливной клапан и переливная труба, отводящая лишнее топливо в резервную емкость.

Основной резервуар топлива устанавливается на цоколе так, чтобы его днище наклонялось в сторону, противоположную патрубку подачи топлива. См. рис.47.

При наличии основного резервуара бак суточного расхода отличается от показанного на рис.47. Необходимы два поплавковых датчика уровня топлива. Один срабатывает и подает сигнал «Низкий уровень», когда уровень топлива в баке понижается до минимальной отметки, второй срабатывает и подает сигнал «Высокий уровень», когда уровень топлива в баке поднимается до максимальной отметки.

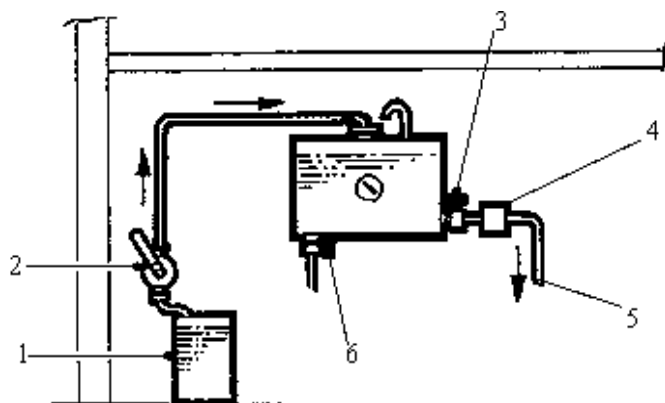


Рис.46: 1-резервуар для лишнего топлива; 2-ручной насос; 3-клапан; 4-водоотделитель; 5-топливная магистраль двигателя; 811.3

В объединенной системе нужно обеспечить вентиляцию каждого бака. Позаботьтесь, чтобы неисправность управления насосами, подающими топливо в баки, не привела к выбросу топлива через вентиляционные стояки. Убедитесь, что высота этих стояков достаточна.

ПРИМЕЧАНИЕ:

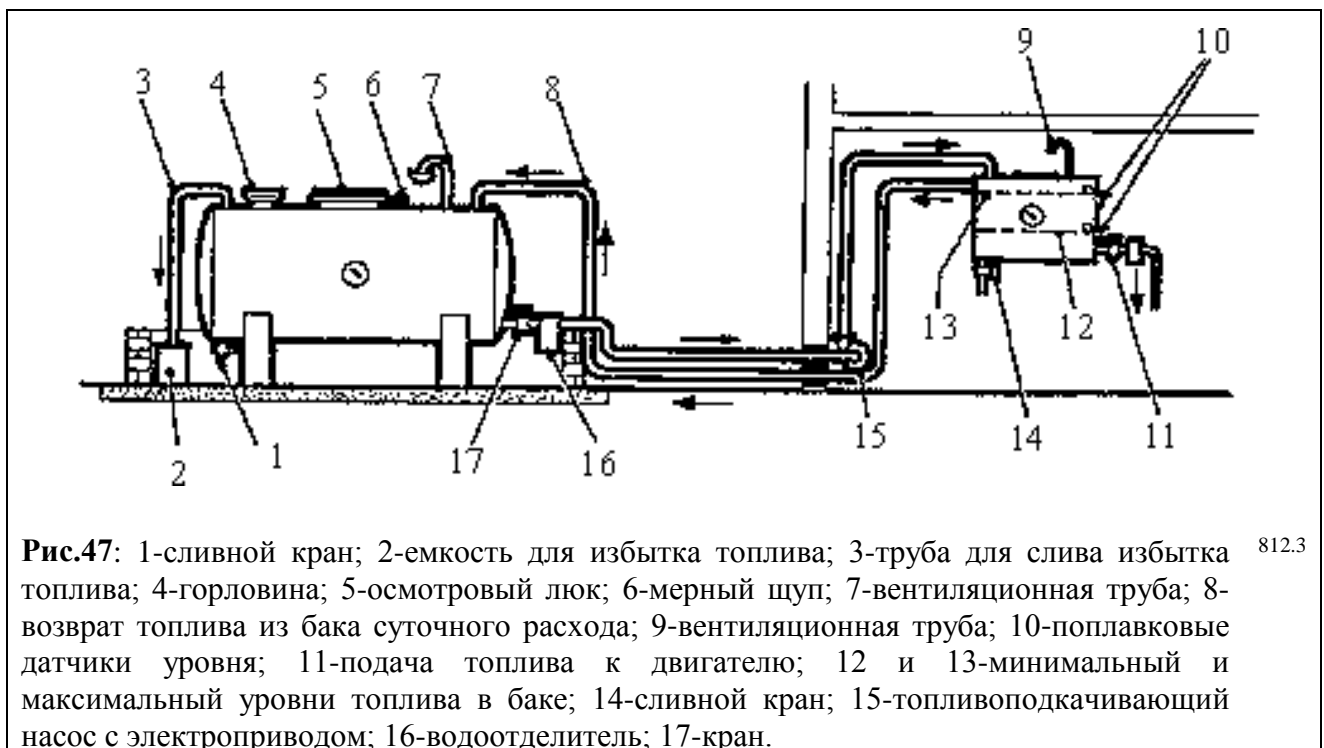
Возвратное топливо от форсунок должно отводиться в основной резервуар, а НЕ В БАК суточного расхода, чтобы предотвратить разогрев топлива в нем, если его объем меньше рекомендованного (см. стр.71).

После того, как монтаж системы закончен, убедитесь, что все разъемы и соединения герметичны. Воздух может проникать в систему питания через очень маленькие зазоры при отсутствии видимой течи топлива.

Топливо перекачивается из основного резервуара в бак суточного расхода насосом с электроприводом. Когда уровень топлива в баке суточного расхода достигает отметки «Высокий уровень», датчик максимального уровня отключает электромотор насоса.

По мере расхода двигателем топливо опускается до отметки «Низкий уровень» датчик минимального уровня включает электромотор насоса.

При наличии автоматической системы подкачки топлива целесообразно на случай неисправности иметь резервную магистраль. При этом кнопка «стоп/пуск» объединяет обе функции – на случай поломки датчика уровня и, при аварии электромотора, топливо из основного резервуара будет через ручной кран подаваться самотеком. Уровень резервной системы зависит от того, насколько важна непрерывность подачи топлива.



812.3

Подкачивающий топливный насос

В двигателях 4000-й серии установлен подкачивающий топливный насос роторного типа, наибольшая высота всасывания которого составляет 2,5 м, а размеры и расположение приведены на чертежах двигателей.

Насос 4006/8SE с торцевым уплотнением создает напор 5 бар, а манжетное уплотнение насоса 4012/16SE ограничивает напор величиной 0,75 бар.

Местные нормативные акты – пожарная безопасность и т.д.

Размещая помещения с силовыми агрегатами и топливные резервуары для них, выясните в местных органах власти, какие нормы экологической и пожарной безопасности, действуют на данной территории.

Местные нормы могут требовать установки на топливопроводах основного резервуара и бака суточного расхода самозакрывающихся клапанов, которые приводятся в действие пережигаемой перемычкой или плавким предохранителем, нагреваемыми при пожаре. Также может требоваться установка датчиков задымления. Может потребоваться сооружение вокруг основного резервуара насыпи, длина и высота которой предотвратят разлив топлива при разрушении или повреждении резервуара. Для обеспечения доступа, а также в соответствии с правилами техники безопасности резервуар следует оборудовать закрепленной лестницей, площадкой и мостком по всей длине резервуара, оснащенными перилами.

Топливный бак – материал

Топливный бак обычно изготавливается из стальных листов. Для бака суточного расхода пригодны нержавеющая сталь и алюминий, но сталь с гальваническим покрытием использовать нельзя. Отслаивающиеся частички гальванического покрытия выводят из строя фильтры. Кроме того, покрытие вступает в химические реакции с серой топлива, образуя илистый осадок.

Трубопроводы

Для устройства топливопровода следует применять трубы, пригодные для перекачки дизтоплива, размер которых допускает их соединение с различными частями системы питания. Топливопроводы объединяют отдельные компоненты в единую систему питания. Размеры и положение соединений с двигателем показаны на чертежах общего вида. Чтобы избежать разрушения частей топливопровода вибрацией, патрубки системы питания собственно двигателя соединяются с прочими жесткими частями топливопровода гибкими шлангами.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ ЗАЛИВКЕ СМАЗОЧНОГО МАСЛА В КАРТЕР ПЕРСОНАЛ ДОЛЖЕН НАДЕТЬ ЛИЧНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ

Моторное масло, использовавшееся при испытаниях двигателя, сливается из поддона картера перед отгрузкой и обеспечивает консервацию в течение 12 месяцев.

Важно, чтобы заливаемое моторное масло соответствовало рекомендованному и не содержало посторонних включений.

Рекомендуемые моторные масла

Качества, степень очистки и типы моторных масел, которые могут использоваться, приведены в Инструкции по эксплуатации двигателя [engine Operation Manual].

Стандартная система смазки

Регулярная смена моторного масла обязательна (см. Инструкцию по эксплуатации соответствующего двигателя), поэтому доступ к масляному щупу, сливной пробке и заливной горловине не должен затруднять обслуживание. Также необходима возможность свободного демонтажа поддона картера.

Система смазки с увеличенным периодом смены масла

Чтобы увеличить интервалы смены моторного масла кратно стандартным в редко обслуживаемых двигателях (см. Инструкцию по эксплуатации соответствующего двигателя), емкость системы смазки увеличивают за счет подпиточного бака. Бак располагается вдоль длинной стороны агрегата так, чтобы его сливной патрубок был, как минимум, на 0,3 м выше поплавкового клапана (REN клапана). Нормальный уровень масла в поддоне картера поддерживается за счет подачи его из подпиточного бака. Расход масла контролируется поплавковым клапаном. (См. Инструкцию по эксплуатации соответствующего двигателя).

На выходе из подпиточного бака устанавливается кран, исключающий потери масла из бака при замене его в поддоне картера. Уровень масла в подпиточном баке контролируется и доливается одновременно со сменой масла в поддоне картера.

Типовая система смазки с повышенным периодом ее смены приведена на **рис.48**.

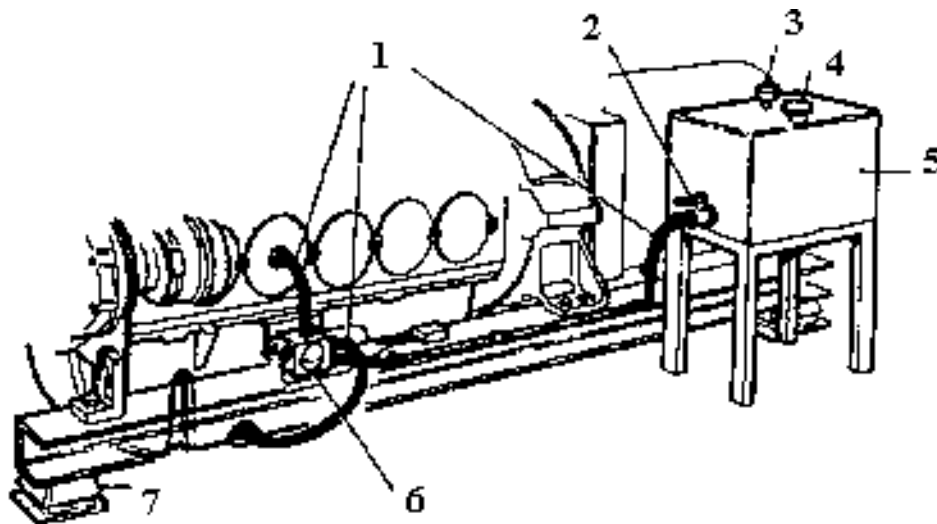


Рис.48: 1-гибкие шланги; 2-отсечной кран; 3-вентиляционный стояк; 4-заливная горловина; 5-подпиточный бак; 6-‘REN клапан’; 7-виброизолирующие опоры.

298.3

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ РАБОТЕ В ПОМЕЩЕНИИ, ГДЕ
УСТАНОВЛЕН ДВИГАТЕЛЬ, ПЕРСОНАЛ
ДОЛЖЕН БЫТЬ ЭКИПИРОВАН
ЛИЧНЫМИ СРЕДСТВАМИ ЗАЩИТЫ

УРОВЕНЬ ШУМА

Сила звука измеряется в децибелах (дБ) в диапазоне частот от 31,5 до 16000 Гц и в середине каждой частотной полосы, т.е. на частотах 31,5; 63; 125; 250 Гц и т.д.

Человек воспринимает звук в диапазоне от 63 до 800 Гц.

Сила звука в дБ разделяется на уровни А, В, С и D. Допустимой нормой общего уровня шума считается уровень А, наиболее близкий к диапазону чувствительности человека. Для обозначения этой характеристики наиболее употребим термин «Уровень звукового давления».

ИСТОЧНИК ШУМА

Работающий двигатель – источник механического шума, зарождающегося в газораспределительном механизме, топливном насосе и т.д., а также появляющегося в камерах сгорания, в результате вибрации, всасывания воздуха и работы вентилятора, если он установлен.

Обычно шум всасываемого воздуха и радиатора меньше, чем механические шумы. Данные по уровню шума при необходимости можно найти в Справочнике продукции [Product Information Manual].

Уменьшить шум можно с помощью звукопоглощающего покрытия. Если механический шум ослаблен до уровня, упомянутого в разделе Уровень шума, нужно обратить внимание на шум воздуха и вентилятора.

Эффективный и относительно дешевый способ - закрыть двигатель кожухом. На расстоянии 1 м от кожуха ослабление звука достигает 10 дБ(А). Эффективны только специально спроектированные кожухи, так что желательно проконсультироваться со специалистами относительно его параметров.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СНИЖЕНИЮ ШУМА

Если к шуму вне помещений, в которых расположены установки, предъявляются определенные требования, нужно соблюдать следующие условия:

1) **Конструкция здания**

Внешние стены - из двойного кирпича с пустотами.

Окна - двойного остекления с расстоянием между стеклами 200 мм.

Двери - двойные двери с тамбуром или одинарные, со стеной-экраном напротив дверного проема.

2) **Вентиляция**

Проемы для забора свежего воздуха и отвода нагретого воздуха должны быть оборудованы шумозащитными экранами.

Эти проблемы Владелец должен обсудить с Изготовителем.

Экраны не должны уменьшать сечение воздуховодов, так как это повысит сопротивление на вентиляторе.

Для более крупных двигателей, требующих больше воздуха, нужны соответственно увеличенные экраны, а здание должно допускать их правильную установку.

3) **Виброизолирующие опоры**

Монтаж агрегатов на виброизолирующих опорах предотвращает передачу вибрации на стены, другие узлы установки и т.д. Часто вибрация является одной из причин шума. (См. виброизолирующие опоры).

4) **Глушение выхлопа**

Оно позволяет ослабить шум на 30...35 дБ(А) на расстоянии 1 м от внешней стены помещения, при условии применения высококачественных поглотителей звука и выхлопных глушителей на входе и выходе.

СВОБОДНАЯ И ПОЛУОТРАЖАЮЩАЯ ЗОНЫ

В свободной зоне сила звука уменьшается на 6 дБ(А) при удвоении расстояния от его источника. Например:

- 1 м – 70 дБ(А)
- 2 м – 64 дБ(А)
- 4 м – 58 дБ(А)
- 8 м – 52 дБ(А).

Если в пространстве вокруг источника звука есть другие здания или поверхности, оно превращается в полуотражающую зону.

В полуотражающей зоне сила звука уменьшается на 3 дБ(А) при удвоении расстояния от его источника. Но с какого-то момента в этой зоне применяется величина 6 дБ(А), характерная для свободной зоны. Например:

- 1 м – 70 дБ(А)
- 2 м – 67 дБ(А)
- 4 м – 64 дБ(А)
- 8 м – 58 дБ(А).

С помощью таких простых расчетов можно оценить уровень шума в радиусе 100 м от его источника.

ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИЙ КОЖУХ

При этом шум остается в помещении для двигателя. Если помещение безлюдно или персонал работает в нем кратковременно и от случая к случаю, этот способ вполне приемлем.

Если в помещении постоянно находятся люди или оно одновременно используется и для других целей, возможно, выгодней закрыть силовой агрегат звукоизолирующим кожухом, в котором предусмотрены проем для подачи охлаждающего воздуха, короб для отвода нагретого воздуха и шумозащитные экраны.

Облицовка кожуха из стекловаты или минеральной ваты, прикрепленная перфорированными панелями, поглощает некоторую часть механического шума. Такой же принцип использован в прямооточном глушителе.

Такой кожух обеспечивает внутри помещения уровень шум, приемлемый для работающего в нем персонала.

Дополнительным преимуществом является значительное снижение уровня шума вокруг помещения с двигателем. См. рис.49.

Систему вентиляции двигателя следует изменить, чтобы она отводила картерные газы из кожуха и, при необходимости, из помещения. Это предотвратит засорение сердцевины радиатора. (См. стр.68-69).

Если ослабить шум от двигателя не удастся, убедитесь, что вблизи нет других источников шума, более сильного, чем шум двигателя. Возможно, Ваша установка здесь не при чем. Свяжитесь с местными органами власти, чтобы убедиться в этом.

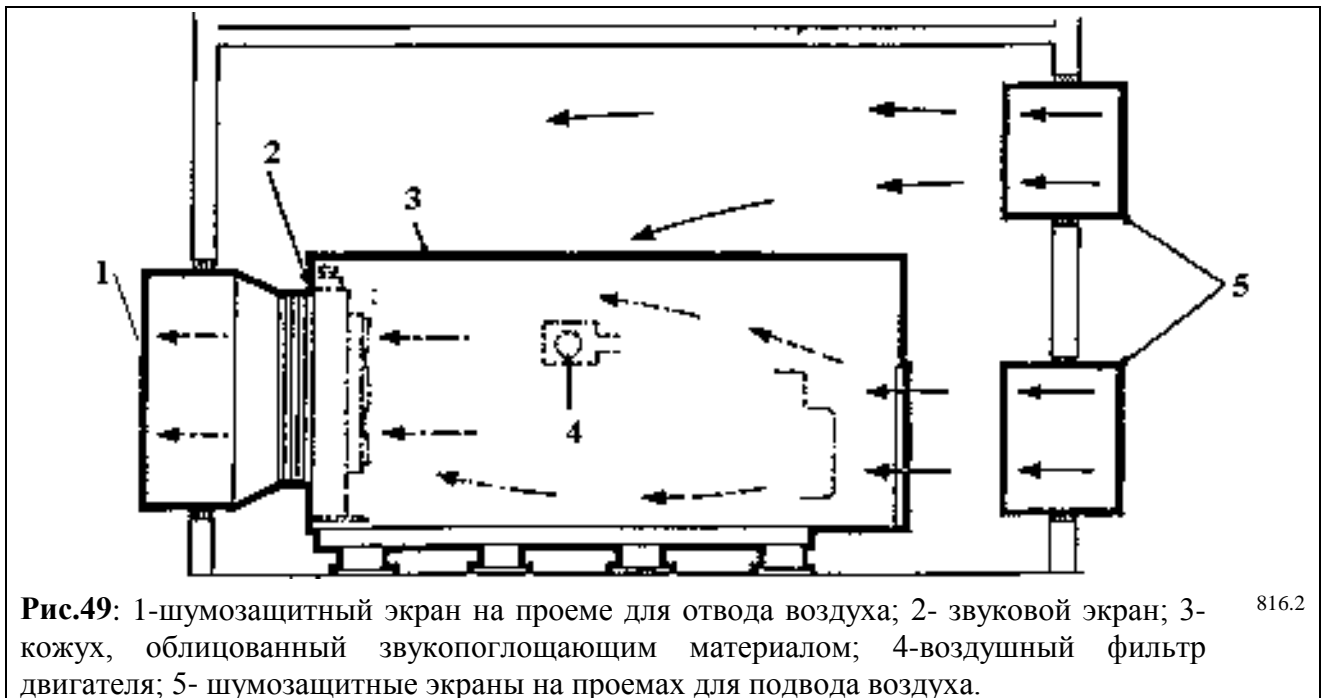


Рис.49: 1-шумозащитный экран на проеме для отвода воздуха; 2- звуковой экран; 3- кожух, облицованный звукопоглощающим материалом; 4-воздушный фильтр двигателя; 5- шумозащитные экраны на проемах для подвода воздуха.

816.2

УРОВЕНЬ ШУМА ОТ НЕСКОЛЬКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Шум от агрегата, состоящего из нескольких двигателей одного типа, превышает уровень шума от одного двигателя, приводимый в Справочнике продукции [Product Information Manual].

Используйте как точку отсчета данные для одиночного двигателя, которые можно получить из его технической характеристики, содержащейся в Справочнике продукции [Product Information Manual].

Из **графика на рис.51** добавьте к шуму одиночного двигателя дополнительный шум, зависящий от общего числа двигателей.

Пример:

Максимальный уровень шума двигателя 4006TAG2 при 1800 об/мин. равен 111 дБ(А). При общем числе двигателей равном трем, максимальный уровень шума составит $111+4,8=115,8$ дБ(А).

ПРИМЕЧАНИЕ:

Если точно известна схема размещения двигателей, возможна и более точная оценка максимального уровня шума. В общем, он будет несколько ниже максимального, рассчитанного в примере.

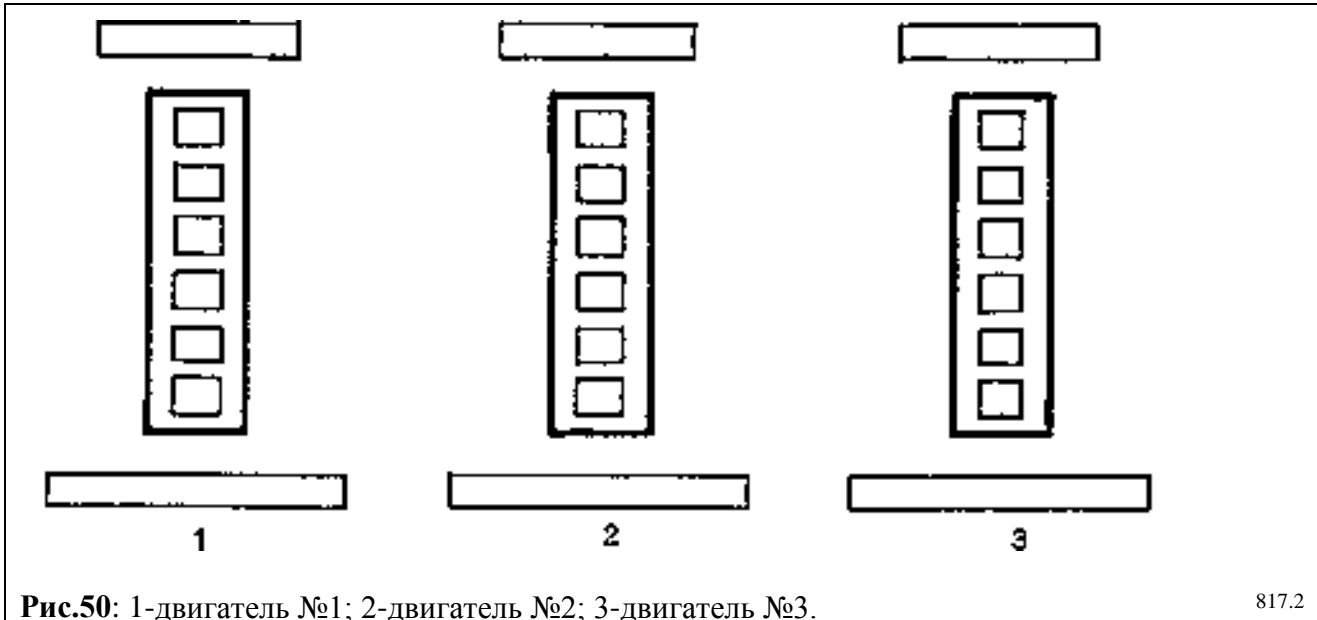
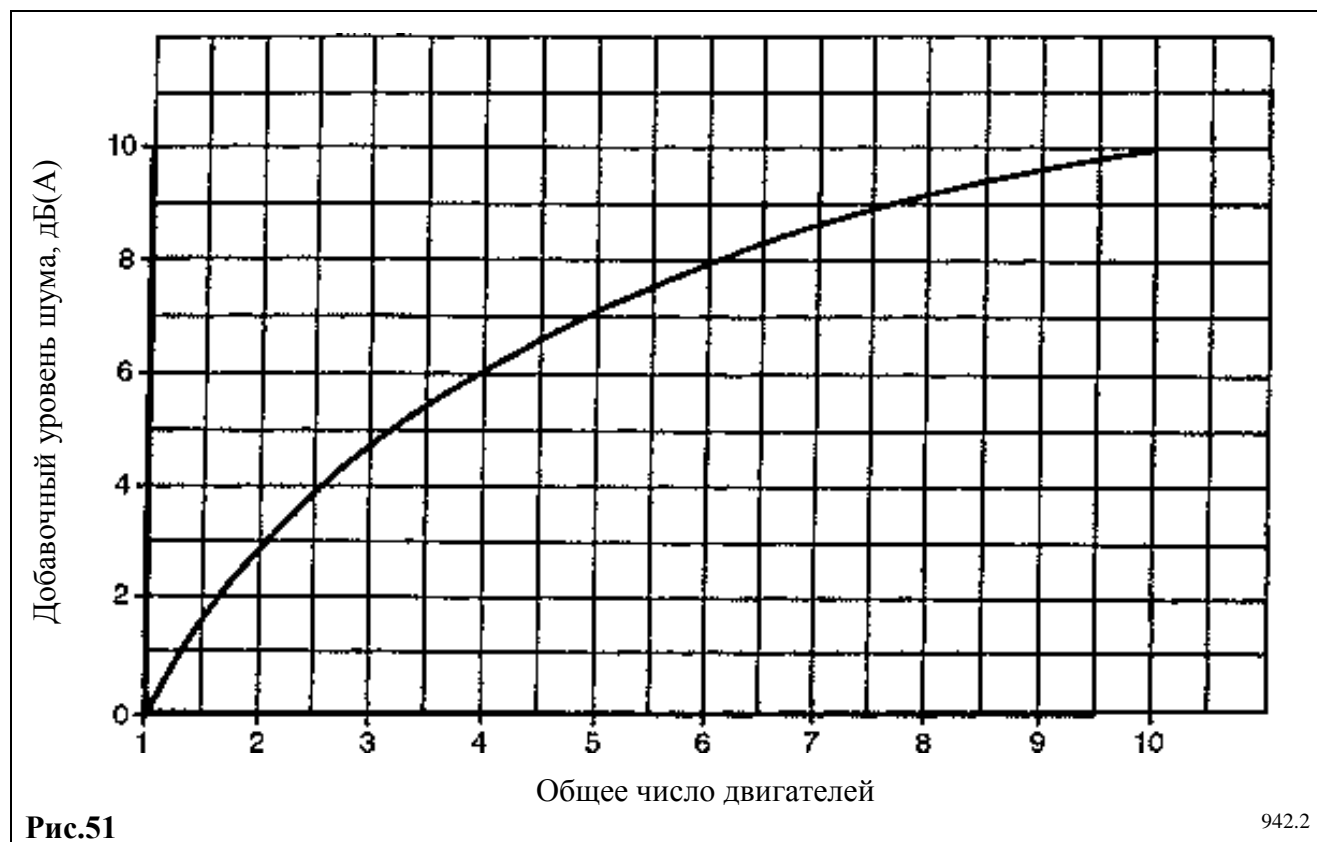


Рис.50: 1-двигатель №1; 2-двигатель №2; 3-двигатель №3.

817.2



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ВСЕ НЕЗАЩИЩЕННЫЕ ПРОЕМЫ ДЛЯ ПОДВОДА ВОЗДУХА К ДВИГАТЕЛЮ СЛЕДУЕТ ОБОРУДОВАТЬ ОГРАЖДЕНИЯМИ.

Воздух для процесса сгорания, подаваемый в двигатель, должен быть очищен и охлажден. При работе в обычных условиях стандартный фильтр двигателя задерживает около 99% частиц размером от 15 микрон. При повышенной запыленности такую же степень очистки обеспечивает фильтр для тяжелых условий.

Для этого обычный воздухоочиститель оборудуется ступенью предварительной очистки циклонного типа, в которой задерживаются более тяжелые частицы (см.рис.52).

Воздушные фильтры сухого типа очищают воздух лучше фильтров с масляной ванной.

ИНДИКАТОР НЕДОСТАТКА ВОЗДУХА

Сопротивление чистого воздушного фильтра примерно 200...250 мм водяного столба. Об увеличении сопротивления фильтра по мере его эксплуатации сообщает красный цвет, напоминающий о необходимости замены фильтрующего элемента. (См. **Инструкцию по эксплуатации** соответствующего двигателя [Engine Operation Manual]).

Если температура воздуха в помещении с двигателем выше наружной температуры, нужно оснастить воздушный фильтр воздухопроводом, подающим воздух извне.

Если уровень шума имеет значение, стандартный воздушный фильтр, установленный на двигателе, следует соединить воздухопроводом с воздухозаборным проемом, оснащенным шумозащитным экраном.

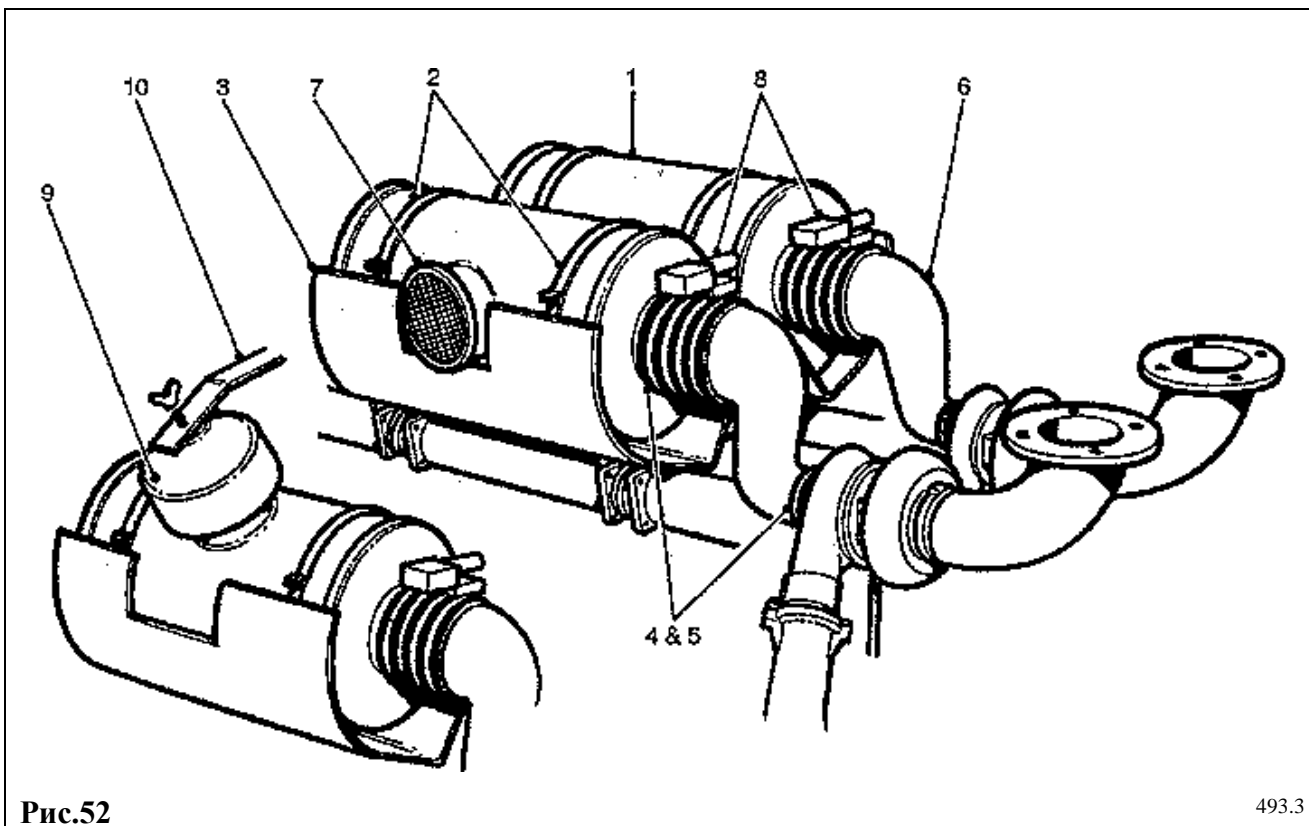


Рис.52

493.3

Дополнительный экран и воздуховод увеличивают сопротивление движению воздушного потока. Общее падение напора воздуха, включая падение в воздушном фильтре, не должно превышать 250...300 мм водяного столба, добиться чего без сокращения срока службы фильтра можно увеличением размеров фильтра и диаметра воздуховода. (См. **Периодичность технического обслуживания [Maintenance Schedule]**).

УДАЛЕННЫЙ ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР

При замене стандартного воздушного фильтра, установленного на двигателе, фильтром, объединенным с шумозащитным воздухозаборным экраном, падение напора воздушного потока не должно измениться (т.е., остаться равным 200...250 мм водяного столба).

Вес воздуховода, соединяющего воздушный фильтр и турбокомпрессор, должен восприниматься не турбокомпрессором, а независимыми опорами. (См. **рис.53**).

Вибрации двигателя должны поглощаться гибкими элементами воздуховода. (См. **рис.53**).

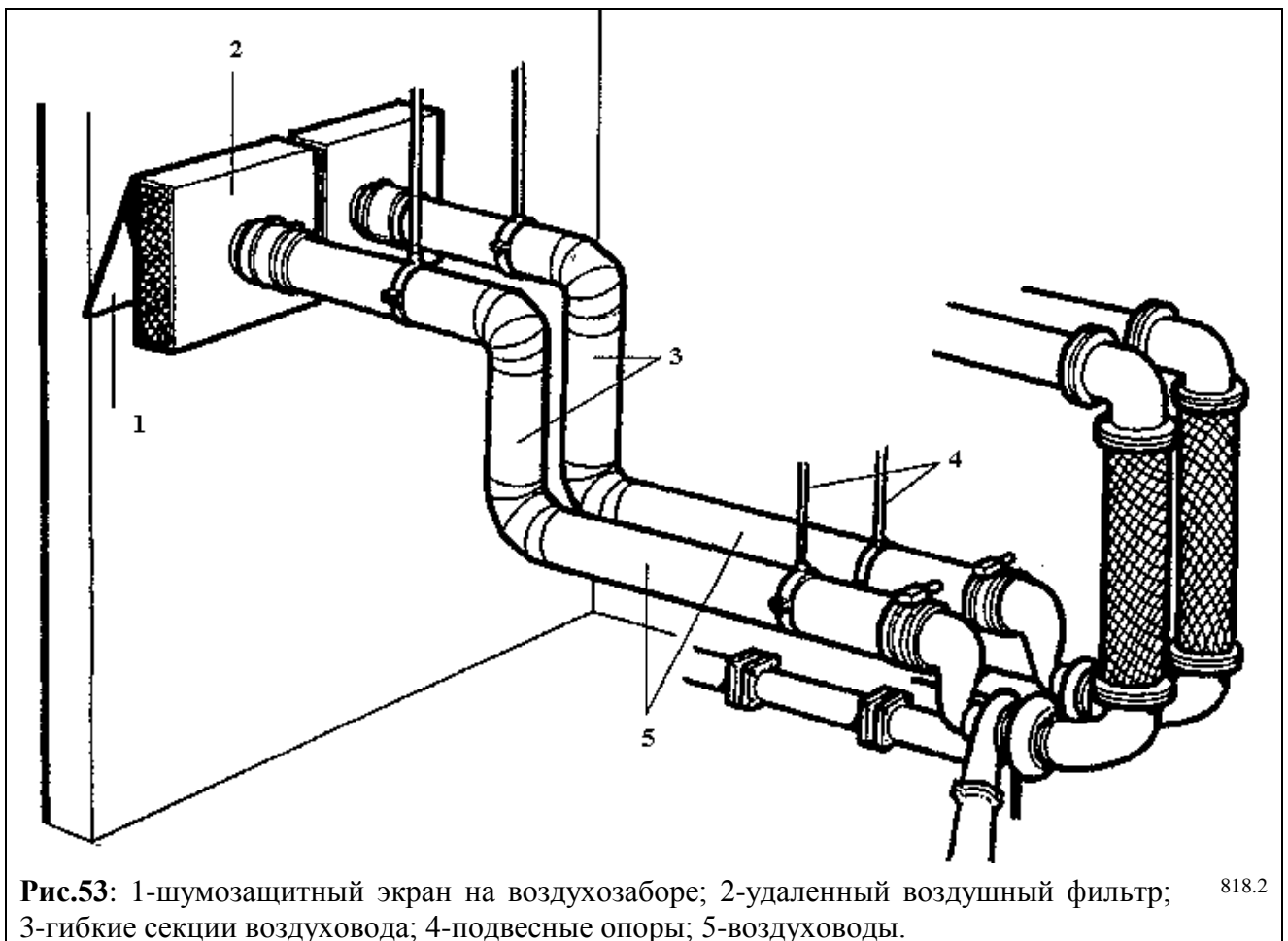


Рис.53: 1-шумозащитный экран на воздухозаборе; 2-удаленный воздушный фильтр; 3-гибкие секции воздуховода; 4-подвесные опоры; 5-воздуховоды.

818.2

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

НЕДОПУСТИМА РАБОТА СИЛОВОГО АГРЕГАТА ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ВИБРАЦИИ. НЕМЕДЛЕННО ОСТАНОВИТЕ ДВИГАТЕЛЬ И ВЫЯСНИТЕ ПРИЧИНУ.

Ниже обосновывается важность того, чтобы крутильные колебания были исследованы производителями двигателя или генератора до их соединения.

КРИТИЧЕСКАЯ СКОРОСТЬ

При подсоединении приводного агрегата к двигателю, особенно, генератора с одним или двумя подшипниками, очень важно исследовать крутильные колебания собранной установки. Крутильные колебания проявляются при вращении любых валов.

При определенной скорости вращения их амплитуда и частота могут достигнуть величины, достаточной для разрушения болтов коленвала и маховика, зубьев передач, гибких соединений и приводного оборудования. Скорость, при которой может возникнуть один из упомянутых эффектов, называется *критической*.

Целью исследования крутильных колебаний является выяснение величины скорости, критической по амплитуде и частоте разрушающих сил, и фиксация того факта, что критические скорости лежат вне диапазона рабочих скоростей двигателя и вне диапазона от +10% до -5% синхронной частоты вращения.

Возможно существование критической скорости в диапазоне от скорости запуска до 95% скорости синхронизации, но ее можно считать безопасной, так как продолжительность работы при ней составляет около одной секунды.

Однако если особенности применения требуют работы двигателя во всем диапазоне скоростей, критические скорости должны оставаться в безопасных пределах.

МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ КРИТИЧЕСКИХ СКОРОСТЕЙ

Существуют методы, позволяющие изменить величину критической скорости и уменьшить амплитуду сопровождающих ее колебаний.

Во-первых, коррекция возможна за счет изменения жесткости упругих соединений. Если в них есть резиновые детали, можно варьировать их жесткость.

Если используется передача с пружинным диском или упругое пружинное соединение, можно заменить их элементом другого типа.

Другое решение – изменение инерции маховика двигателя установкой амортизатора крутильных колебаний или, если двигатель им укомплектован, снятие амортизатора или замена его другим - с иной массой и иными характеристиками. Иногда, обычно с одноподшипниковым генератором, на свободный конец коленвала нужно прикрепить регулировочный диск.

Очевидно, что удовлетворительное решение можно найти различными способами. Очень редко приходится прибегать к регулировке вала генератора.

Откладывание регулировки «на потом» может привести к большим расходам. Даже если немедленной аварии не случится, в дальнейшем могут потребоваться дорогостоящие изменения места монтажа с неизбежной отсрочкой ввода установки в действие.

ДАННЫЕ ПО КРУТИЛЬНЫМ КОЛЕБАНИЯМ

Perkins Engines (Stafford) Ltd имеет обширную базу данных о крутильных колебаниях двигателей всех семейств и моделей с одно и двух подшипниковыми генераторами, в основном, на скорости 1500 об/мин. Данные для других скоростей менее многочисленны.

По запросу Perkins Engines (Stafford) Ltd может сообщить, приемлемы ли крутильные колебания для силовой установки предполагаемой комплектации.

Если нет, и по желанию Клиента, Perkins Engines (Stafford) Ltd выполнят исследования после получения от Клиента необходимой информации.

Применительно к генератору требуются:

- 1) Синхронная частота вращения.
- 2) Электрическая мощность.
- 3) Подробный чертеж вала генератора.
- 4) Инерция якоря и возбуждителя.
- 5) Инерция вентилятора радиатора и его положение на валу.
- 6) Подробное описание типа используемого упругого соединения или инерция ведущих и ведомых частей, динамическая жесткость, интервал значений вызывающих вибрацию момента и соединения или коэффициент затухания.

или Инерция или передача с пружинным диском для одноподшипникового генератора.

- 7) Какой конец коленвала (свободный или с маховиком) соединен с генератором.

В дополнение к вышесказанному Perkins Engines (Stafford) Ltd предоставляет клиентам информацию о динамической системе двигателя, если они намерены провести собственные исследования крутильных колебаний.

ИССЛЕДОВАНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

При поставке дизель-генератора в комплекте анализ крутильных колебаний выполняет Perkins Engines (Stafford) Ltd, чтобы убедиться в совместимости двигателя, упругой муфты, демпфера колебаний и генератора.

ПРИМЕЧАНИЕ: СМЕНА СКОРОСТИ ИЛИ ПРИВОДНОГО АГРЕГАТА

Если двигатель заказан под определенный скоростной режим (например, 1500 об/мин), то он может совмещаться с определенным типом муфты и генератора. Если соединить этот двигатель с другим генератором или задать ему другую скорость (не 1500 об/мин), собранную установку следует снова проверить на крутильные колебания.

Кроме проверки на крутильные колебания, возможно, потребуется смена топливных насосов, шкива вентилятора, настройки демпфера, маховика, турбокомпрессора, регулировки подачи топлива. Для полной уверенности свяжитесь с Отделом эксплуатации [Application Dept] компании Perkins Engines (Stafford) Ltd, который снабдит Вас необходимой информацией.

СНИЖЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

Эта процедура означает снижение мощности двигателя по сравнению с номинальной, чтобы смягчить влияние неблагоприятных значений температуры и давления.

Номинальная мощность двигателя рассчитана для условий, определяемых стандартом ISO3046:

Температура подаваемого воздуха – 25°C

Давление – 100 кПа

Влажность – 60%

(Двигатель без турбонаддува)

Пересчет: 100 кПа = 1 бар = 1 атм = 110 м.

Если условия эксплуатации отличаются от приведенных выше, мощность двигателя должна быть снижена в соответствии со стандартной процедурой.

ПРИМЕЧАНИЕ: За максимальную температуру окружающего воздуха принимается наибольшее из отмеченных в течение года значений.

Если условия эксплуатации известны до отгрузки двигателя, его мощность снижается на заводе, о чем сообщается на пластинке, прикрепленной к двигателю.

Процедура снижения мощности

Процедура снижения мощности описана в Инструкции по эксплуатации соответствующего двигателя и там же приводится таблица снижения мощности.

ПРИМЕЧАНИЕ: В сертификате испытаний указывается максимальная мощность, полученная при процентном уменьшении мощности по таблице снижения мощности.

УМЕНЬШЕНИЕ МОЩНОСТИ ГЕНЕРАТОРА

Сниженную мощность генератора нужно сравнить с величиной сниженной мощности двигателя. Если температура окружающего воздуха или давление отличаются от стандартных, необходимо вводить поправку на мощность генератора.

Типовые поправочные коэффициенты к максимальной мощности генератора таковы:

<u>ТЕМПЕРАТУРА ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА</u>	<u>ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ</u>
до 40°C	0%
45°C	4%
50°C	8,5%
52°C	11%
55°C	13,5%

<u>ВЫСОТА НАД УРОВНЕМ МОРЯ</u>	<u>ПОПРАВОЧНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ</u>
до 1000 м	0%
1500	4%
2000	7,5%
2500	11%
3000	16%

Общий поправочный коэффициент для мощности генератора получается сложением процентов уменьшения мощности из-за температуры и давления.

Следует убедиться (вместе с поставщиком), что уменьшенная мощность генератора не меньше (т.е., равна или больше) уменьшенной мощности двигателя.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

В СЛУЧАЕ НЕИСПРАВНОСТИ БУДЬТЕ ГОТОВЫ ЗАГЛУШИТЬ ДВИГАТЕЛЬ РЫЧАГОМ ОСТАНОВКИ.

СИСТЕМЫ ЗАПУСКА

Существует несколько способов запуска двигателя, но одним из наиболее распространенных является раскрутка коленвала электрическим или пневматическим стартером через зубчатую передачу.

Легкость запуска определяется скоростью коленвала, необходимой для нагрева воздуха в камерах сгорания до температуры воспламенения топлива.

При холодном запуске скорость коленвала снижается из-за повышенной вязкости моторного масла. Поэтому тип масла всегда должен соответствовать сезону. (См. рекомендации по выбору масла [Lubrication Oil Recommendation] в Инструкции по эксплуатации соответствующего двигателя [Engine Operation Manual]).

Для обеспечения высокой скорости коленвала важно, чтобы аккумулятор был полностью заряжен, а воздушный резервуар - заполнен.

Электрический запуск

Электростартер включается автоматически или вручную и работает от аккумулятора постоянным током напряжением 24В. Емкость аккумулятора зависит от температуры окружающего воздуха, при которой эксплуатируется двигатель.

Емкость кислотного аккумулятора из расчета 20 часов определяется по таблице.

Тип двигателя	4006/8	4012/16
Ампер до 0°C	143/178	286
Ампер до -18°C	286	356

Пусковая проводка

Диаметр проводов между электростартером и аккумулятором длиной 2 м с витой медной жилой должен составлять:

4006/8	2×70 мм или 1×120 мм
4012/16	2×70 мм или 1×120 мм

Запуск сжатым воздухом

Пневмостартер запускается автоматически или вручную работает от источника сжатого воздуха. Рабочее давление стартера 30 бар. Ресивер (воздушный резервуар) при нормальных условиях должен обеспечить 6 запусков с падением давления не ниже 17 бар.

Емкость ресивера оценивается по формуле:

$$V_{\text{ресивера}} = \frac{V_{\text{воздуха}} \times n_{\text{запусков}}}{dP_{\text{давл}}};$$

где: $V_{\text{ресивера}}$ – емкость ресивера; $V_{\text{воздуха}}$ – объем воздуха при атмосферном давлении, нужный на один запуск; $n_{\text{запусков}}$ – число запусков; $dP_{\text{давл}}$ – разница давлений.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Двигатель	$V_{\text{воздуха}}$, литров
4006	400
4008	500
4012	600
4016	700

Ресивер должен соответствовать требованиям BS и оборудоваться предохранительным клапаном, датчиком давления и сливным краном.

АККУМУЛЯТОРЫ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!
 ПРИ ДОЛИВЕ ИЛИ ЗАМЕНЕ ЭЛЕКТРОЛИТА ПЕРСОНАЛ ДОЛЖЕН НАДЕТЬ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ И НЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОТКРЫТЫЙ ОГОНЬ

Аккумулятор следует установить как можно ближе к электростартеру, чтобы сократить длину проводов и уменьшить падение напряжения.

Место, выбранное для аккумулятора, должно обеспечивать легкий доступ для его осмотра и обслуживания, быть безопасным в пожарном отношении и изолированным от вибрации.

Перед установкой убедитесь, что инструкции производителя по вводу аккумулятора в эксплуатацию надежно прикреплены.

Установка аккумулятора

1) Проверка полярности

Убедитесь, что положительный штырь аккумулятора соединен с плюсовой клеммой системы, а отрицательный штырь - с отрицательной клеммой.

ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ПОДКЛЮЧЕНИИ НЕСКОЛЬКИХ АККУМУЛЯТОРОВ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ШТЫРЬ ОДНОГО ДОЛЖЕН СОЕДИНЯТЬСЯ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ШТЫРЕМ СОСЕДНЕГО.

2) Зачистка соединений

Очистите клеммы и штыри перед подсоединением аккумулятора. Грязные или окисленные выводы ухудшают контакт и снижают пусковой ток.

Если контакты окислены, протрите окисленные места раствором карбоната натрия или нашатырным спиртом, вытрите насухо и смажьте тонким слоем петролатума (вазелина), чтобы предотвратить дальнейшее окисление. Проследите, чтобы раствор карбоната натрия или нашатырный спирт не попали в электролит.

3) Установка в аккумуляторном ящике

Проследите, чтобы при креплении аккумулятора в ящике (если последний предусмотрен) он не был деформирован. Соединительные провода должны иметь запас длины, чтобы не нагружать штыри аккумулятора. Не затягивайте крепежные шайбы и болты слишком сильно, так как можно повредить корпус аккумулятора. Клеммы проводов закрепите на выводных штырях аккумулятора.

4) Осмотр

Положение аккумулятора не должно мешать доливу электролита и осмотру. Верх аккумулятора и окружающие его детали должны быть чистыми, сухими, без масла и грязи. Необходима хорошая вентиляция; это особенно важно, если аккумулятор нагревается из-за того, что стоит близко к двигателю.

ГЕНЕРАТОР ЗАРЯДКИ АККУМУЛЯТОРА

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ОТСОЕДИНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРА НА РАБОТАЮЩЕМ ДВИГАТЕЛЕ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОЛОМКЕ ГЕНЕРАТОРА

Генератор для зарядки аккумулятора и его регулятор поддерживают аккумулятор в постоянно заряженном состоянии во время работы установки. Их работа организована таким образом, что разряженный аккумулятор заряжается за минимальное время, а заряженный аккумулятор поддерживается в таком состоянии через буферный зарядный выпрямитель.

БОЛЕЕ ПОДРОБНО ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДНЫХ ЦЕПЯХ ДВИГАТЕЛЯ МОЖНО УЗНАТЬ В ИНСТРУКЦИИ ПО ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

Обычно аккумулятор заряжается от генератора двигателя, обеспечивающего ток, достаточный для поддержания аккумулятора в заряженном состоянии все время, пока работает двигатель. Запуск двигателя в холодное время года может потребовать от аккумулятора большей ёмкости. Двигатель может быть оснащен стационарным устройством, подзаряжающим аккумулятор, когда двигатель не работает. Это устройство автоматической непрерывной подзарядки питается от основной электрической сети.

Двигатель, имеющий оба типа зарядных устройств, должен также быть оснащен реле, отключающим стационарное устройство при запуске двигателя.

ОБЛЕГЧЕНИЕ ЗАПУСКА

Подогреватели рубашки охлаждения

Эксплуатация в холодной климатической зоне может потребовать не только замены моторного масла менее вязким, но и оснащения рубашки охлаждения двигателя погружным нагревателем (или нагревателями). (Размеры рекомендуемых нагревателей можно взять из технической характеристики в Инструкции по эксплуатации соответствующего двигателя). Установка нагревателя облегчает запуск двигателя, так как поддерживает температуру охлаждающей жидкости в диапазоне от 26,7 до 37,8°C.

ПУСКОВЫЕ НАГРУЗКИ

При запуске двигателя рекомендуется разгружать приводной агрегат, чтобы уменьшить пусковые сопротивления, и позволить двигателю набрать номинальные обороты до включения внешней нагрузки.

Соблюдение этих требований не всегда возможно с такими агрегатами, как водяные насосы, компрессоры, камнедробилки, которые находятся под нагрузкой с момента пуска. Оборудование такого типа должно комплектоваться центробежным сцеплением, включающим привод только после того, как двигатель разовьет необходимую мощность.

Приемистость

Нагрузка, воспринимаемая двигателем дизель-генератора при номинальных оборотах в один прием, ограничена.

Приемистость конкретного двигателя приводится в его технической характеристике в процентах от номинальной нагрузки.

Двигатель способен развить мощность, соответствующую этой нагрузке, при нормальной рабочей температуре и использовании рекомендуемых сортов моторного масла. (См. **Инструкцию по эксплуатации**).

Для того, чтобы учесть нестандартные требования к приемистости двигателя Perkins Engineering (Stafford) Ltd нуждается в следующей информации:

ИМЯ ПОКУПАТЕЛЯ

ТИП ПРИМЕНЯЕМОГО ГЕНЕРАТОРА

ОБЩИЙ УРОВЕНЬ НАГРУЗКИ

НАГРУЗКА, ВОСПРИНИМАЕМАЯ В ОДИН ПРИЕМ В % + ОСТАЛЬНОЕ

ТИП ПРИЕМИСТОСТИ

ПЕРЕХОДНОЕ ПАДЕНИЕ СКОРОСТИ

МАКСИМАЛЬНОЕ ПАДЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ

МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКА ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ НА ХОЛОСТОМ ХОДУ

СРЕДНЯЯ ОКРУЖАЮЩАЯ ТЕМПЕРАТУРА

ОСТАНОВКА

Чтобы двигатель остыл перед остановкой, ему надо дать поработать 5 минут при номинальной скорости без нагрузки.

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ

Защищает двигатель от поломки при перегреве, падении давления моторного масла и разгоне до «разноса».

Двигатель комплектуется необходимыми электромагнитными выключателями, которые останавливают его при проявлении одного из перечисленных эффектов.

Отсечной воздушный клапан

Отсечной воздушный клапан поставляется как дополнительное или штатное оборудование в зависимости от комплектации конкретного двигателя. Он предназначен для защиты двигателя и генератора от поломки в случае разгона двигателя до разноса, что возможно при выходе из строя его регулятора или присутствии паров топлива во всасываемом воздухе. В этих условиях обороты двигателя будут расти даже при прекращении подачи топлива.

Регулятор управляет скоростью двигателя, от которой зависит частота переменного тока, вырабатываемого генератором. Тип регулятора двигателя зависит от назначения дизель-генераторной установки и управляющих и/или частотных ограничений. При необходимости точного регулирования частоты, например, для компьютеров или программного управления, и в случаях, когда стабильность напряжения и частоты должна поддерживаться в узких пределах, важно на стадии заказа правильно указать тип регулятора.

Более точно о классах пределов регулирования можно узнать в документах BS5514 или Часть 4 ISO3046. Регулятор двигателя должен адекватно реагировать на изменения условий нагружения, такие как:

- 1) Максимальная нагрузка, которую может принять в один прием двигатель, работающий на холостом ходу при номинальном числе оборотов.
- 2) Мгновенное и долговременное изменение скорости при приложении нагрузки по пункту 1.
- 3) Мгновенное и долговременное изменение скорости при снятии нагрузки по пункту 1.
- 4) Мгновенное и долговременное изменение скорости при приложении и снятии 25% номинальной нагрузки за один прием.
- 5) Диапазон скоростей при установившейся нагрузке и время его восстановления в случаях, описанных выше.

Электронный регулятор дает нулевое падение скорости и позволяет добиться соответствия условий классам А1 или А0, а также более значительных по сравнению с механическими или гидравлическими типами регуляторов преимуществ.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

При описании процесса регулирования использована следующая терминология:

Падение (см. рис.54)

Зависимость изменения скорости двигателя, выраженная в процентах его номинальной скорости.

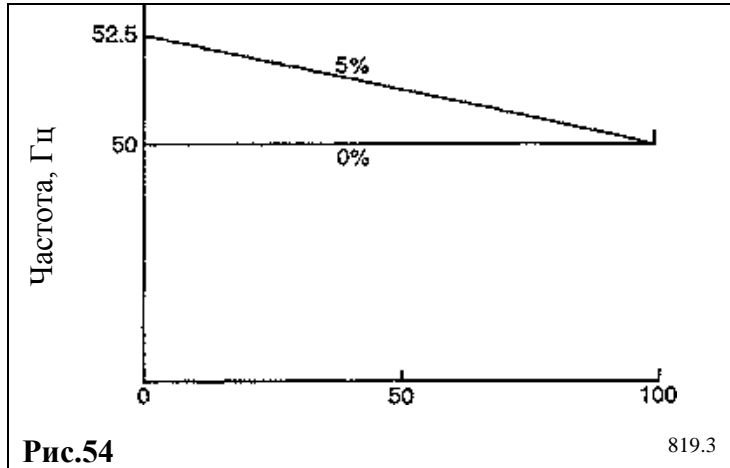


Рис.54

819.3

$$\% \text{ \u0438\u0430\u0431\u0430\u0442\u0435\u043d\u0438\u044f} = \frac{\text{\u043d\u0435\u0438\u0434\u0438\u043d\u043e\u044e \u0434\u0430\u0447 \u0438\u0430\u0431\u043e\u0447\u0435\u043d\u0438\u044f} - \text{\u043d\u0435\u0438\u0434\u0438\u043d\u043e\u044e \u0438\u0434\u0435 \u0438\u0438\u0435\u043b\u0435 \u0438\u0430\u0431\u043e\u0447\u0435\u043d\u0438\u044f}}{\text{\u0438\u0438\u0435\u043b\u0435\u044f \u0438\u0430\u0431\u043e\u0447\u0435\u043d\u0438\u044f}} \times 100.$$

Работа с нулевым падением также известна, как изохронная выработка энергии.

Диапазон скоростей при постоянной нагрузке (См. рис.55)

Колебания скорости относительно номинального значения при любой установившейся нагрузке, составляющие обычно 1%.

Мгновенная скорость (См. ри.56)

Временное изменение скорости при внезапном приложении или снятии нагрузки.

ЭЛЕКТРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР

Использование электронного регулятора предоставляет ряд дополнительных преимуществ, так как позволяет устанавливать приборы для синхронизации, распределения нагрузки, управления с прогнозированием и т.д., (См. соответствующую инструкцию по эксплуатации двигателя).

Поскольку электронный регулятор не имеет механического привода, время на его обслуживание сокращается, если не считать настройки перед пуском и регулярной очистки магнитного датчика.

Подключение регулятора

Электронный регулятор используется в комплекте с потенциометром регулировки скорости и блоком распределения нагрузки, которые должны соединяться с ним экранированными проводами. Важно подключить оплетку проводов к нужному контакту цепи регулятора. Подробности изложены в Инструкции по техобслуживанию [Maintenance Manual].

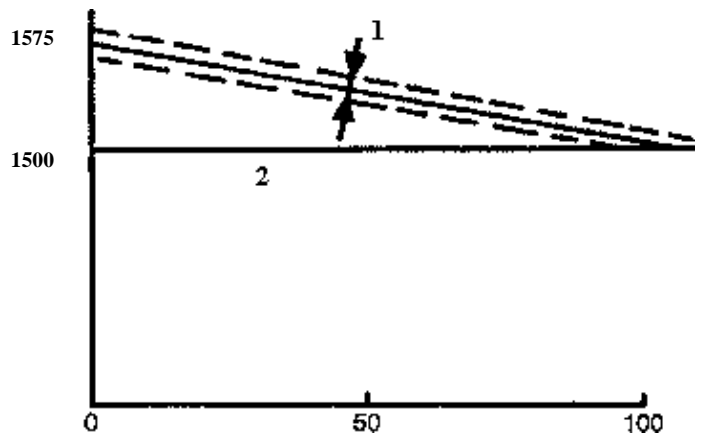


Рис.55: 1-диапазон скоростей с 5% падением; 2-изохронный диапазон скоростей.

820.3

ПРИМЕЧАНИЕ: Потенциометр регулировки скорости должен быть установлен в месте, защищенном от нагрева и вибраций. Его нельзя крепить к двигателю.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРИ ЗАПУСКЕ И РЕГУЛИРОВКЕ ВАЖНО, ЧТОБЫ ДВИГАТЕЛЬ БЫЛ ОБОРУДОВАН НЕЗАВИСИМОЙ СИСТЕМОЙ ЗАЩИТЫ ОТ РАЗНОСА, ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ ИЗБЕЖАТЬ КАК ПОЛОМКИ ДВИГАТЕЛЯ, ТАК И УГРОЗЫ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И ЖИЗНИ ПЕРСОНАЛА.



Рис.56: 1-разнос или время восстановления; 2-«провал» скорости; 3-точка приложения нагрузки; 4-«всплеск» скорости; 5-точка снятия нагрузки; 6-диапазон скорости при установившейся нагрузке; 7-ось времени.

821.2

Конструкции панелей управления зависят от характеристики агрегата и обычно включают в себя цепи запуска и остановки двигателя и приборы управления генератором. Настенные и напольные панели управления должны соединяться с агрегатом кабелями управления (см. стр.98). Процедуры запуска и остановки такие же, как и с панелями, установленными на агрегате.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!
КАБЕЛИ ОТ ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ К АГРЕГАТУ И ГЛАВНЫЙ СИЛОВОЙ КАБЕЛЬ ДОЛЖНЫ ПРОКЛАДЫВАТЬСЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ СПЕЦИАЛИСТАМИ.

ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ С РУЧНЫМ ПУСКОМ

Панель управления с ручным запуском обычно комплектуется замком для запуска и остановки двигателя с помощью обычных пусковых и отключающих электромагнитных контуров. Панель также оборудована омметром, вольтметром и прерывателем цепи генератора.

Приборы управления двигателем обычно монтируются на отдельной панели, хотя на отдельных агрегатах некоторые из приборов управления двигателем размещаются на панели генератора. Также на панели управления установлены лампы (или другие индикаторы), относящиеся к автоматике защиты при падении давления масла и перегреве двигателя.

Панель управления, смонтированная на агрегате, уже подключена к генератору и двигателю. Единственный кабель, который нужно проложить, это силовой кабель, соединяющий прерыватель цепи на панели генератора с потребителями энергии. В зависимости от размера панель может быть смонтирована на агрегате, установлена на полу или закреплена стене.

Типовой вариант монтажа панели управления на агрегате показан на рис.57. Более крупные агрегаты комплектуются напольными или настенными панелями управления.

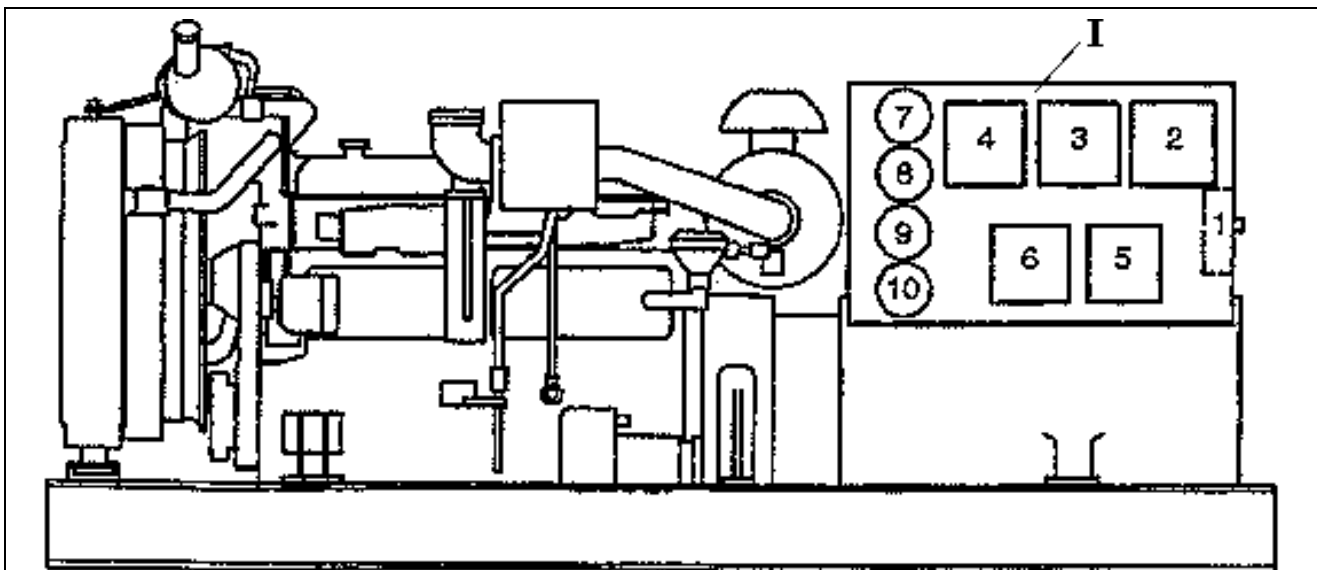


Рис.57: I-панель управления; 1-прерыватель цепи; 2-частотометр; 3-омметр; 4-вольтметр; 5-ключ запуска (со встроенной лампой отказа); 6-переключатель «омметр/вольтметр»; 7-омметр тока зарядки; 8-счетчик машиночасов; 9-указатель давления моторного масла; 10-указатель температуры охлаждающей жидкости. 822.3

ЗАЩИТНЫЙ БЛОК

Так как дизель-генератор может длительное время оставаться без присмотра, важно, чтобы он был укомплектован автоматикой защиты, которая при получении аварийного сигнала останавливала бы двигатель.

Автоматика защиты вмонтирована в панель управления как стандартное оборудование и может иметь вид защитного блока.

ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ПУСКОМ

Панель с автоматическим пуском, в обычном исполнении поставляется с прерывателем цепи генератора, приборами управления генератором и переключателями.

Оборудование автоматического управления пуском запускает и останавливает двигатель (или дизель-генератор) при получении дистанционного сигнала. Двигатель запускается, набирает обороты и продолжает работать, пока сигнал не прекратиться.

Защита вывода генератора или контакторы обычно приобретаются у других поставщиков, хотя иногда, в зависимости от кабельной разводки, прерыватель цепи генератора встраивается в панель управления с автоматическим пуском.

В некоторые панели управления с автоматическим пуском встраиваются контуры трех попыток запуска.

Приборы управления двигателем обычно монтируются на отдельной панели, хотя иногда размещаются и на панели управления с автоматическим пуском.

ПРИМЕЧАНИЕ: Чтобы двигатель перед остановкой остыл, ему надо дать поработать 5 минут без нагрузки при номинальной скорости.

Иногда в цепь управления включается таймер, обеспечивающий это условие. Типовая схема автоматического пуска приведена на **рис.58**.

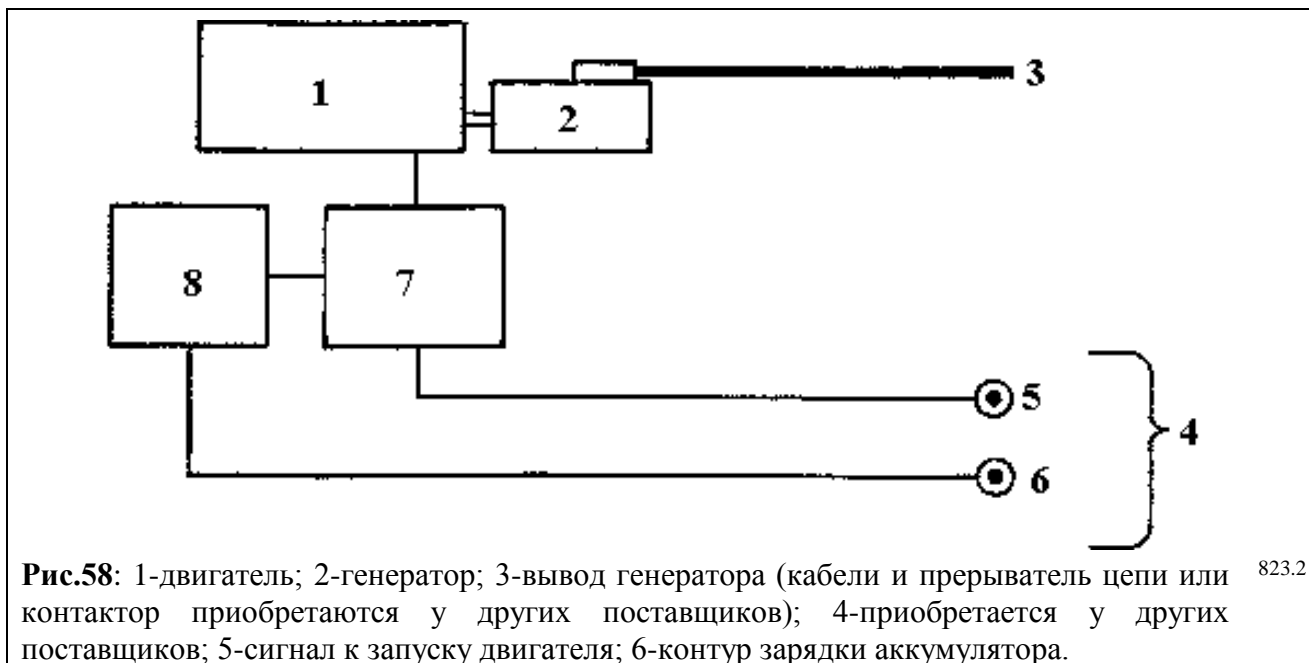


Рис.58: 1-двигатель; 2-генератор; 3-вывод генератора (кабели и прерыватель цепи или контактор приобретаются у других поставщиков); 4-приобретается у других поставщиков; 5-сигнал к запуску двигателя; 6-контур зарядки аккумулятора.

823.2

**ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ С
АВАРИЙНЫМ ПУСКОМ (АМФ)**

Такие панели управления предназначены для автоматического запуска дизель-генератора при падении напряжения в электросети общего пользования.

В панель управления АМФ встраиваются контуры автоматического запуска, автоматической защиты и автоматы-прерыватели соединений с более крупными установками.

Иногда в схемы панелей установок специального назначения, например, резервных, встраиваются приборы управления двигателем.

Резервные дизель-генераторы используются как альтернативные источники электроэнергии в случаях, когда перерывы в энергоснабжении недопустимы, как, например, в госпиталях, гостиницах, общественных зданиях, при защите ценной информации в компьютерах, обеспечении надежной работы линий связи и непрерывных технологических процессов в промышленности и т.п. Если контакторные переключатели или прерыватели цепи, встроенные в панель, работают в автоматическом режиме, потребитель подключен либо к электросети общего пользования, либо к дизель-генератору.

Для проверки работы агрегата панель также оборудована устройством для ручного запуска. При запуске вручную контакторные переключатели не срабатывают и агрегат будет работать без нагрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ: Чтобы двигатель перед остановкой остыл, ему надо дать поработать 5 минут без нагрузки при номинальной скорости.

В цепь управления должен быть встроен таймер, обеспечивающий это условие. Типовая схема автоматического пуска при аварии в электросети приведена на **рис.59**.

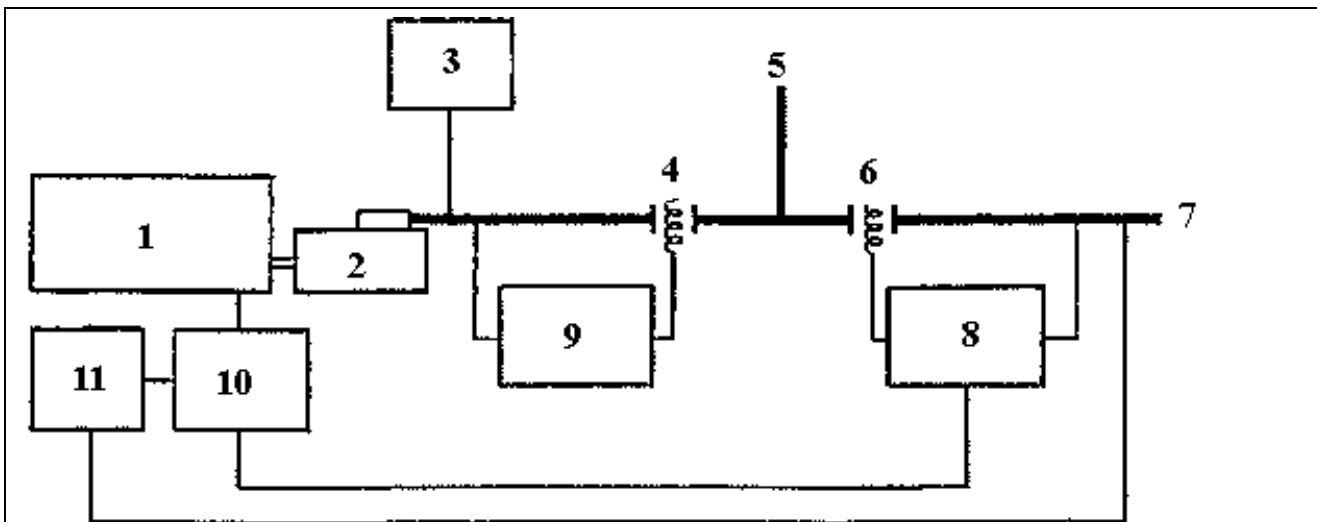


Рис.59: 1-двигатель; 2-генератор; 3-снятие показаний; 4-контактор генератора; 5- потребитель; 6-контактор сети; 7-электросеть общего пользования; 8-блок контроля параметров сети; 9-детектор напряжения или состояния генератора; 10-оборудование автоматического запуска двигателя; 11-устройство для зарядки аккумулятора. 824.2

Типовая схема панели с автоматическим пуском при падении напряжения в электросети приведена на **рис.60**.

Обычно панель с аварийным пуском изготавливается в напольном или настенном варианте, а ее конструкция предполагает доступ к приборам управления с фронтальной части. В основании панели предусмотрены проемы для силовых кабелей и кабелей управления.

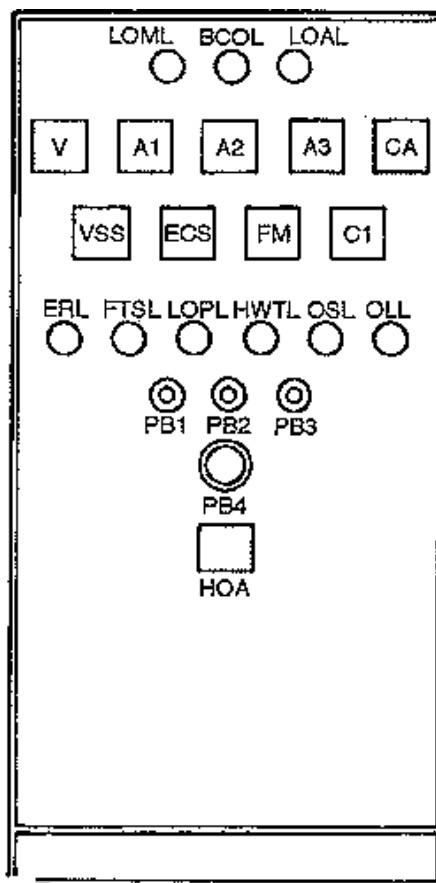


Рис.60

825.2

1-проемы под кабели могут быть сделаны по индивидуальному заказу.

2-размеры панели зависят от мощности генератора.

A. Омметры потребителя.

BCOL. Лампа работы зарядного устройства.

CA. Омметр зарядного устройства.

CI. Разъединитель зарядного устройства.

ECS. Выключатель управления двигателем.

ERL. Лампа работы двигателя.

FM. Частотомер.

FTSL. Лампа неудачного запуска.

HOA. Автоматический выключатель.

HWTL. Лампа перегрева двигателя.

LOAL. Лампа «генератор под нагрузкой».

LOML. Лампа «электросеть под нагрузкой».

LOPL. Лампа падения давления масла.

OLL. Лампа перегрузки.

OSL. Лампа разгона до разноса.

PB1. Кнопка пуска.

PB2. Кнопка остановки.

PB3. Кнопка перенастройки.

PB4. Кнопка аварийной остановки.

V. Вольтметр.

VSS. Выключатель вольтметра.

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Параллельное соединение нескольких агрегатов необходимо, когда потребляемая мощность превышает возможности единичной установки или когда одна из установок используется в качестве резервной.

Перед соединением в параллель двух генераторов или генератора и электросети должны быть проверено следующее:

- а) Последовательность чередования фаз.
- б) Совпадение фаз
- с) Равенство напряжений.
- д) Равенство частот.

Типовая схема параллельного соединения показана на **рис.61**.

- а) Последовательность чередования фаз

Порядок чередования фаз всех параллельно соединяемых источников тока должен совпадать, то есть, порядок чередования красного, желтого и голубого следует проверить измерителем последовательности чередования фаз. Большинство генераторов трехфазные, с четырьмя выводами, концы которых маркированы красным, желтым и голубым цветом или буквами 'U', 'V' и 'W'. Соединения с шинами должны быть одинаковыми для каждого из генераторов, что следует проверять измерителем последовательности чередования фаз перед любым шагом по параллельному соединению.

- б) Совпадение фаз

Каждая фаза должна быть синфазной любому другому параллельному источнику тока. Это обеспечивается разгоном подключаемого источника и проверкой совпадения фаз синхроскопом или параллельными лампами. Простая схема подключения ламп к трехфазному генератору показана на **рис.61**.

Три лампы, пригодные для измерения напряжения в цепи, подсоединяются параллельно главному выключателю подключаемой машины. Две лампы соединены как переключки между двумя цепями, а третья – параллельно одной цепи выключателя. Если частота тока подключаемой машины немного отклоняется от частоты основной машины, все три лампы медленно загораются и гаснут в порядке, зависящем от того, скорость какой из машин выше.

Скорость подключаемой машины регулируется до тех пор, пока лампа, параллельная одной цепи выключателя, не перестанет загораться, а две остальные, соединенные как переключки между двумя цепями, не начнут гореть постоянно с максимальной яркостью, что подтверждает синхронизацию машин.

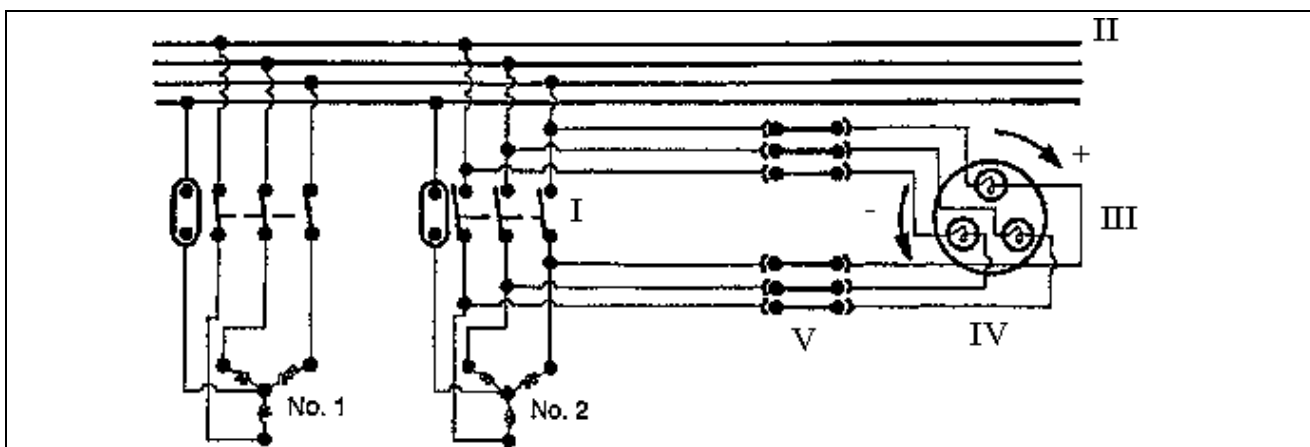


Рис.61: I-главный выключатель; II-шины; III-синхронизировано, когда верхняя лампа не горит, а остальные горят; IV-лампы синхронизации; V- разъемы; (+)-ускорение; (-)-замедление; No.1-агрегат под нагрузкой; No.2- агрегат в резерве. 827.2

с) Равенство напряжений

Напряжения тока генераторов не должны отличаться. Панель управления дизель-генератора должна иметь регулятор напряжения, позволяющий контролировать равенство напряжений тока разных машин. Напряжения разных генераторов должны быть выровнены до их параллельного соединения.

d) Равенство частот

Частота тока генераторов не должна отличаться. Панель управления дизель-генератора должна иметь регулятор скорости/частоты, позволяющий выровнять частоты тока, вырабатываемого разными машинами.

Параллельные дизель-генераторы должны иметь одинаковые регуляторные характеристики в части падения скорости под нагрузкой в зависимости от ее номинального значения.

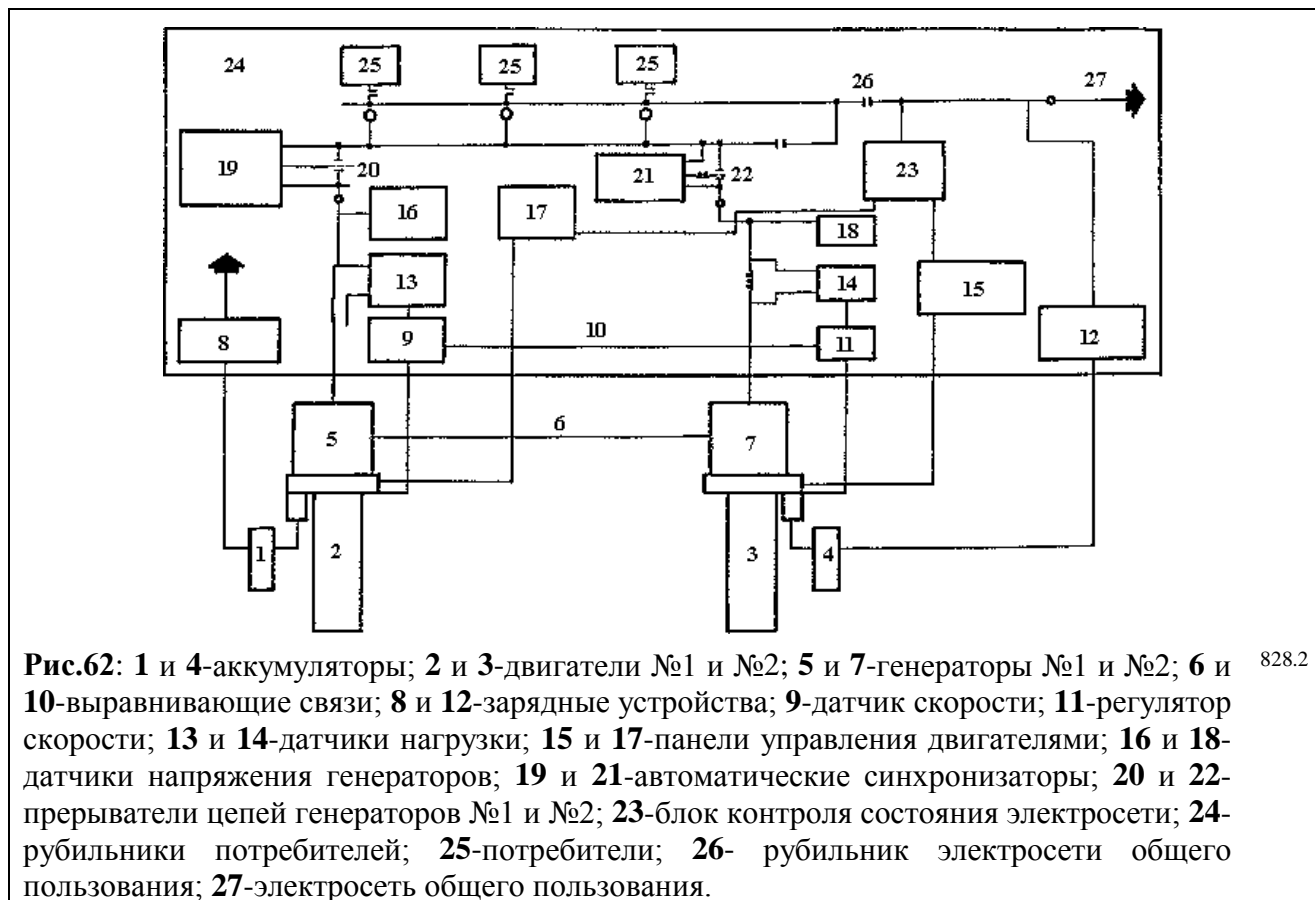
Падение скорости влияет на распределение нагрузки дизель-генератора.

ПРИМЕЧАНИЕ: При выполнении перечисленных условий дизель-генераторы пригодны для синхронной (параллельной) работы с гарантией того, что нагрузка каждого из них будет соответствовать его мощности и будет постоянной. При изменении нагрузки каждая из машин будет нагружаться пропорционально и с соблюдением условий а(, b), с) и d).

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ

При работе параллельно соединенных машин в автоматическом режиме они должны быть укомплектованы оборудованием для автоматической синхронизации и распределения нагрузки между ними или между ними и электросетью.

Так как такое оборудование проектируется под конкретные условия, обратитесь к данным, прилагаемым к дизель-генератору, частью которого это оборудование является. Типовая схема соединения двух автоматически синхронизируемых дизель-генераторов дана на **рис.62**.



ПРОКЛАДКА КАБЕЛЯ

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

ПРОКЛАДКА КАБЕЛЕЙ ДОЛЖНА ПРОИЗВОДИТСЯ СПЕЦИАЛЬНО ПОДГОТОВЛЕННЫМ ПЕРСОНАЛОМ.

Силовые кабели

Размер силовых кабелей дизель-генераторов должен соответствовать их мощности (с учетом возможности 10% перегрузки). При расчете размеров кабелей следует принимать во внимание тип кабеля, падение напряжения, температуру окружающего воздуха, способ монтажа и изоляционные материалы. Затем для выбора размера кабелей нужно воспользоваться таблицами, составляемыми производителями кабелей.

Номинальный размер одножильных кабелей меньше размера кабелей с витой жилой.

Так как агрегаты устанавливаются на упругих опорах, кабели следует подсоединять к ним через гибкие участки. Для силового кабеля между генератором и панелью управления рекомендуется гибкий защищенный одножильный кабель EPS/CPS подходящего размера. Одиночные кабели PVS, SWA, PVC в свинцовой броне или металлической оплетке применять не следует.

Для дизель-генераторов большой мощности на одну фазу необходимо несколько кабелей. Генератор и панель управления комплектуются уплотняющими пластинами, поставляемыми без отверстий. При использовании одножильного кабеля либо уплотняющая пластина должна быть из цветного металла, либо между отверстиями под ввод кабелей должна быть прорезана щель. Если фазы трехфазного потребителя хорошо сбалансированы, допускается применять нейтральный провод меньшего размера, чем фазный, но не меньше половины размера фазного.

Концы силовых кабелей должны быть оснащены наконечниками, зажатыми специальным инструментом. Надежное подсоединение наконечников к панели управления и генератору обеспечивается болтами соответствующего размера с плоскими и пружинными шайбами.

Силовые кабели должны быть закреплены по всей длине, но их концы, подсоединяемые к генератору, должны допускать колебания последнего при пуске и остановке.

Дизель-генератор должен быть заземлен (см. раздел «Заземление»).

На вводе кабелей в пульт и генератор они должны быть защищены от повреждения краями отверстий втулками или уплотнениями.

Кабели панелей управления, установленных на агрегатах.

Такие агрегаты нуждаются только в кабелях, соединяющих панель управления и нагрузку. Выводы генератора доступны при снятой крышке панели управления. Можно проложить 4-х жильный кабель или 4 одножильных кабеля, которые в любом случае должны быть как можно более гибкими, чтобы поглощать колебания машины, установленной на виброизолирующих опорах.

В панели в месте вывода кабелей просверливается необходимое количество отверстий, которые оснащаются втулками или уплотнениями, предотвращающими истирание кабелей кромками отверстий. Для надежного крепления кабелей к выводам панели управления используется пайка или сплюсциваемые наконечники.

Металлические части агрегата должны быть хорошо заземлены. (См. раздел «Заземление»).

Кабели напольного пульта управления

Дизель-генератору с таким пультом нужны:

- 1) Силовые кабели для подключения генератора к панели управления.
- 2) Силовые кабели для подключения панели управления к потребителям.
- 3) Кабели управления для подключения генератора к панели управления.

Характеристики кабелей аналогичны таковым для панели управления при аварии электросети. Все провода, идущие от двигателя к панели управления, подсоединяются к закрепленной на раме коробке выводов.

Дополнительную информацию можно получить из электрических схем двигателя и панели управления.

ПРИМЕЧАНИЕ: ИНОГДА ПУЛЬТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОПИСАННОГО ВЫШЕ ТИПА ВЫПУСКАЮТСЯ В НАСТЕННОМ ВАРИАНТЕ.

Кабели панели управления с автоматическим пуском

Дизель-генератору с таким пультом нужны:

- 1) Силовой кабель для соединения генератора со своим прерывателем цепи или контактором.
- 2) Кабель управления для передачи сигнала «пуск/остановка».
- 3) Кабель для устройства автоматической подзарядки аккумулятора. Такой кабель также нужен, если агрегат используется в качестве резервного на случай аварии электросети общего пользования.
- 4) Силовой кабель для соединения электросети со своим контактором.
- 5) Силовой кабель для соединения контактора с потребителем.

Размер кабелей 1), 4) и 5) должен быть рассчитан на полную мощность генератора. В случаях 2) и 3) используется кабель PVC сечением не менее 1,5 мм².

Кабели панели управления с автозапуском при падении напряжения в основной электросети

Дизель-генератору с таким пультом нужны:

- 1) Силовой кабель для соединения панели управления с генератором.
- 2) Силовой кабель для соединения панели управления с основной электросетью.
- 3) Силовой кабель для соединения панели управления с потребителем.
- 4) Кабели управления для подключения генератора к панели управления.

Размер кабелей 1), 2) и 3) должен быть рассчитан на полную мощность генератора или электросети общего пользования.

В случае 4) используется кабель PVC сечением не менее 1,5 мм² или аналогичный, подсоединяемый к контактам в закрепленной на раме у генератора коробке выводов. Эти выводы помечаются номерами, соответствующими номерам выводов на панели управления.

ЗАЗЕМЛЕНИЕ

Дизель-генератор, панель управления и распределительная аппаратура перед пуском в эксплуатацию должны быть заземлены.

Ниже изложены основные требования к заземлению, которое в целом должно строго соответствовать нормативным документам, действующим в России.

Заземляющая система должна состоять из заземляющего электрода, заземляющего провода, зажима заземления и проводника. Заземляющий электрод – это обычно один или несколько стальных стержней, плакированных медью и закопанных в землю. (Нельзя использовать в качестве заземляющих электродов трубы подземных водопроводов или газопроводов).

Заземляющий провод представляет собой медный провод соответствующего сечения, соединяющий электрод с зажимом. Размер провода можно взять из таблицы 54F 15-го издания документа I.E.E. Regulations.

Место соединения заземляющего электрода и заземляющего провода должно быть защищено от случайного повреждения, но доступно для осмотра. Здесь же должен быть помещен транспарант с надписью несмываемой краской и высотой не менее 4,75 мм «Электрическое заземление – не трогать». Зажим заземления – это зажим, расположенные рядом с главным прерывателем цепи генератора, к которому подсоединяются все проводники заземления. Проводник заземления – это проводник, который соединяет все металлические части агрегата, не находящиеся под напряжением, с зажимом заземления. Размер проводника можно взять из таблицы 54F 15-го издания документа I.E.E. Regulations.

Все металлические части, относящиеся к потребителю, кроме деталей, находящихся под током, должны быть соединены с проводником заземления, подсоединенным к зажиму заземления потребителя, надежно скрепленному с заземляющим электродом. Во владениях, где наряду с генератором есть ввод электросети общего пользования, а владелец – единственный потребитель, подключенный к муниципальному питающему трансформатору или системе защитного многоканального заземления, обычно требуется согласие властей на подключение зажима заземления потребителя к муниципальному заземляющему электроду.

Если к питающему трансформатору подключено несколько владельцев, или по каким-то причинам местные власти не дали согласия на подключение генератора к муниципальному заземляющему электроду, если имеются 4-х полюсные переключающие контакторы, или, если генератор является единственным источником энергии, необходимо установить отдельный заземляющий электрод.

Любые водо или газопроводы должны подключаться к проводнику заземления в точке, расположенной как можно ближе к месту их ввода на территорию владельца, а при наличии изолированных секций заземлить следует металлическую часть изолированной секции, расположенную со стороны владельца.

Количество стержней, обеспечивающее хорошее заземление, зависит от сопротивления грунта. Петлевое сопротивление грунта (частью которого является сопротивление электрода), должно быть достаточно небольшим, чтобы в случае неисправности заземления пропускаемый им ток обеспечивал работу защитных устройств. (Предохранителей или прерывателей цепи). Величину тока, пропускаемого при неисправности, можно найти по формуле, приводимой в документе I.E.E. Regulations. Любая установка, укомплектованная передвижным генератором, например, прицепным или установленным на тягаче, должна иметь собственные заземляющие электроды, соединенные с проводником заземления и нейтралью. Дополнительный кабель между генератором и установкой должен оснащаться либо болтовыми соединениями для фазы, нейтрали и заземления, либо, при необходимости, закрытыми штекерными разъемами. Для гибкого кабеля предпочтительна вулканизированная резина с оболочкой из РСР или TR, изолированная вулканизированная резина с оболочкой из РСР, изолированная бутиловая резина с тепло, маслоустойчивой и негорящей оболочкой (HOFR). Вилки, розетки и кабели должны соответствовать британским стандартам. Кабели должны иметь минимальную длину и не иметь петель, чтобы избежать перегрева.

Возможно, для подсоединения генератора и панели управления к существующей точке заземления потребуется официальное разрешение.