



**Руководство по эксплуатации RU26346**  
**(Редакция F, 3/2014)**  
Перевод оригинальных инструкций

**Привод IGV (входная лопатка)  
с распределительной коробкой**

**Руководство по установке и эксплуатации**



### Общие меры безопасности

Ознакомьтесь в полном объеме с настоящим руководством и другими публикациями, относящимися к выполняемым работам, до начала монтажа, эксплуатации или обслуживания данного оборудования.

Соблюдайте инструкции безопасности и меры предосторожности, принятые на предприятии.

Несоблюдение инструкций может привести к травмированию людей и/или повреждению имущества.



### Редакции

Эта публикация может быть переиздана или обновлена с момента публикации данного экземпляра. Проверьте номер редакции своего документа, для этого ознакомьтесь с руководством **26311** «*Revision Status & Distribution Restrictions*» (*Редакции документов и ограничения на распространение*) раздела «*Woodward Technical Publications*» (Техническая документация компании Woodward) на странице публикаций веб-сайта компании Woodward:

[www.woodward.com/publications](http://www.woodward.com/publications)

На странице публикаций размещаются новейшие редакции большинства публикаций. Если вы не обнаружите здесь своей публикации, обращайтесь за новейшим экземпляром к представителю местной сервисной службы.



### Правила пользования

Внесение неутвержденных изменений или использование данного оборудования за пределами заявленных механических, электрических или иных эксплуатационных параметров могут привести к травмированию людей и повреждению имущества, включая повреждение оборудования. Любые подобные неутвержденные изменения: (i) считаются «использованием не по назначению» и «небрежением», что означает отмену гарантийных обязательств в отношении любого последующего ущерба и (ii) делают недействительными сертификаты и допуски изделия к эксплуатации.



### Переведенные публикации

Если на обложке такой публикации имеется пометка «Перевод оригинальных инструкций», необходимо иметь в виду следующее.

Со времени выхода настоящего перевода оригинал данной публикации на английском языке мог измениться. Ознакомьтесь с руководством **26311** «*Revision Status & Distribution Restrictions*» (*Редакции документов и ограничения на распространение*) раздела «*Woodward Technical Publications*» (Техническая документация компании Woodward), чтобы проверить актуальность этого перевода. Устаревшие переводы помечаются символом ⚠. Обязательно сверяйтесь с содержащимися в оригинале техническими характеристиками и описаниями, обеспечивающими правильный и безопасный монтаж и эксплуатацию.

Редакции — изменения, внесенные в настоящий документ с момента последней редакции, отмечаются вертикальной черной полосой рядом с текстом.

Компания Woodward оставляет за собой право на внесение изменений в настоящий документ в любой момент. Информацию, представленную компанией Woodward, следует считать корректной и надежной. Тем не менее, компания Woodward не несет никакой ответственности, кроме оговоренной явно.

# Содержание

<b>ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ И ПРИМЕЧАНИЯ .....</b>	<b>III</b>
<b>ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ОБ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ РАЗРЯДЕ.....</b>	<b>IV</b>
<b>СООТВЕТСТВИЕ НОРМАТИВАМ .....</b>	<b>V</b>
<b>ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....</b>	<b>1</b>
Введение.....	1
Функциональные характеристики привода IGV.....	2
<b>ГЛАВА 2. РАБОТА ПРИВОДА IGV .....</b>	<b>14</b>
<b>ГЛАВА 3. ДЕТАЛИ СТАНДАРТНЫХ КОМПОНЕНТОВ .....</b>	<b>15</b>
Электрогидравлический клапан с тройной катушкой в сборе .....	15
Релейный клапанный узел останова.....	15
Гидравлический фильтр в сборе .....	16
Датчики обратной связи положения преобразователя линейных перемещений (ПЛП).....	16
<b>ГЛАВА 4. УСТАНОВКА.....</b>	<b>17</b>
Общая информация.....	17
Распаковка.....	17
Гидравлические подключения .....	18
Электрические соединения.....	18
Электронные параметры.....	19
Процедура оснащения.....	20
<b>ГЛАВА 5. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ЗАМЕНА ОБОРУДОВАНИЯ.....</b>	<b>21</b>
Техническое обслуживание.....	21
Замена оборудования .....	21
Схема поиска и устранения неисправностей .....	25
<b>ГЛАВА 6. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ .....</b>	<b>28</b>
Дополнительное обслуживание изделия.....	28
Дополнительное обслуживание на предприятии Woodward.....	29
Возврат оборудования на ремонт .....	29
Упаковка системы управления.....	30
Запасные части .....	30
Инженерное обслуживание.....	30
Контактная информация компании Woodward .....	31
Техническая поддержка.....	31
<b>СТАТИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ.....</b>	<b>32</b>
<b>ДЕКЛАРАЦИИ.....</b>	<b>33</b>

## Иллюстрации и таблицы

Рис. 1-1а. Привод IGV с гидравлическим отключением (вид с левой стороны).....	3
Рис. 1-1б. Привод IGV с гидравлическим отключением (виды спереди и сверху) .....	4
Рис. 1-1в. Привод IGV с гидравлическим отключением (вид с правой стороны).....	5
Рисунок 1-1г. Привод IGV (неполный разрез с номерами по каталогу).....	6
Рис. 1-2а. Привод IGV с электрическим отключением (вид с левой стороны).....	7
Рис. 1-2б. Привод IGV с электрическим отключением (виды спереди и сверху) .....	8
Рис. 1-2в. Привод IGV с электрическим отключением (вид с правой стороны).....	9
Рис. 1-3. Гидравлическая схема IGV .....	10
Рис. 1-4. Схематическое изображение гидравлической части IGV (электрическая система отключения) .....	10
Рис. 1-5. Электрическая схема сервоклапана и монтажная схема.....	11
Рис. 1-6. Схематическое изображение электрической части сервоклапана и схема электрических соединений (электрическая система отключения).....	12
Рис. 4-1. Блок-схема привода IGV .....	19

## Предостережения и примечания

### Важные определения



Символ, предупреждающий об опасности. Используется для предупреждения персонала об угрозе травмирования. Во избежание травмирования и гибели соблюдайте все меры безопасности, предвараемые этим символом.

- **ОПАСНОСТЬ** — обозначает опасную ситуацию, которая может привести к гибели или серьезным травмам.
- **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** — обозначает опасную ситуацию, которая может привести к гибели или серьезным травмам.
- **ВНИМАНИЕ** — обозначает опасную ситуацию, которая может привести к незначительным или повреждениям или травмам средней тяжести.
- **ПРИМЕЧАНИЕ** — обозначает опасность, в результате которой возможно только повреждение имущества (включая нарушение управления).
- **ВАЖНО** — обозначает совет по эксплуатации или рекомендацию по техническому обслуживанию.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Превышение скорости/  
превышение  
температуры/  
превышение давления

Двигатель внутреннего сгорания, турбина или первичный привод любого типа необходимо оборудовать устройством отключения по превышению скорости для защиты от работы вразнос или повреждения самого первичного привода, которое может повлечь за собой травмирование или гибель людей или повреждение имущества.

Устройство отключения по превышению скорости должно быть полностью независимым от системы управления первичным приводом. Для обеспечения безопасности может также потребоваться устройство отключения по превышению температуры или давления.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Средства  
индивидуальной защиты  
(СИЗ)

Изделие, которому посвящен настоящий документ, может представлять угрозу травмирования или гибели людей или повреждения имущества. При выполнении работ обязательно пользуйтесь соответствующими СИЗ. СИЗ должны включать, помимо прочего, следующие элементы:

- средства защиты глаз
- средства защиты органов слуха
- каска
- перчатки
- защитная обувь
- респиратор

Обязательно знакомьтесь с соответствующими сертификатами безопасности материала (MSDS) всех рабочих жидкостей и подберите требуемые защитные средства.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Этап пуска

Запуская двигатель внутреннего сгорания, турбину или другой первичный привод, следует быть готовым к аварийному останову, чтобы защититься от работы вразнос или превышения скорости с последующим возможным травмированием или гибелью людей или повреждением имущества.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Использование на  
автомобилях

Дорожная и внедорожная автомобильная техника: если средства управления Woodward не обладают высшим приоритетом, заказчику следует смонтировать систему, полностью независимую от системы управления первичного привода, которая будет контролировать двигатель (и осуществлять соответствующие действия при отказе управления с наивысшим приоритетом), защищая от возможного травмирования, гибели людей или повреждения имущества при отказе системы управления двигателем.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Зарядное устройство  
аккумулятора

Для предотвращения повреждения системы управления с питанием от генератора переменного тока или зарядного устройства аккумулятора, перед отключением аккумулятора от системы убедитесь в том, что зарядное устройство выключено.

## Предупреждение об электростатическом разряде

### ПРИМЕЧАНИЕ

#### Меры предосторожности против электростатического разряда

В электронных схемах управления имеются детали, чувствительные к статическому электричеству. Чтобы предотвратить повреждение этих деталей, соблюдайте следующие правила предосторожности:

- Снимайте заряд статического электричества с собственного тела перед тем, как взяться за элемент управления (при отключенной схеме управления прикоснитесь к заземленной поверхности и осуществляйте необходимые действия с элементом управления, не теряя контакта с заземленной поверхностью).
- Не допускайте присутствия деталей из пластмассы, винила и пенопласта вокруг печатных плат (за исключением антистатического исполнения).
- Не касайтесь руками или электропроводящими предметами компонентов или проводников печатной платы.

Для предотвращения повреждения электронных компонентов вследствие недопустимого обращения ознакомьтесь и соблюдайте меры предосторожности, изложенные в руководстве Woodward **82715** «Руководство по использованию и защите электронных блоков управления, печатных плат и модулей».

Соблюдайте эти предосторожности, работая с блоками управления или поблизости от них.

1. Не допускайте накопления статического электричества на вашем теле и не носите одежду из синтетических материалов. По возможности одевайтесь в одежду из чистого хлопка или хлопчатобумажной ткани, поскольку на этих материалах не накапливается такой заряд статического электричества, как на синтетике.
2. Без настоящей необходимости не извлекайте печатные платы (PCB) из шкафа управления. Если необходимо вынуть печатную плату из шкафа управления действуйте следующим образом:
  - Держите печатную плату только за кромки.
  - Не касайтесь руками или электропроводящими предметами компонентов или проводников печатной платы.
  - Заменяя печатную плату, держите сменную печатную плату в антистатическом защитном пакете до момента ее установки. После извлечения старой печатной платы из шкафа управления сразу положите ее в защитный антистатический пакет.

## Соответствие нормативам

### Соответствие европейским стандартам:

Следующий перечень относится только к устройствам, которые поставляются на европейский рынок.

<b>ATEX — Директива по оборудованию и защитным системам, предназначенным для использования в потенциально взрывоопасных атмосферах:</b>	Заявлена в ДИРЕКТИВЕ СОВЕТА ЕС 94/9/ЕС от 23 марта 1994 года на базе сопоставления законов стран-членов относительно оборудования и защитных систем, предназначенных для использования в потенциально взрывоопасных атмосферах. Зона 2, класс 3, группа II G, Ex nA IIC T3 X Gc, IP54
---	---

### Другие европейские нормативы совместимости

Соответствие следующим европейским директивам и стандартам не означает, что данная продукция может иметь маркировку CE:

**Директива по ЭМС:** Неприменимо к этому изделию. Директива 2004/108/ЕС не распространяется на устройства, пассивные в электромагнитном отношении.

**Директива по машинному оборудованию:** Соответствует директиве Европейского парламента и Совета Европы 2006/42/ЕС по машинному оборудованию от 17 мая 2006 г. как частично укомплектованное оборудование.

**Директива о напорном оборудовании:** Соответствует «SEP» согласно Статье 3.3 Директивы 97/23/ЕС от 29 мая 1997 г. о сближении законодательств государств-участников ЕС в отношении напорного оборудования.

**ATEX:** За исключением неэлектрической части Директивы ATEX 94/9/ЕС, в связи с отсутствием потенциальных источников воспламенения согласно EN 13463-1.

### Соответствие другим международным нормам

**ГОСТ Р:** Сертифицировано в Российской Федерации для применения во взрывоопасных атмосферах согласно сертификату соответствия ГОСТ Р РОСС US.ГБ06.В01026 в качестве оборудования с маркировкой ExnAIIТ3

Клеммная коробка, изготовленная для Woodward, Inc., состоит из корпуса, изготовленного ROSE Systemtechnik GmbH + Co. KG (маркировка ExellU), и клемм, модель SAKK, изготовленных Weidmuller Interface GmbH & Co. (маркировка ExellU). IGVA имеет маркировку 2ExnAeIIТ3.

## Особые условия безопасной эксплуатации

Ответственность за соответствие требованиям директивы 2006/42/ЕС по машинному оборудованию, касающимся измерения и снижения уровня шума, возлагается на производителя оборудования, в котором устанавливается данное изделие.

Проводка должна соответствовать европейской Зоне 2, Категории 3 относительно методов устройства электропроводки, а также нормативным требованиям соответствующих уполномоченных органов.

Внешняя проводка должна рассчитываться для температуры не менее 130 °С.

Снижение риска электростатического разряда обеспечивается стационарным монтажом привода IGV, правильным подключением эквипотенциальных клемм и осторожностью во время чистки. Перед чисткой или протиркой устройства следует убедиться в отсутствии риска.



### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**ВЗРЫВООПАСНОСТЬ**—Не замыкайте и не размыкайте электроцепи, пока не убедитесь во взрывобезопасности окружения.

**Замена компонентов может ухудшить соответствие Зоне 2.**

# Глава 1.

## Общие сведения

### Введение

Привод IGV (входная лопатка) управляет положением входных лопаток в промышленных газовых турбинах системы GE. Привод обеспечивает точное управление положением. В данном приводе используется конструкция двойного действия, которая закрывает входную лопатку при пропадании электрического или гидравлического сигнала. Встроенный гидравлический фильтр предназначен для установки на коллектор для усиления надежности сервоклапана и привода. Сервоклапан представляет собой конструкцию из трех катушек для электрорезервирования. ПЛП, питающийся от источника переменного тока, обеспечивает обратную связь с приводом.

Привод Woodward IGV (рис. 1-1 и 1-2) выполняет двойную функцию в газовых турбинах, применяемых в промышленности или на предприятиях коммунального хозяйства. Первая функция обеспечивает быстрое закрытие направляющей лопатки впускного отверстия турбины. Другая функция обеспечивает точное управление положением направляющих лопаток впускного отверстия турбины.

Привод IGV имеет модульную конструкцию и удовлетворяет важным характеристикам управления, позволяя при этом согласовывать одну и ту же конструкцию с различными ходом, выходным усилием, а также исполнениями устройства механического сопряжения. Устройства электрического подключения и механического сопряжения разработаны для быстрой и легкой сборки или снятия привода на фабрике или в условиях эксплуатации. В состав привода входят встроенный гидравлический фильтр, электрогидравлический сервоклапан, клапаны отключения (с возможностью выбора гидравлической или электрической системы отключения), гидравлический цилиндр двойного действия и двойные ПЛП.

Для оптимального управления входными лопатками требуется, чтобы привод точно и быстро отслеживал сигналы запроса, передаваемые с блока управления. Привод IGV разработан для обеспечения выходных сил с некоторым запасом превышения требования к силам, необходимым для закрытия и открытия. Этот дополнительный запас обеспечивает быструю скорость срабатывания системы даже при износе или засорении привода. Гидравлические релейные клапаны останова используются для обеспечения большого запаса рабочих усилий и необходимой скорости закрытия в случае останова.

## Функциональные характеристики привода IGV

Функциональные требования	Привод IGV с распределительной коробкой
Точность положения	±1% полный масштаб (отклонение более ±25 °F/±14 °C от откалиброванного значения)
Стабильность позиционирования	±0,5% от точки в диапазоне от 10 до 100%
Тип гидравлической жидкости	Гидравлические жидкости на нефтяной основе, а также огнестойкие гидравлические жидкости типа Fyrquel EHC
Максимальное рабочее давление гидравлической подачи	1400 - 1800 фунтов/кв. дюйм (9653 - 12 411 кПа) (измерены при 1600 фунтов на кв. дюйм/11 032 кПа)
Подтверждение уровня давления топлива	Минимум 2700 фунтов на кв. дюйм (18 616 кПа) в соответствии с SAE J214 (пром. тест)
Минимальное давление разрыва для жидкости	Минимум 4500 фунтов на кв. дюйм (31 264 кПа) в соответствии с SAE J214
Требуемая фильтрация жидкости	10 - 15 микрон при 75 Beta
Гидравлическая жидкость: уровень загрязнения	В соответствии с ISO 4406 code 18/16/13 max, рекомендуется 16/14/11
Температура гидравлической жидкости	+50 - +160 °F (+10 - +71 °C)
Температура в приводе	-40 - +266 °F (-40 - +130 °C)
Уровень виброиспытания	0,5 гп 5 - 100 Гц, синусоида Случайный 0,01500 гр <sup>2</sup> /Гц от 10 до 40 Гц с понижением до 0,00015 гр <sup>2</sup> /Гц при 500 Гц
Удар	Ограничение до 30 г на сервоклапан
Время останова	От 1 до 5 с при давлении подачи 1600 фунтов на кв. дюйм (11 032 кПа), температуре масла 100 °F (38 °C) и нагрузке 3000 - 5000 фунтофутов (13 - 22 кН) (ход 100 - 0%)
Время поворота	от 0% до 100% за 5 ±1 с и от 100% до 0% за 5 ±1 с
Гидравлическая система отключения: Давление отключения (относительно давления в обратной гидравлической магистрали)	Давления срабатывания и отпускания должны быть < 40 фунт/кв. дюйм отн. Функция: управление сервоклапаном привода требует уровня давления отключения выше давления отключения. Отключающее действие вызывается понижением уровня давления отключения.
Электрическая система отключения: Напряжение соленоида электрического отключения	90–140 В пост. (ном. 125 В пост.) Функция: соленоид отключения остается под напряжением для обеспечения функции управления положением сервоклапана. Отключающее действие вызывается снятием напряжения питания с соленоида.
Подключение гидравлической жидкости для турбины 9F	Релейное давление останова – уплотнительное кольцо для цилиндрической резьбы (-17) Давление подачи – уплотнительное кольцо для цилиндрической резьбы (-17) 1.062 SAE Порт обратной подачи – 1.000 NPT порт (-16)
Номинальный входной ток серводвигателя	-7,2 - +8,8 мА (нулевой поток 0,8 ±0,32 мА)
Краска	Эпоксидная двухкомпонентная
Усиление срабатывания (открытие и закрытие при 1600 фунтах на кв. дюйм/ 11 032 кПа)	Сила втягивания (открытие) – 41 233 фунтов/183 404 Н Раздвигающая сила – 49 087 фунтов/218 339 Н
Соответствие проектным требованиям	Более 99,5% за период равный 8760 часам
Степень защиты корпуса	IP54

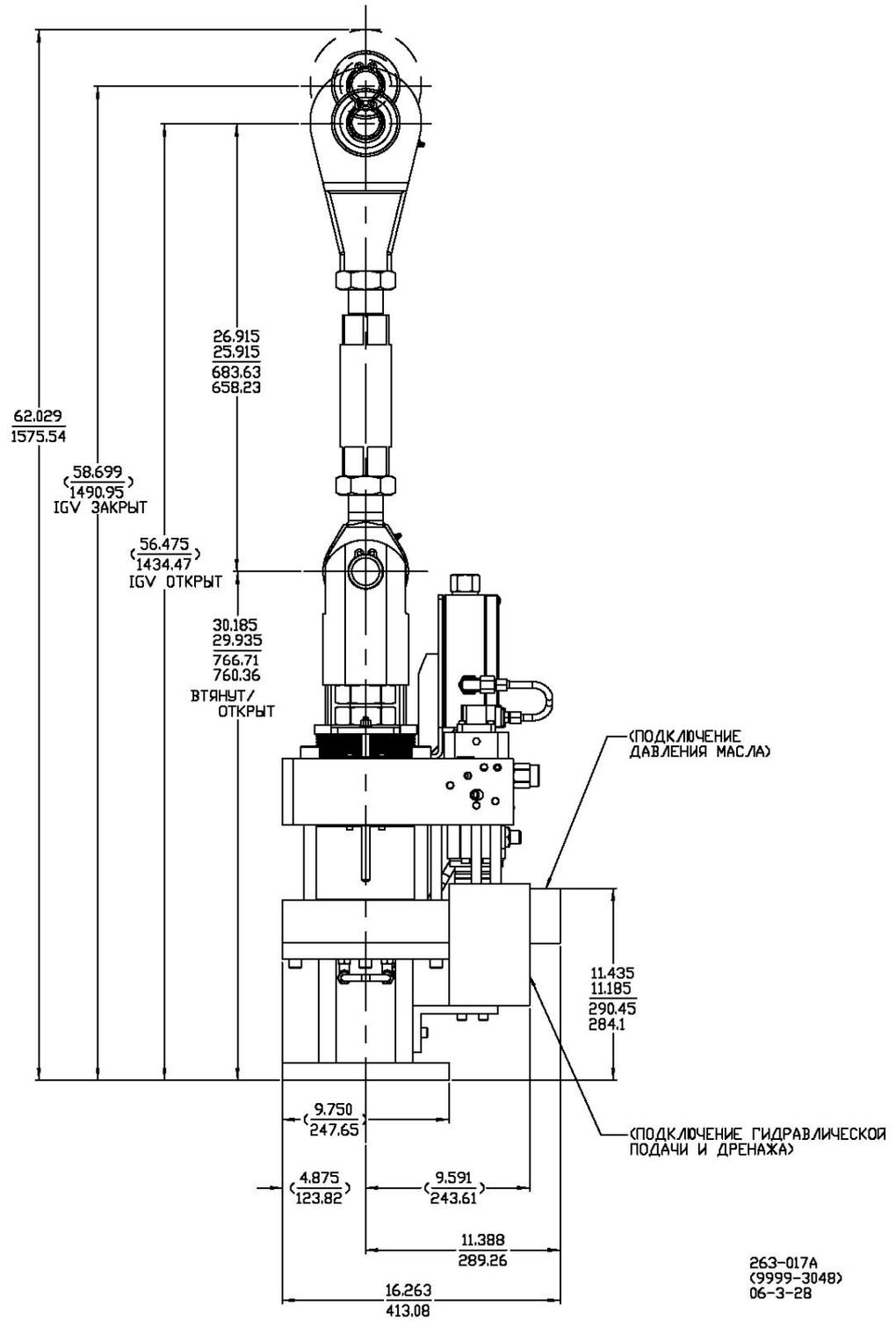


Рис. 1-1а. Привод IGV с гидравлическим отключением (вид с левой стороны)

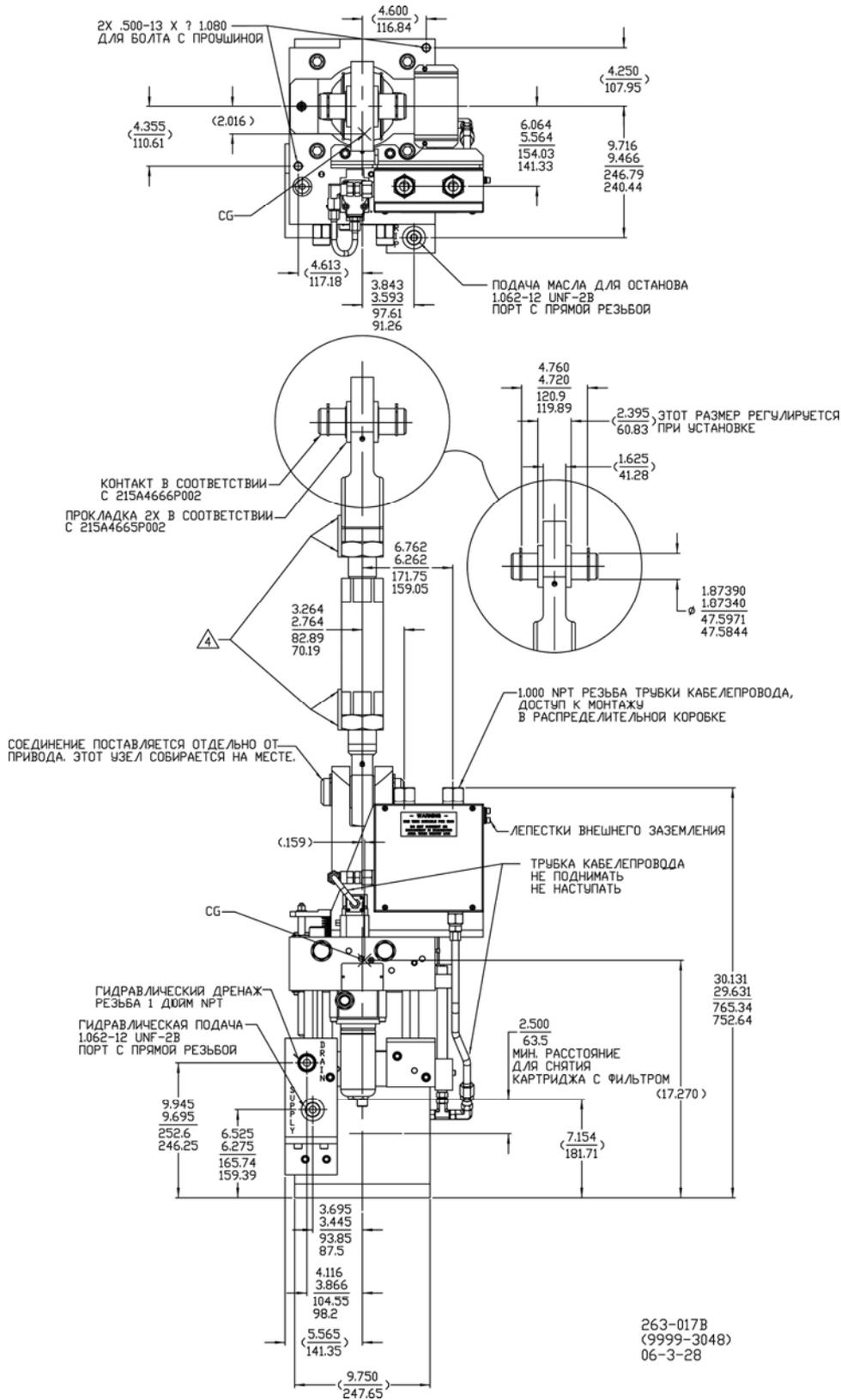


Рис. 1-16. Привод IGV с гидравлическим отключением (виды спереди и сверху)

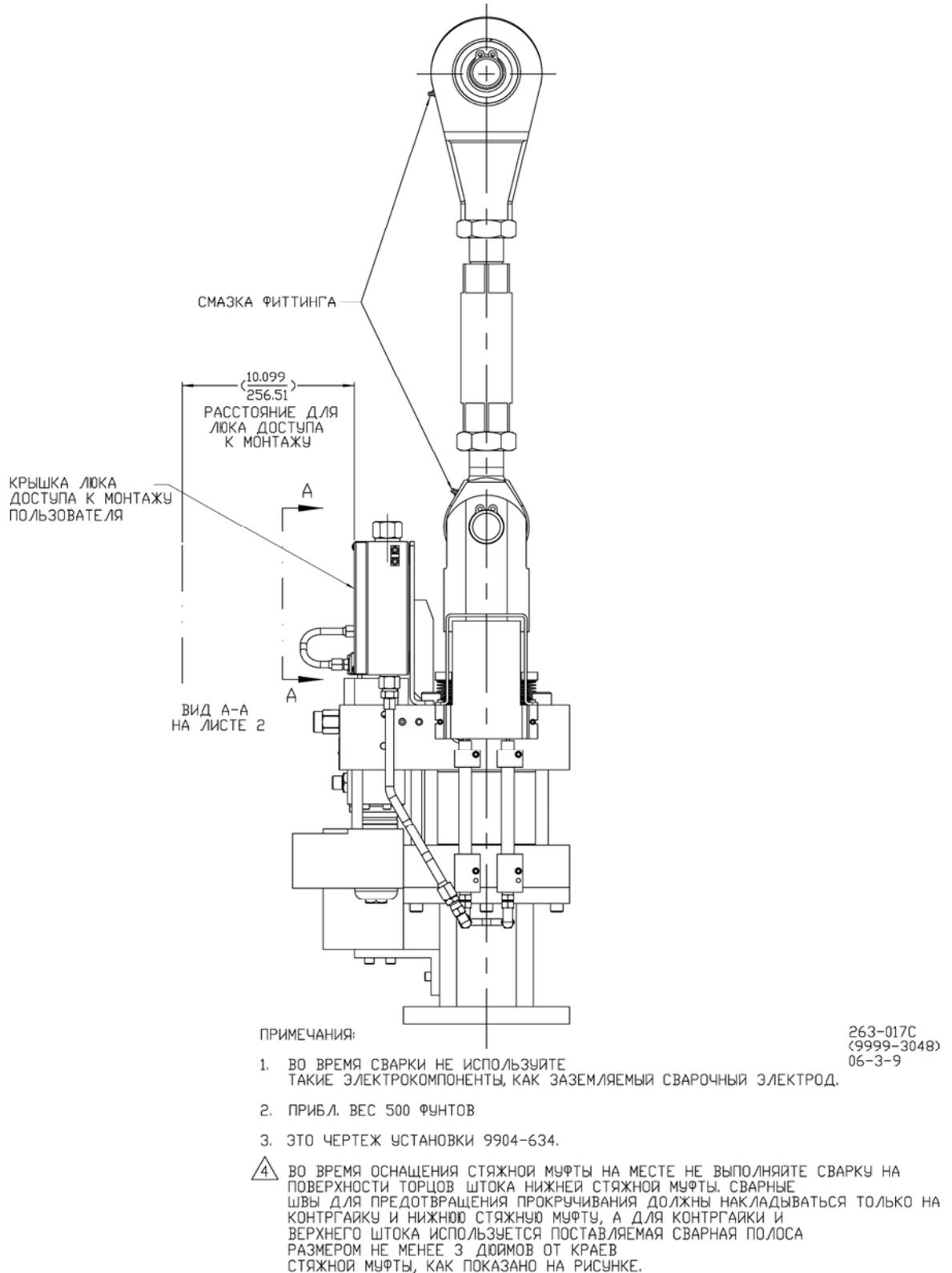


Рис. 1-1в. Привод IGV с гидравлическим отключением (вид с правой стороны)

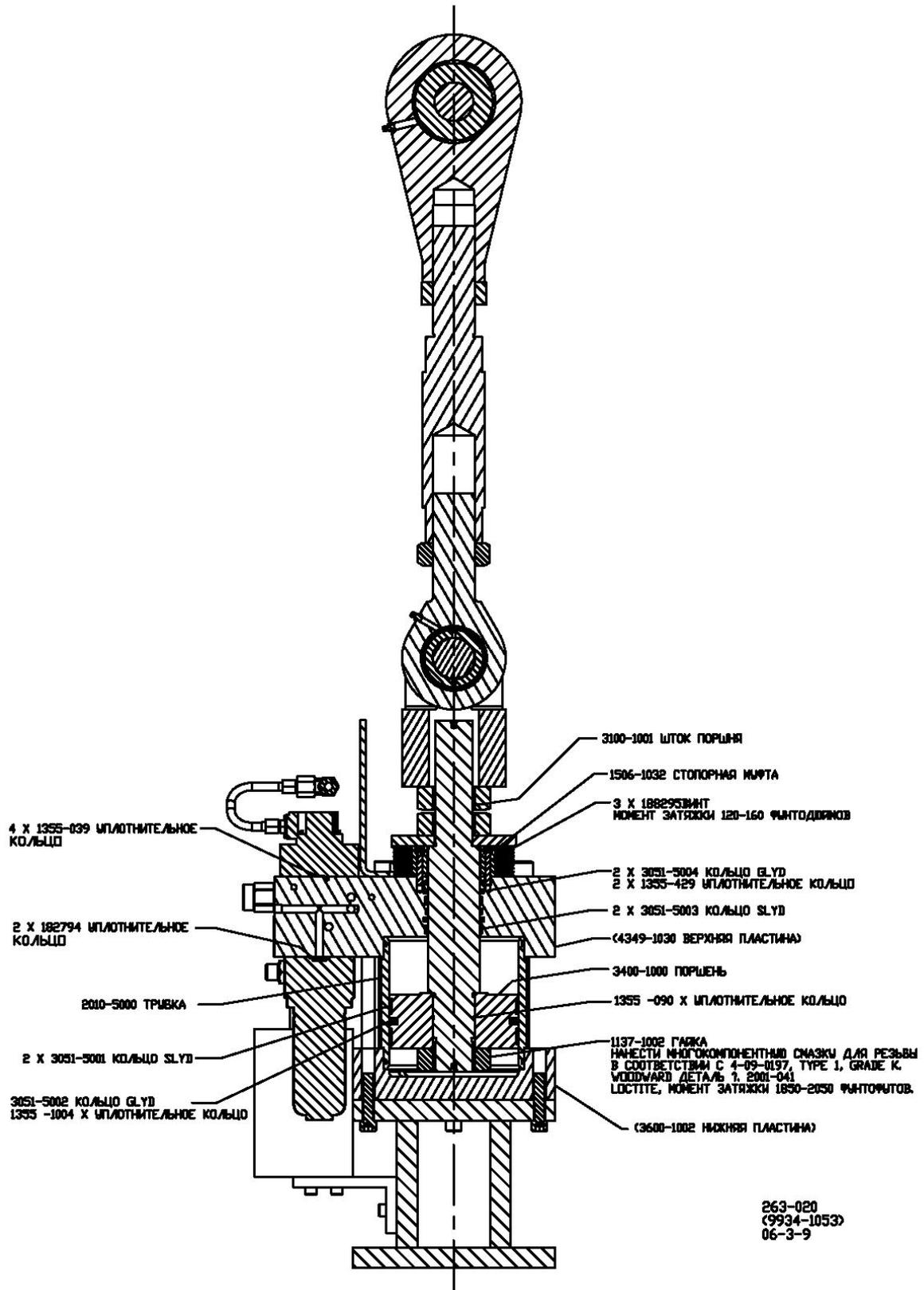


Рисунок 1-1г. Привод IGV (неполный разрез с номерами по каталогу)  
 (соленоид электрического отключения не показан — номер 1734-1031)

ТАБЛИЦА 1

Н/Д ПРИВОДА	ДЛИНА ХОДА	ДОПУСК ДЛЯ ХОДА	ОБЩАЯ ДЛИНА В ВЫДВИНУТОМ СОСТОЯНИИ	РЫЧАГ СОЕДИНЕНИЯ ЗАКАЗЧИКА ВЫДВИНУТ	РЫЧАГ СОЕДИНЕНИЯ ЗАКАЗЧИКА ВТЯНУТ	ВТЯНУТ/ОТКРЫТ	ДЛИНА РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА
9904-1330	(2.266) [57.56]	$\pm 0.056$ [ $\pm 1.42$ ]	(62.029) [1575.54]	(58.699) [1490.95]	(56.433) [1433.40]	29.893-30.143 [759.29-765.63]	25.915-26.915 [658.25-683.64]

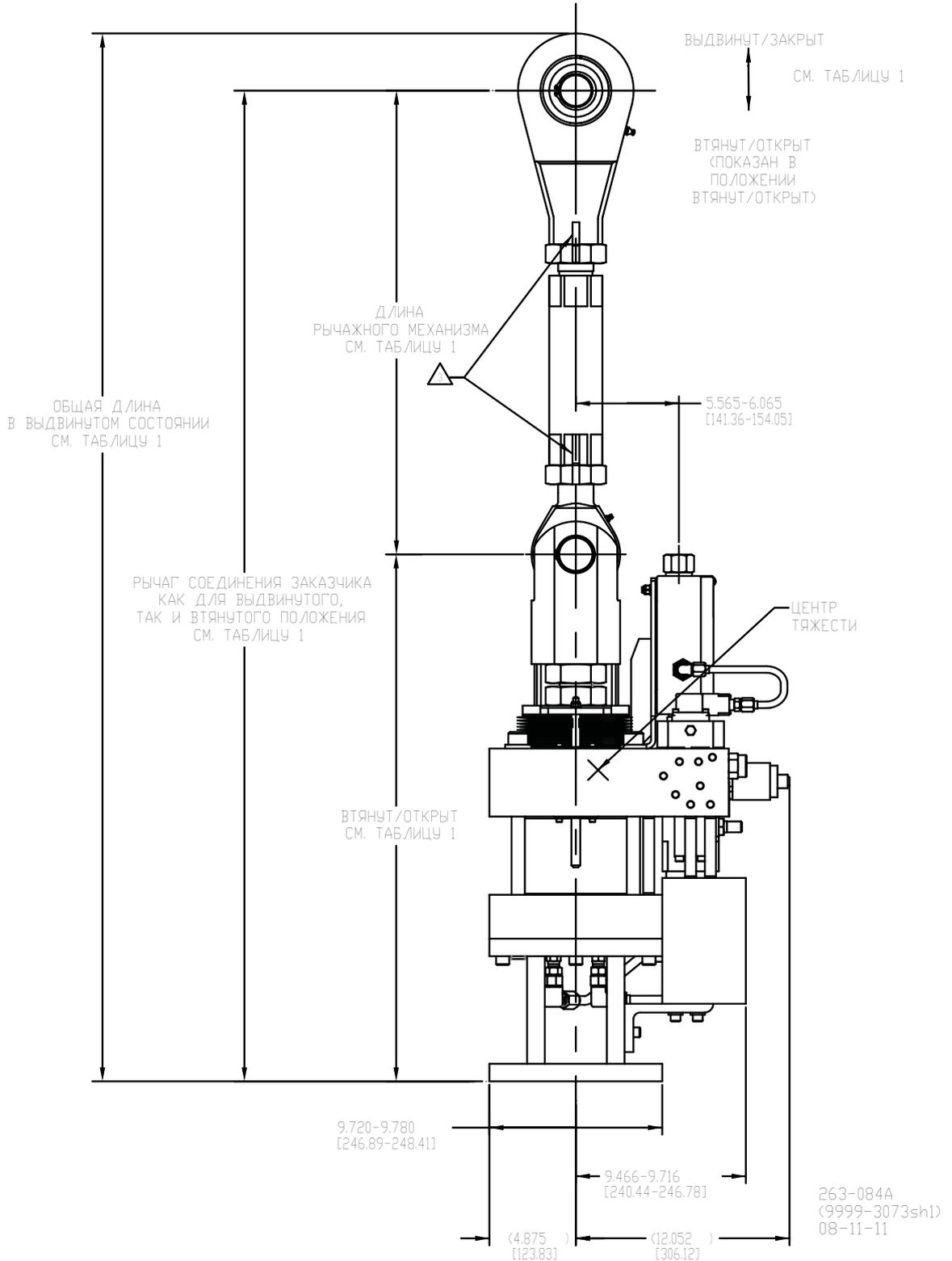


Рис. 1-2а. Привод IGV с электрическим отключением (вид с левой стороны)

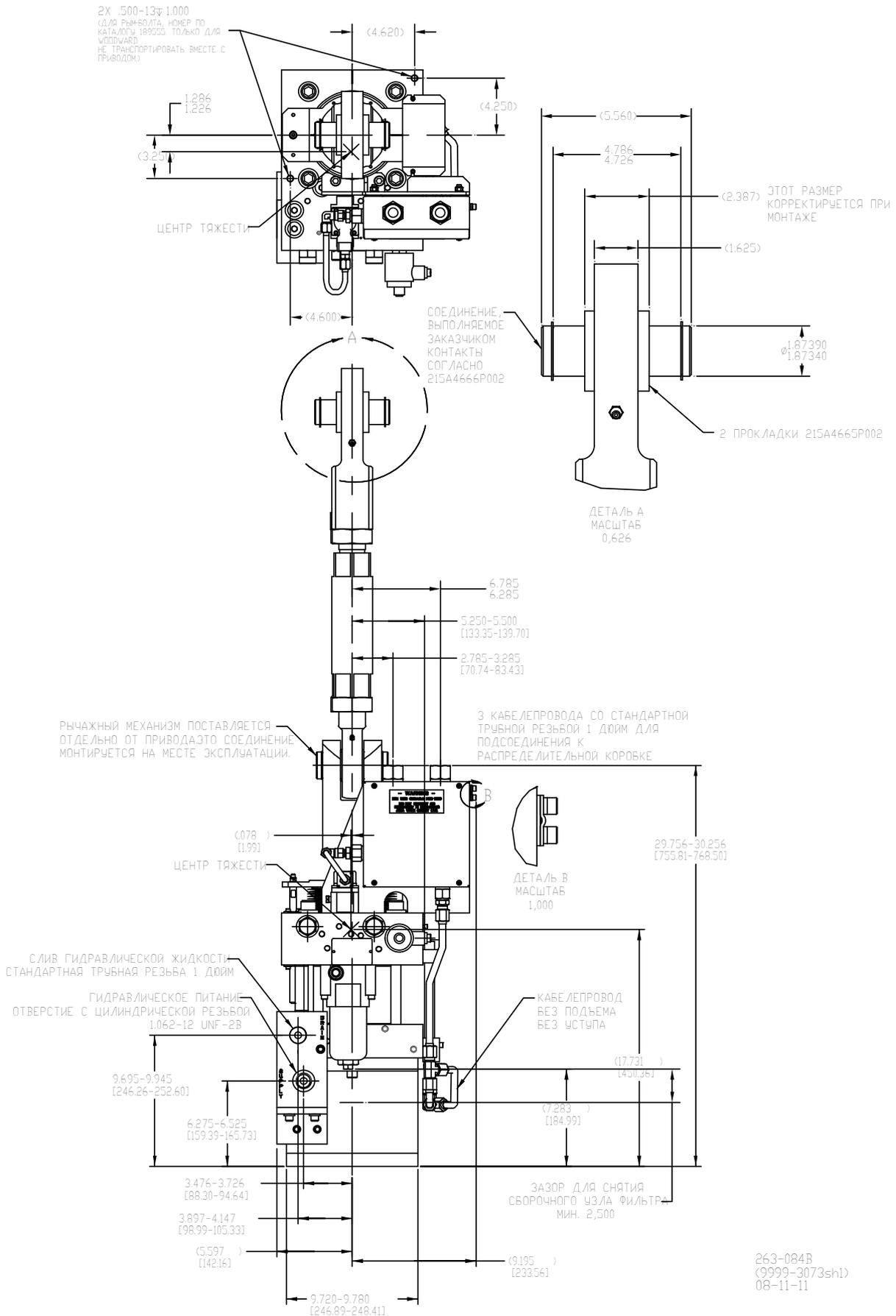
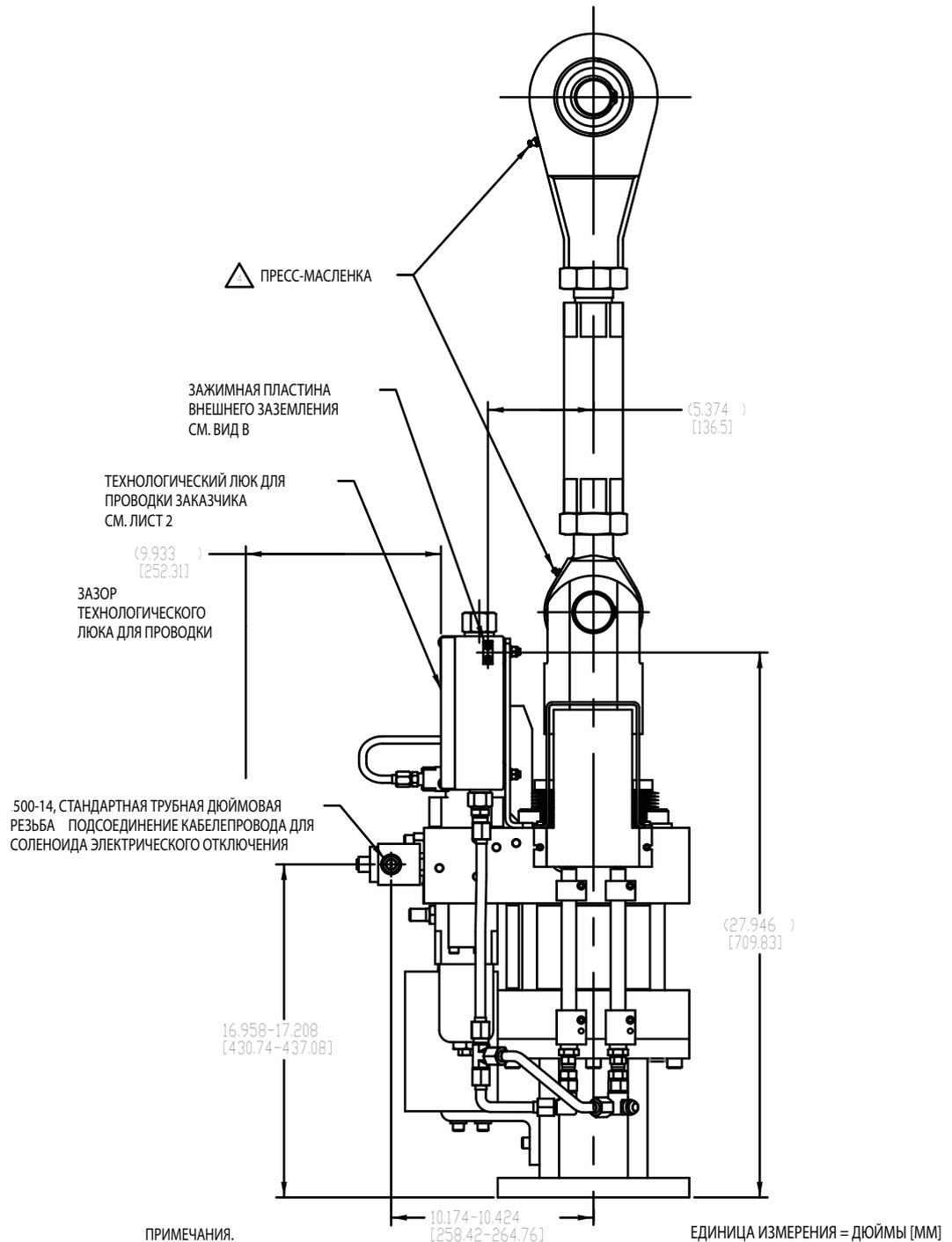


Рис. 1-26. Привод IGV с электрическим отключением (виды спереди и сверху)



ПРИМЕЧАНИЯ.

ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ = ДЮЙМЫ [ММ]

1. ПРИ СВАРОЧНЫХ РАБОТАХ НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ ДЛЯ СВАРКИ.

2. ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ МАССА: 430 ФУНТОВ В СУХОМ СОСТОЯНИИ.



3. ПРИ КРЕПЛЕНИИ ВИНТОВЫХ СТЯЖЕК НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ СВАРКА НА ПОВЕРХНОСТИ ШТОКОВ СТЯЖЕК. ПРИХВАТОЧНУЮ СВАРКУ СТЕЖКАМИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВРАЩЕНИЯ СЛЕДУЕТ ВЫПОЛНЯТЬ ТОЛЬКО НА КОНТРГАЙКЕ И НИЖНЕЙ СТЯЖКЕ, А ТАКЖЕ НА КОНТРГАЙКЕ И ВЕРХНЕМ КОНЦЕ ШТОКА, ИСПОЛЬЗУЯ ПРИЛАГАЕМУЮ В КОМПЛЕКТЕ ПОЛОСУ.



4. ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО НА РАССТОЯНИИ БОЛЕЕ 3,0 ДЮЙМА (76 ММ) ОТ КОНЦОВ СТЯЖЕК, КАК ПОКАЗАНО НА РИСУНКЕ.

и

4. ИСПОЛЬЗОВАТЬ ТОЛЬКО СМАЗКУ MIL-G-23827A

263-084C  
(9999-3073sh1)  
08-11-11

Рис. 1-2в. Привод IGV с электрическим отключением (вид с правой стороны)

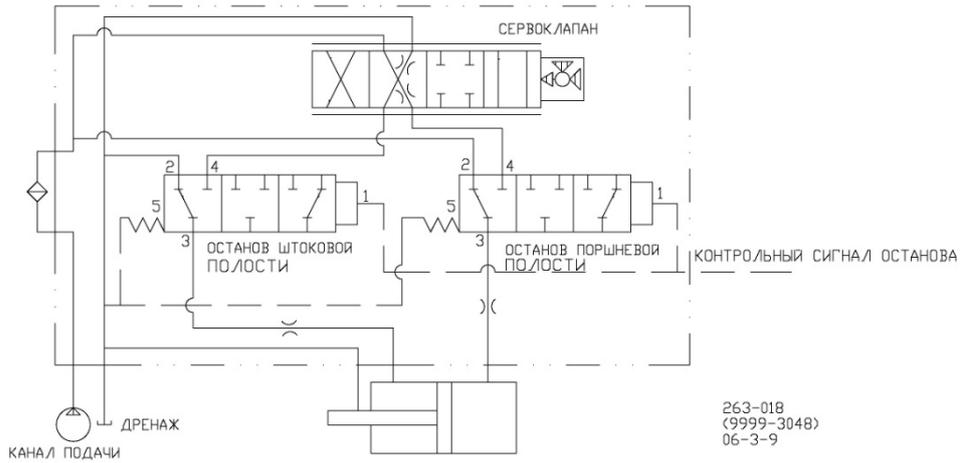


Рис. 1-3. Гидравлическая схема IGV

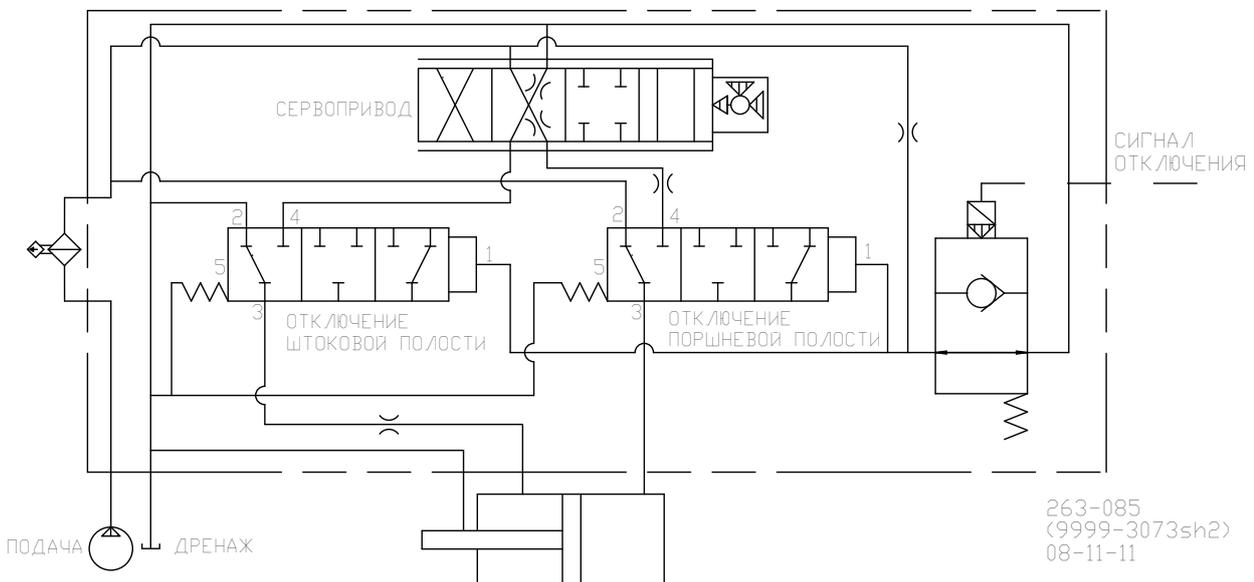


Рис. 1-4. Схематическое изображение гидравлической части IGV (электрическая система отключения)

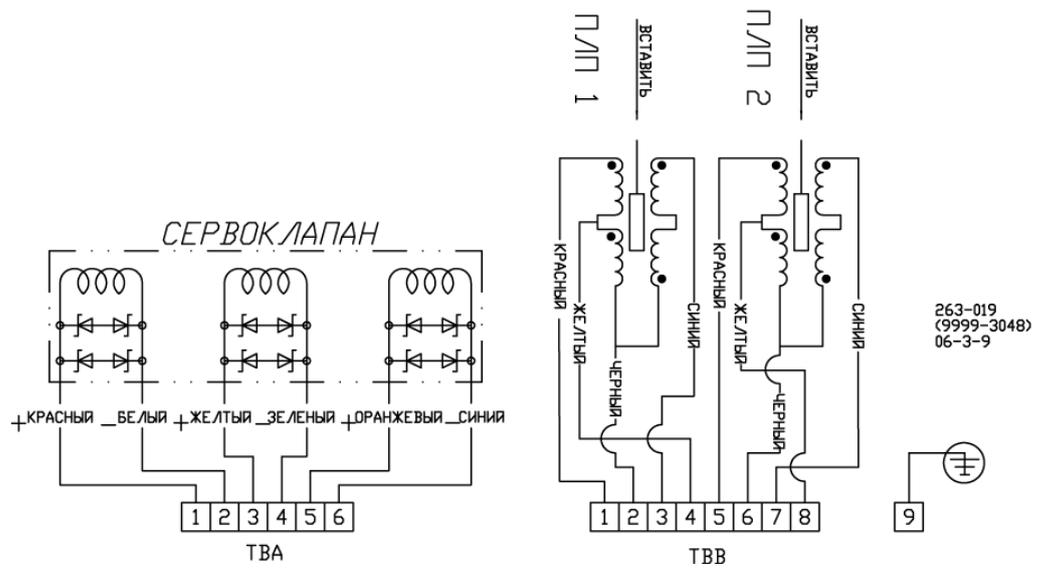
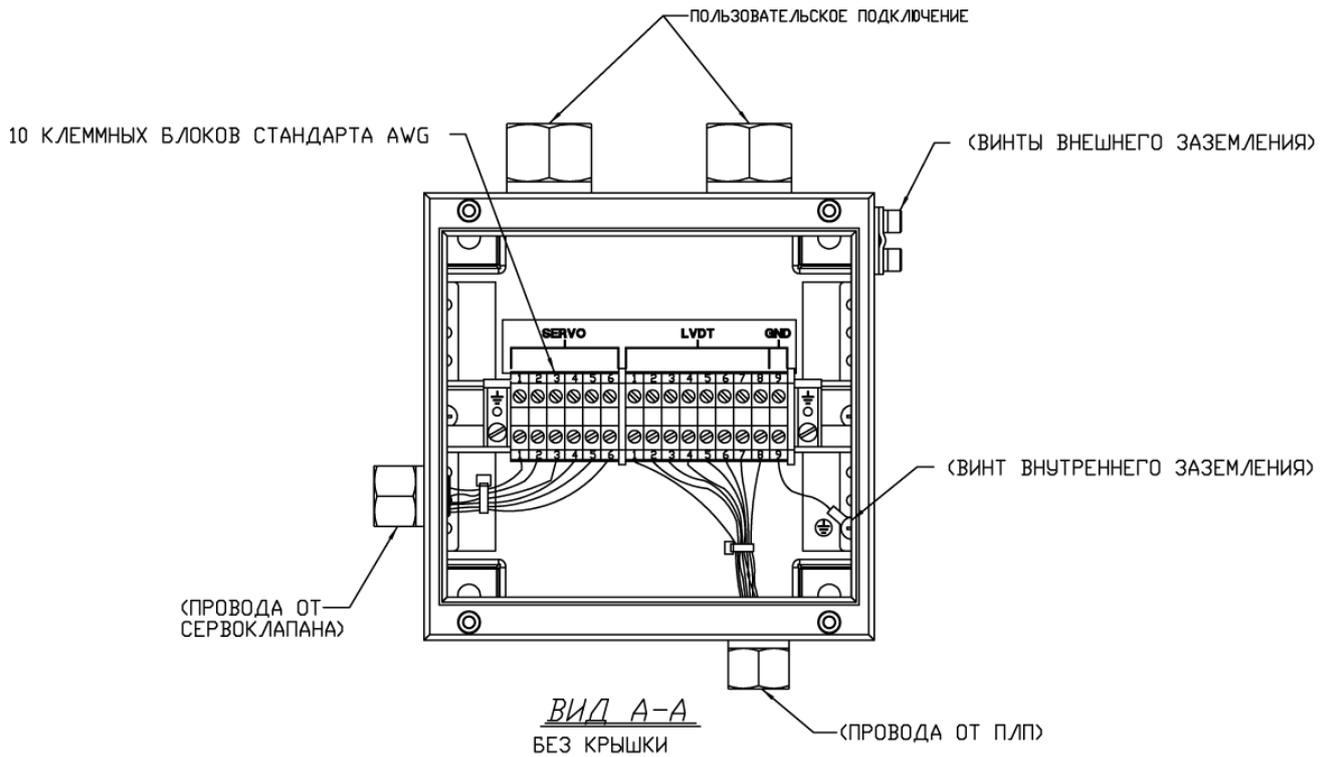


Рис. 1-5. Электрическая схема сервоклапана и монтажная схема

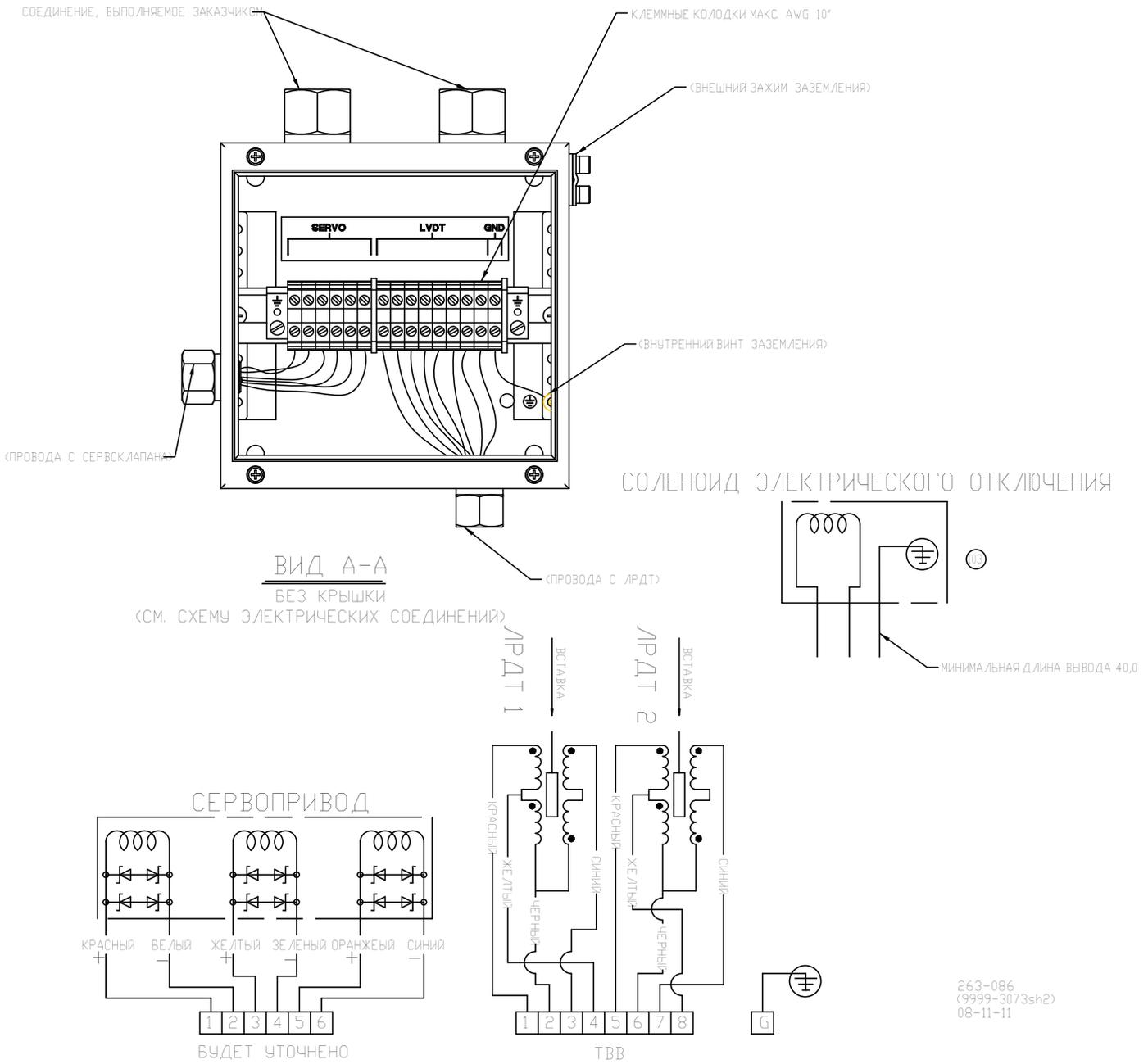


Рис. 1-6. Схематическое изображение электрической части сервоклапана и схема электрических соединений (электрическая система отключения)

## ПРИМЕЧАНИЯ

1. Эти общие справочные эскизные чертежи относятся к разным приводам компании Woodward. Для получения последнего обновленного эскизного чертежа вашего конкретного привода IGV обращайтесь в компанию Woodward.
2. Ориентация установки                      примерная вертикальная ориентация показана на рисунке  
Рекомендации по установке приводятся также в других местах настоящего руководства.
3. Приблизительный вес:                      487 фунтов/221 кг
4. Указания по использованию сменных деталей  
Сервоклапан – узнайте номер детали в компании Woodward  
Уплотнительные кольца для сервоклапана – узнайте номер детали в компании Woodward  
Элемент фильтра – узнайте номер детали в компании Woodward  
Руководство – узнайте номер детали в компании Woodward  
ПЛП – узнайте номер детали в компании Woodward  
Релейный клапана останова – узнайте номер детали в компании Woodward  
Уплотнительный комплект для релейного клапана останова – узнайте номер детали в компании Woodward
5. Описание привода IGV  
Рабочая жидкость                              гидравлическая жидкость  
Диапазон температур                        гидравлическая жидкость: от 50 до 160 °F/от 10 до 71 °C  
окружающая среда –40 - +266 °F (-40 - +130 °C)  
(нет)
6. Внешняя утечка  
Срабатывание  
Диаметр цилиндра                            6,250 дюйма (158,75 мм)  
Диаметр штока                                2,500 дюйма (63,50 мм)  
Ход 9E    2,266 дюйма (57,56 мм)  
Неподвижные уплотнители                из эластомера в соответствии со стандартом US MIL-R-83248 (Viton)  
Рабочая жидкость                              на нефтяной основе, а также огнестойкие гидравлические жидкости типа Fyrquel EHC  
Рабочее гидравлическое давление    1400 - 1800 фунтов/кв. дюйм (8274 - 11 722 кПа)
7. Скорость потока сервоклапана            10,0 галлонов/мин (США)US (38 л/мин) при давлении открытия клапана 1000 фунтов на кв. дюйм (6895 кПа), 4-ходовой  
Номинальный ток на электрическом входе            ±8 мА (сумма трех катушек)  
Нулевое смещение на первом этапе                            10 ±4% от номинального потока из порта 1 в дренажный канал, а давление подается на порт 2  
Нулевая внутренняя утечка                    0,42 галлона (США) в минуту (1,6 л/мин) (новый)  
при давлении 1600 фунтов на кв. дюйм                                    0,75 галлонов (США в мин (2,8 л/мин) (R+R)  
Электрическая распределительная коробка            С клеммными блоками

## Глава 2.

# Работа привода IGV

Приводом IGV управляет электронная система сервоуправления (нет в составе), которая сравнивает требуемые и фактические положения привода. Система управления модулирует подаваемый на электрогидравлический сервоклапан входной токовый сигнал с целью минимизировать погрешность системы позиционирования. Функциональную схему привода двойного действия с гидравлической системой отключения см. на рис. 1-3. Функциональную схему привода двойного действия с электрической системой отключения см. на рис. 1-4.

Гидравлическая жидкость поступает на привод через съемный элемент фильтра со встроенным индикатором высокого давления  $\Delta P$  и подается по четвертому направлению – на электрогидравлический сервоклапан, использующийся в трехходовой конфигурации. Управляющее давление PC1 с сервоклапана подается в верхнюю полость (штоковая полость) гидравлического поршня. Когда сила, создаваемая гидравлическим давлением, превышает силу сопротивления IGV, поршень втягивается, поворачивая кольцо впускной лопатки в направлении открытия.

Привод IGV выпускается с гидравлической системой отключения или с электрической системой отключения. Сборочный узел клапана реле отключения размещается между электрогидравлическим сервоклапаном управления и каскадом сервовыхода. В гидравлической системе отключения потеря или понижение подаваемого извне сигнального давления вызывает изменение положения клапана реле отключения. В электрической системе отключения снятие напряжения с соленоида отключения позволяет уменьшать давление на клапан реле отключения, вызывая изменение положения клапана реле отключения. По мере изменения положения клапана реле отключения он соединяет нижнюю полость (поршневая полость) поршня привода непосредственно с давлением гидравлической подачи. Давление подачи вынуждает поршень подниматься в выдвинутое положение, поворачивая кольцо направляющих лопаток впускного отверстия в закрытое положение.

Для каждого привода устанавливаются также два датчика обратной связи по позиционированию ПЛП. Сердечники и опорные стержни датчиков ПЛП подсоединены к выходному штоку главного привода с помощью стопорной пластины, которая тоже подсоединена к штоку, направленному во втулку. Эта направляющая втулка обеспечивает настройку ПЛП с минимальным износом сердечника, который ведет к потере точности.

## Глава 3.

# Детали стандартных компонентов

### Электрогидравлический клапан с тройной катушкой в сборе

В приводе IGV используется двухступенчатый гидравлический сервоклапан для модуляции положения выходного вала, управляя таким образом входной лопаткой. На первом этапе в серводвигателе используется катушка из трех обмоток, которая управляет положением клапана на первом и втором уровне в пропорции к общему электрическому току, подаваемому на три обмотки.

Если система управления требует быстрого перемещения привода, то общий ток увеличивается значительно относительно нулевого тока. При таком условии происходит подача топлива в соответствующую полость поршня привода. Объем жидкости, попадающий в камеру поршня привода, пропорционален общему току, подаваемому на три обмотки. Таким образом, скорость хода привода и открытие клапана также пропорциональны току (выше нуля), подаваемому на серводвигатель со значением выше нулевого.

Если система управления требует быстрого перемещения для закрытия привода IGV, то общий ток снижается значительно относительно нулевого тока. При таком условии пространство над поршнем привода подключается к дренажной гидравлической цепи. Объем жидкости, возвращающейся из полости верхнего поршня клапана, пропорционален амплитуде общего тока ниже нулевого значения. Объем жидкости и скорость закрытия клапана в этом случае пропорциональны току ниже нулевого значения.

При токе около нулевого значения сервоклапан практически изолирует полости поршня от гидравлического источника и дренажа, при этом давление верхнего поршня и пружины сбалансированы для поддержания постоянного положения. Система управления, которая регулирует величину тока, подаваемого на катушки, модулирует ток, подаваемый на катушку, для получения надежной системы с циклической работой системы.

### Релейный клапанный узел останова

Привод IGV выпускается с гидравлической системой отключения или с электрической системой отключения. Для переключения положения привода IGV в нем применяются два двухпозиционных трехходовых клапана с гидравлическим управлением. Один клапан соединяет сервоотверстие с концом штоковой полости привода, а второй соединяет другое сервоотверстие с поршневой полостью привода с приложенным давлением управления. В гидравлической системе отключения давление управления подается извне и обеспечивается заказчиком. При отсутствии давления управления насос соединяется с отверстием поршневой полости привода, а дренажное отверстие соединяется с отверстием штоковой полости привода. Клапаны предусмотрены для того, чтобы обеспечивать давление в точках срабатывания и отпускания < 40 фунт/кв. дюйм отн. Когда давление в контуре отключения возрастает до значения давления срабатывания, трехходовые клапаны реле изменяют положение. Тогда отверстия управления сервоклапана соединяются с портами привода. В зависимости от командного сигнала одно из отверстий привода соединяется с выходом насоса под давлением, в то время как другое соединяется с резервуаром, обеспечивая функционирование привода.

В электрической системе отключения давление управления отключением обеспечивается внутренне из манифольда. В состав этой системы входит соленоид электрического отключения, управляемый заказчиком. Когда на соленоид подано напряжение, давление управления подается на клапаны отключения и привод находится под управлением сервоклапана, как описано выше. Отключающее действие выполняется посредством снятия напряжения с соленоида, что приводит к снижению давления в контуре отключения.

Когда давление останова уменьшается до точки отключения, происходит перемещение трехходовых клапанов останова таким образом, что порт привода штоковой полости подключается к гидравлической дренажной цепи, а порт поршневой полости привода подключается непосредственно к источнику подачи давления. По мере увеличения давления в поршневой полости привода и падения давления в штоковой полости привод быстро перемещает поршень в закрытое положение, закрывая впускные лопатки турбины.

## **Гидравлический фильтр в сборе**

Привод IGV поставляется со встроенным фильтром большой емкости. Широкополосный фильтр защищает внутренние гидравлические управляющие компоненты от крупных масляных загрязнителей, которые могут вызвать заклипание гидравлических компонентов и нарушить их работу. В поставляемом фильтре предусмотрен визуальный индикатор, который указывает на превышение рекомендуемого значения, что говорит о необходимости замены фильтрующего элемента.

## **Датчики обратной связи положения преобразователя линейных перемещений (ПЛП)**

В приводе IGV используется двойной ПЛП для обратной связи по положению. Заводские настройки ПЛП установлены на  $0,7 \pm 0,1$  ср. кв. вольт обратной связи в раздвинутом положении поршня.

## Глава 4. Установка

### Общая информация

См. схематические чертежи (рис. 1-1/гидравлическое отключение или рис. 1-2/электрическое отключение):

- Общие габариты
- Гидравлические подключения и размеры монтажа
- Электрические соединения
- Точки подъема
- Вес привода

Для конструкции привода IGV требуется, чтобы выходной вал устанавливался вертикально. Кроме того, вертикальное положение привода предпочтительнее для экономии площади, а также для облегчения электрических, топливных и гидравлических подключений и быстрой замены элемента гидравлического фильтра.

Привод IGV устанавливается на платформу привода. Использование дополнительных опор не требуется и не рекомендуется.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Компания Woodward рекомендует использовать для подъема IGV две проушины, устанавливаемые в резьбовых отверстиях 0.500 x 13, показанных на Рис. 1-1б. Если устройство нужно поднимать за ремни, то компания Woodward рекомендует пропустить ремень через отверстие диаметром 2 дюйма (51 мм) в хомуте. По мере подъема узла выдвинется стержень IGV. При установке ремней в других местах следите за центром тяжести, который отмечен на Рис. 1-1б и внимательно следите за тем, чтобы ремни не прижимали другие компоненты, например ПЛП, сервоклапан или стопорный стержень.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Из-за шума создаваемого при работе турбин необходимо носить приспособления для защиты слуха при работе с данным изделием или рядом с ним.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Поверхность данного изделия может сильно нагреваться или охлаждаться и представляет опасность. В этом случае при работе с изделием используйте защитные приспособления. Значения температур указаны в данном руководстве в разделе спецификаций.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Внешняя защита от пожара для данного изделия не предусматривается. За обеспечение всех необходимых требований для работы системы несет ответственность пользователь.

### Распаковка

Транспортировку привода можно выполнять в том случае, когда рычаг стяжной муфты отсоединен от выходного вала, при этом используется тот же самый контейнер вместе со всем монтажным оборудованием. Проверьте наличие всех компонентов в транспортировочном контейнере до его отправки.

## Гидравлические подключения

Для IGVA с гидравлической системой отключения имеются три гидравлических связи, которые следует выполнить для каждого привода: подачи, обратная и отключения. В соединениях с приводом, применяемых на турбинах модели ГУ Frame 9E, используются резьбовые соединения с унифицированной цилиндрической резьбой с уплотнительными кольцами круглого сечения согласно SAE для контуров отключения и отверстий основной подачи, а также однодюймовое соединение с нормальной конической трубной резьбой для дренажного отверстия. Трубные проводки к приводу должны быть спроектированы так, чтобы исключить какую-либо передачу вибрации или других усилий на привод. Для IGV с электрической системой отключения имеются только две гидравлические связи (подающая и обратная), аналогичные описанным выше.

Обеспечьте соответствующие условия фильтрации гидравлической жидкости, подаваемой на привод. Система фильтрации должна гарантировать подачу гидравлического масла с максимальным уровнем загрязнения 18/16/13 в соответствии со стандартом ISO 4406 (рекомендуемый уровень 16/14/11). Элемент фильтра, поставляемый вместе с приводом не предусматривает адекватную фильтрацию в течение всего срока службы клапанов.

Для гидравлической подачи на привод используются трубы диаметром не менее 0,750 дюйма (19,05 мм), которые могут пропускать 10 галлонов (США) в мин (38 л/мин) при давлении 1400 - 1800 фунтов на кв. дюйм (9653 - 12 411 кПа).

Для гидравлического дренажа используются трубы диаметром не менее 1,00 дюйма (25,4 мм), которые не должны ограничивать поток жидкости из привода. Давление дренажа не должно ни при каких обстоятельствах превышать 30 фунтов на кв. дюйм (207 кПа).

Для канала подачи на релейный клапан останова следует использовать трубы диаметром не менее 0,500 дюйма (12,70 мм). Релейное давление останова должно быть более 40 фунтов на кв. дюйм (276 кПа), чтобы привод мог работать.

## Электрические соединения



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

В связи с тем, что регуляторы устанавливаются на опасных участках, применение электропроводки надлежащего типа и надлежащих методов выполнения электрических соединений имеет важнейшее значение.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Не подключайте заземление кабеля к «заземлению оборудования», «управляющему заземлению» и другим системам негрунтового заземления. Выполните все необходимые электрические подключения в соответствии с монтажной схемой (Рис. 1-5 и 1-6).



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Внешние заземляющие клеммы, показанные на установочных схемах, должны быть надежно подсоединены для уравнивания потенциалов. Это снизит риск электростатического разряда во взрывоопасных средах.

Рекомендуется для кабеля использовать индивидуально экранированную витую пару. Все провода, по которым подается сигнал, должны быть экранированы, чтобы избежать помех от находящегося поблизости оборудования. Для оборудования, создающего сильные радиопомехи (EMI), может потребоваться экранированный кабель с экранированными проводами или другие меры предосторожности. Подключите экран к стенке системы управления или в соответствии с указаниями по монтажу, но ни в коем случае не подключайте оба конца экрана, чтобы не образовался заземляющий контур. Длина проводников, выходящих за пределы экрана, не должна превышать 2 дюймов (51 мм). Проводка должна обеспечивать затухание сигнала до величины не менее 60 дБ.

Сервокабель должен представлять собой три отдельно экранированных витых пары. Каждая пара должна подключаться к одной катушке сервоклапана, как показано на Рис. 1-3 (монтажная схема).

Кабель ПЛП должен представлять собой четыре отдельно экранированные витые пары. Две отдельные пары должны использоваться для напряжения питания ПЛП, а две других отдельных пары – для подачи напряжения обратной связи с ПЛП, как указано на Рис. 1-3 (монтажная схема).

Для электромагнитного клапана электрического отключения следует использовать электрический провод на номинальное напряжение как минимум 300 В.

## Электронные параметры

### Параметры динамической настройки

Для управляющей системы обязательно нужно правильно задать для управляющей системы динамические характеристики этого привода, чтобы обеспечить допустимые границы работы данного привода/системы управления.

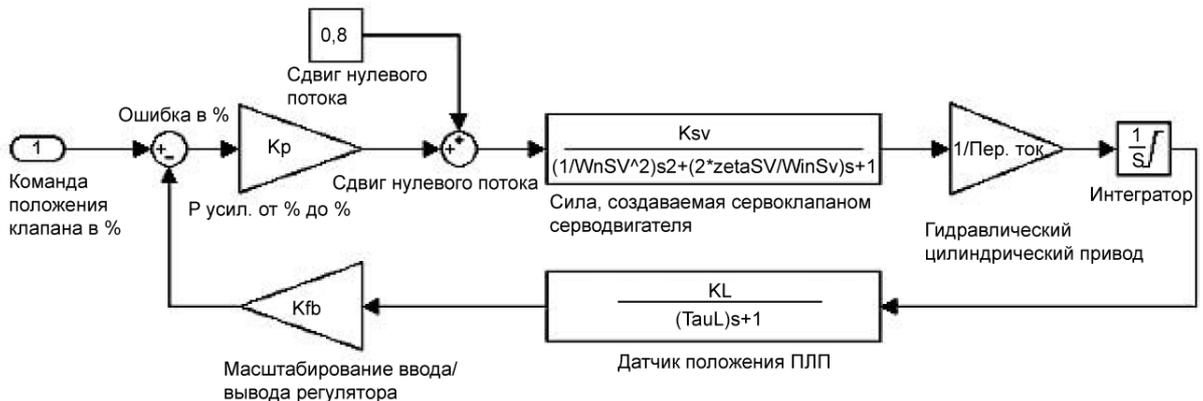


Рис. 4-1. Блок-схема привода IGV

$A_c$  Рабочая площадь гидравлического цилиндра (кв. дюймы) в раздвинутом состоянии 30,68 кв. дюйма и 25,77 кв. дюйма в области втягивания

Коэффициент усиления по расходу сервоклапана  $K_{SV}$  (дюймов<sup>3</sup>/с) =  $6.1 \text{ in}^3 / \text{s} / \text{mA}$   
Усиление ПЛП  $KL$  (ср.кв. вольт/дюйм). Усиление = 1,0181 ср.кв. вольт/дюйм

$\xi$  Коэффициент затухания сервоклапана = 0,7

$\omega_n$  Собственная частота сервоклапана (рад/с) = 520 рад/с (83 Гц)

$\tau_L$  Постоянная времени ПЛП (с) = 0,005 (зависит от подачи питания/демодуляции)

## Регулировка нулевого тока

К каждой поставке привода IGV прилагается документация, которая указывает фактический нулевой ток, измеренный компанией Woodward. Необходимо, чтобы нулевой ток системы управления соответствовал измеренному току для каждого привода в системе. Неверная установка нулевого тока только с пропорциональным управлением приведет к ошибке позиционирования.

## Процедура оснащения

К приводу при поставке прилагается документация, в которой указаны соответствующие сигналы обратной связи ПЛП для каждого ПЛП в полностью втянутом и полностью раздвинутом состоянии (при напряжении 7,0 ср. кв. вольт при частоте 3000 Hz).

Если система управления подключена к приводу и установлено управление приводом, то установите заданное положение клапана на 0% от полного хода. Измерьте напряжение обратной связи от каждого ПЛП. Настройте смещение в цепи обратной связи так, чтобы оно соответствовало значениям, указанным для этого положения в документации. Установите заданное положение на 100% от полного хода. Настройте усиление в цепи обратной связи так, чтобы напряжение обратной связи соответствовало бы значениям в документах. Установите заданное положение, чтобы закрыть лопатку (привод раздвинут). Убедитесь визуально, что лопатка (привод) открыта, а напряжение обратной связи от ПЛП составляет  $0,7 \pm 0,1$  ср. кв. вольт. Этот процесс возможно придется повторить, чтобы напряжения обратной связи соответствовали бы значениям в документах для заданных положений 0% и 100%.

### **ПРИМЕЧАНИЕ**

**Во время оснащения стяжной муфты на месте не выполняйте сварку на торцах нижних (золотых) стержней. Сварные швы для противодействия прокручиванию должны накладываться на контргайки и стяжную муфту только с использованием сварной полосы, длиной не менее 3 дюймов (76 мм) от краев стяжной муфты, как показано на Рис.1-1в.**

## Глава 5.

# Техническое обслуживание и замена оборудования

### Техническое обслуживание

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Для предотвращения электростатического разряда во взрывоопасных средах перед ручной и влажной чисткой следует убедиться в отсутствии риска.

Привод IGV не требует технического обслуживания или регулировки перед началом обычной эксплуатации. Требуется периодическое обслуживание:

- Смазочные фитинги на торце каждого стержня должен заполняться смазкой каждые 24 месяца работы и далее каждые 12 месяцев, при этом смазка должна соответствовать стандарту US MIL-G-23827A.

Компания Woodward рекомендует регулярно проверять работу датчика давления, чтобы убедиться, что фильтр не засорен. Если индикатор давления горит красным цветом, то необходимо заменить элемент фильтра.

Компания Woodward рекомендует ежегодно снимать и чистить картриджи с релейным клапаном останова, чтобы избежать накопления олифы или загрязнителей, которые могут препятствовать правильной работе релейного клапана останова.

Каждый клапан снимается в соответствии с приведенными ниже указаниями, далее его нужно поместить в растворитель (Stoddard или другой на керосиновой основе), совместимый с фторуглеродными уплотнительными кольцами. Запустите клапан рукой и продуйте сжатым воздухом. Проверьте плавность работы релейного клапана останова и убедитесь в отсутствии его залипания или заедания.

В том случае, если какой-либо из стандартных компонентов привода перестает работать, возможна замена компонентов на месте. Обратитесь за помощью к представителю компании Woodward.

### Замена оборудования

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

**ВЗРЫВООПАСНОСТЬ**—Не замыкайте и не размыкайте электроцепи, пока не убедитесь во взрывобезопасности окружения.

Замена компонентов может ухудшить соответствие Зоне 2.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Чтобы избежать возможной серьезной травмы или повреждения оборудования, обязательно отключите от привода электропитание, гидравлическое давление и давление на лопатку перед началом профилактических или ремонтных работ.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Из-за шума создаваемого при работе турбин необходимо носить приспособления для защиты слуха при работе с приводом IGV или рядом с ним.

Размещение деталей показано на эскизных чертежах (Рис. 1-1).

## Узел/картридж гидравлического фильтра

Гидравлический фильтр располагается на гидравлическом коллекторе, который находится в верхней части коллектора непосредственно под сервоклапаном.

### Замена фильтрующего узла

1. Отверните четыре винта 0.312-18 UNC с углублением под торцовый ключ.
2. Снимите фильтрующий узел с блока коллектора.

**ВАЖНО**

Фильтр содержит большое количество гидравлической жидкости, которая может пролиться при снятии фильтра.

3. Снимите два кольцевых уплотнения в сопряжении между фильтром и коллектором.
4. Получите новый фильтрующий узел.
5. Установите два новых кольцевых уплотнения в новый фильтрующий узел.
6. Установите фильтр на узел коллектора. Следите за правильной ориентацией при установке фильтра. См. эскизные чертежи (Рис. 1-1).
7. Установите четыре винта 0.312-18 на фильтр и прикрутите их к коллектору с моментом затяжки 20 - 27 фунтодюймов (27 - 37 Н·м).

### Замена картриджа с фильтром

**ВАЖНО**

Фильтр содержит большое количество гидравлической жидкости, которая может пролиться при снятии фильтра.

1. С помощью ключа 1-5/16 дюйма (прибл. 33+ мм), освободите корпус фильтра.
2. Снимите фильтрующий элемент, потянув его вниз.
3. Получите новый фильтрующий элемент.
4. Смажьте гидравлическое уплотнительное кольцо на внутреннем диаметре.
5. Установите картридж на узел, вставив открытый конец картриджа вверх на ниппель.
6. Установите корпус фильтра. Закручивающий момент: 25 - 30 фунтофутов (34 - 41 Н·м).

### Замена картриджей с релейными клапанами останова

Картриджи клапана реле отключения расположены в блоке гидравлического манифольда (рис. 1-16 и 1-26).

**ВАЖНО**

Гидравлическая жидкость может пролиться во время установки клапана.

1. С помощью ключа 1,25 дюйма (прибл. 32+ мм), снимите релейные клапаны останова с гидравлического коллектора.
2. Осторожно снимите картриджи с коллектора.
3. Получите новые релейные клапанные картриджи останова и сверьте номер детали и модификации с имеющимся узлом.
4. Убедитесь, что в новом картридже есть уплотнительные и опорные кольца.

5. Смажьте уплотнительные кольца гидравлической жидкостью или вазелином.
6. Установите картридж в корпус коллектора.
7. Закручивающий момент: 33 - 37 фунтофутов (45 - 50 Н·м).

### Электромагнитный клапан реле отключения

Электромагнитный клапан реле отключения расположен на той же стороне гидравлического манифольда, на которой расположены вставные клапаны реле отключения. См. схематические чертежи (рис. 1-2).

1. Отсоедините провода электромагнитных клапанов от соединений электрического питания.
2. Если применимо, ослабьте крепления кабелепровода, удерживающие провода соленоида. Осторожно снимите кабелепровод с электромагнитного клапана и вытащите провода из кабелепровода.
3. Используя 1-1/4-дюймовый гаечный ключ (~32– мм), ослабьте резьбовое крепление электромагнитного клапана на гидравлическом манифольде.
4. Медленно снимите электромагнитный клапан с гидравлического манифольда. При удалении возможно наличие некоторого количества гидравлической жидкости. Будьте осторожны при выполнении этой процедуры.
5. Получите новый электромагнитный клапан от Woodward.
6. Убедитесь в наличии на новом клапане уплотнительных колец круглого сечения и упорного кольца.
7. Смажьте уплотнительные кольца круглого сечения гидравлической жидкостью или техническим вазелином.
8. Установите новый электромагнитный клапан на гидравлический манифольд.
9. Закрутите электромагнитный клапан с моментом 17–29 фунт-футов (23–39 Н·м).
10. Вставьте провода в кабелепровод и присоедините кабелепровод к электромагнитному клапану, затяните с необходимыми моментами.
11. Вставьте провода так же, как в исходной сборке. Если для вставки необходимо обрезать провода, сохраните как минимум одну петлю провода для ремонта.
12. Проверьте отсутствие внешней утечки посредством опрессовки гидравлической системы.

### Замена сервоклапана

Сервоклапан расположен на гидравлическом манифольде непосредственно над сборочным узлом фильтра. Для справки пользуйтесь схематическими чертежами (рис. 1-1б и 1-2б).

1. Отсоедините провода сервоклапана от клеммных блоков внутри распределительной коробки.
2. Отпустите гайки разъема трубки кабелепровода и отсоедините трубку с обоих концов.
3. Открутите четыре винта #10-32 UNF с углублением под торцовый ключ, крепящие сервоклапан к коллектору (Рис. 1-1б, позиция 18).
4. Снимите четыре уплотнительных кольца, установленные между сервоклапаном и коллектором.
5. Получите запасной сервоклапан и сверьте номер детали и модификации с имеющимся узлом.
6. Снимите защитную пластину с заменяемого сервоклапана и проверьте наличие уплотнительных колец во всех четырех глухих отверстиях сервоклапана.

7. Установите сервоклапан на гидравлический коллектор. Установите ориентацию сервоклапана так, чтобы она совпадала с исходной. Убедитесь, что во время сборки все уплотнительные кольца находятся на своих местах.
8. Установите четыре винта #10-32 UNF с углублением под торцовый ключ и закрутите их с моментом затяжки 56 - 75 фунтодюймов (6,3 - 8,5 Н·м).
9. Пропустите провода через трубку в распределительную коробку. Подсоедините трубку кабелепровода с обоих концов и плотно затяните.
10. Подсоедините провода сервоподключений к распределительной коробке.

## Замена ПЛП



### ВНИМАНИЕ

После снятия всех источников давления и блокировки привода в раздвинутом положении выполняйте работы осторожно в соответствии со всеми инструкциями. На опоре размещается объект большого веса, и при несоблюдении правил безопасности существует потенциальная угроза травмирования.

ПЛП расположены на правой стороне верхнего и нижнего коллекторов при обзоре привода спереди (соединения гидравлического порта). См. эскизные чертежи (Рис. 1-1б).

1. Отключите гидравлическую подачу на привод IGV и убедитесь, что привод полностью раздвинут. Необходимо заблокировать его в таком положении.
2. Снимите крышки ПЛП (позиция 76 на Рис. 1-1б и 42 на Рис. 1-1в), открутив четыре винта #10-32 UNF (позиции 17 на Рис 1-1б и 1-1в), крепящие крышки люков сверху и сбоку ПЛП.
3. Отсоедините провода в распределительной коробке.
4. Отсоедините арматуру трубки и кабелепровода от ПЛП.
5. Снимите контргайку #10-32 UNF и шайбы (позиции 29 и 30 на Рис.1-1б) с дефектного стержня ПЛП, крепящие к стержню листы 0,250 дюйма.
6. Опустите стержень со стопорной пластины на ПЛП.
7. Открутите два винта 0.250-20 UNC с головкой с углублением под ключ, крепящие кронштейн ПЛП к верхнему и нижнему коллекторам.
8. Осторожно снимите узел ПЛП с привода IGV, опуская его вертикально. Следите за тем, чтобы не повредить корпус и стержень исправного ПЛП. Вытяните провода из распределительной коробки через кабелепровод.
9. Получите запасной ПЛП и сверьте номер детали и модификацию с имеющимся узлом.
10. Установите нижнюю контргайку #10-32 UNF и шайбу на запасной стержень ПЛП. Установите новый стержень ПЛП на стопорную пластину, регулируя высоту стержня в соответствии с высотой других стержней ПЛП.
11. Установите контргайку #10-32 UNF и шайбу на стержень ПЛП, но пока не закручивайте гайку.
12. Осторожно наденьте запасной ПЛП на стержень. **Будьте очень осторожны: не прилагайте силу, поскольку это может повредить стержень ПЛП.**
13. Проденьте провода в кабелепровод и подсоедините их к распределительной коробке.
14. Установите два винта 0.250-20 UNC с головкой с углублением под ключ, крепящие кронштейн ПЛП к верхнему и нижнему коллекторам, и затяните с моментом затяжки 120 - 160 фунтофутов (13,6 - 18,1 Н·м).
15. Подсоедините провода ПЛП в распределительной коробке.
16. Снова подключите гидравлический дренаж.

17. После установки ПЛП он должен быть откалиброван в соответствии с описанными ниже указаниями.
18. После калибровки установите крышки.

### Калибровка преобразователя линейных перемещений (ПЛП)

1. Каждый раз при замене ПЛП или при изменении настройки стержня, необходимо выполнить приведенные ниже операции по калибровке выходного напряжения ПЛП.



#### ВНИМАНИЕ

После снятия всех источников давления и блокировки привода в раздвинутом положении выполняйте работы осторожно в соответствии со всеми инструкциями. На опоре размещается объект большого веса, и при несоблюдении правил безопасности существует потенциальная угроза травмирования.

2. Если нужно только откалибровать ПЛП без замены:
  - a. Убедитесь, что привод полностью раздвинут. Отключите гидравлическую подачу на привод IGV и заблокируйте его в этом положении.
  - b. Снимите крышки ПЛП (позиция 76 на Рис. 1-1б и 42 на Рис. 1-1в), открутив четыре винта #10-32 UNF (позиции 17 на Рис 1-1б и 1-1в), крепящие крышки люков сверху и сбоку ПЛП.
3. Отрегулируйте стержень ПЛП так, чтобы на выходе сменного ПЛП было  $0,7 \pm 0,1$  ср. кв. вольт при полностью раздвинутом приводе IGV (входная лопатка закрыта).
4. Затяните контргайку #10-32 UNF стержня ПЛП с моментом затяжки 32 - 35 фунтодюймов (3,6 - 4,0 Н·м).
5. Закрепите на корпусе привода IGV прибор точного измерения хода поршня (циферблатный индикатор или аналогичное устройство), который может измерять ход длиной до 3 дюймов (76 мм).
6. Подайте гидравлическое давление на привод IGV и вручную установите привод на ход сжатия  $2,224 \pm 0,020$  дюйма ( $56,49 \pm 0,51$  мм) с помощью настройки электронного контроллера.
7. Запишите показания выходного напряжения ПЛП в позиции 2,224 дюйма (56,49 мм) хода.
8. Отключите команду управления приводом, повернув привод в исходное положение (входная лопатка закрыта).
9. Отсоедините линию гидравлической подачи от привода IGV.
10. Установите новое значение выходного напряжения ПЛП для управляющей логической схемы привода IGV.

### Схема поиска и устранения неисправностей

Неисправности при управлении IGV могут быть связаны с колебаниями скорости в первичном двигателе, но такие колебания не всегда указывают на неисправность системы. Поэтому при неправильной работе IGV проверьте правильность работы всех компонентов, включая двигатель или турбину. Помощь при определении неисправности нужно искать в руководствах по используемому электронному оборудованию. В перечисленных ниже пунктах описывается поиск неисправностей привода IGV.

**Не** рекомендуется разборка привода IGV на месте, поскольку для этого требуются специальные инструменты и процедуры. При экстренных обстоятельствах, когда разборка необходима, все работы и регулировки должны проводиться персоналом, хорошо подготовленным для выполнения подобных процедур.

При запросе информации или технической помощи от Woodward важно указать в отправляемом запросе номер детали и серийный номер узла привода.

Признак	Возможные причины	Способы устранения
Наружная утечка из гидравлического узла	Отсутствие или дефекты неподвижных уплотнительных колец	Замените соответствующим образом уплотнительные кольца, устанавливаемые на компоненты, обслуживаемые пользователем (фильтр, сервоклапан, релейный клапан останова. В противном случае, верните привод на обслуживание в Woodward.
	Отсутствие или дефект динамического уплотнительного кольца	Верните привод в компанию Woodward для обслуживания.
Внутренняя утечка гидравлического узла	Отсутствие или дефект внутреннего уплотнительного кольца (кольца)	Замените сервоклапан.
	Износ дозирующих кромок сервоклапана	Замените сервоклапан.
	Отсутствие или дефект уплотнения поршня	Верните привод в компанию Woodward для обслуживания.
Привод не открывается (привод сжат)	Неверный ток установки сервоклапана. (Суммарный ток по всем трем катушкам сервоклапана должен быть больше нуля, чтобы привод мог открыться.)	Осмотрите проводку и проверьте соответствие электрической схеме (Рис. 1-3) и монтажной схеме системы GE. Обратите особое внимание на полярность проводников, подходящих к сервоклапану и ПЛП.
	Неисправность сервоклапана	Замените сервоклапан.
	Неправильное гидравлическое давление подачи	Давление подачи должно превышать 1400 фунтов на кв. дюйм/9653 кПа (рекомендуется 1600 фунтов на кв. дюйм/ 11 032 кПа).
	Недостаточное давление реле отключения (IGVA с гидравлической системой отключения)	Давление отключения должно быть больше 40 фунт/кв. дюйм отн. (276 кПа).
	Недостаточное напряжение соленоида отключения (IGVA с электрической системой отключения)	Напряжение соленоида отключения должно быть 90–140 В пост.
	Неисправен релейный клапанный картридж останова	Снимите два релейных клапана останова с привода в соответствии с приведенным выше описанием. Проведите визуальный осмотр и запустите клапан рукой. Проверьте наличие загрязнений, залипание или заедание. Почистите клапан в соответствии с указаниями в разделе «Обслуживание» или замените клапаны останова.
Привод не закрывается	Неверный ток установки сервоклапана. (Суммарный ток по всем трем катушкам сервоклапана должен быть меньше нуля, чтобы привод мог закрыться.)	Осмотрите проводку и проверьте соответствие электрической схеме (Рис. 1-3) и монтажной схеме системы GE. Обратите особое внимание на полярность проводников, подходящих к сервоклапану и ПЛП.
	Неисправность сервоклапана	Замените сервоклапан.
	Неисправность ПЛП	Замените ПЛП.
	Сломано соединение	Верните привод в компанию Woodward для обслуживания.

Признак	Возможные причины	Способы устранения
	Неисправен релейный клапанный картридж останова	Снимите два релейных клапана останова с привода в соответствии с приведенным выше описанием. Проведите визуальный осмотр и запустите клапан рукой. Проверьте наличие загрязнений, залипание или заедание. Почистите клапан в соответствии с указаниями в разделе «Обслуживание» или замените клапаны останова.
Отсутствует плавная реакция привода	Засорился гидравлический фильтр	Проверьте индикатор дифференциального давления на корпусе фильтра.
	Залипание золотника сервоклапана	Убедитесь, что уровни загрязнения гидравлического узла находятся в пределах, рекомендованных в Главе 1. «Подмешивание» вибрации может улучшить рабочие характеристики загрязненных систем.
	Засорен внутренний пилот-фильтр сервоклапана	Замените сервоклапан.
	Износ конца стержня (стержней)	Верните привод в компанию Woodward для обслуживания.
	Износ уплотнителя поршня	Верните привод в компанию Woodward для обслуживания.
	Неисправен релейный клапанный картридж останова	Снимите два релейных клапана останова с привода в соответствии с приведенным выше описанием. Проведите визуальный осмотр и запустите клапан рукой. Проверьте наличие загрязнений, залипание или заедание. Почистите клапан в соответствии с указаниями в разделе «Обслуживание» или замените клапаны останова.
Преждевременный износ уплотнителей поршня	Чрезмерный уровень загрязнения гидравлического узла	Убедитесь, что уровни загрязнения гидравлического узла находятся в пределах, рекомендованных в Главе 1. Чрезмерное «подмешивание» вибрации может ухудшить рабочие характеристики загрязненных систем.
	Вибрация системы (срок годности уплотнителя пропорционален пройденному расстоянию). Даже небольшие вибрации при низких частотах (порядка $\pm 1\%$ ) приводят к быстрому износу.	Определите и устраните основную причину вибрации.

## Глава 6.

# Дополнительное обслуживание

### Дополнительное обслуживание изделия

Если вы столкнулись с проблемами при монтаже или с неудовлетворительной производительностью изделия Woodward, вы можете поступить следующим образом:

- Обратитесь к разделу поиска и устранения неисправностей руководства.
- Обратитесь к изготовителю или комплектовщику вашей системы.
- Обратитесь к местному дистрибьютору Woodward, предлагающему полный спектр услуг.
- Обратитесь за технической консультацией в компанию Woodward (см. пункт «Контактная информация Woodward» в данной главе) и изложите свою проблему. Во многих ситуациях проблема разрешима по телефону. Если проблему решить не удалось, вам предоставляется выбор комплекса мер на основе услуг, перечисленных в этой главе.

**Поддержка предприятия-изготовителя и комплектовщика:** многие органы и устройства управления изделий компании Woodward монтируются в систему и программируются на предприятии-изготовителе или комплектовщиком оборудования на собственных предприятиях. В некоторых случаях программа защищается паролем предприятия-изготовителя или комплектовщика, поэтому исчерпывающее обслуживание и консультации по оборудованию можно получить только от них. Гарантийное обслуживание изделий Woodward, поставленных в составе системы, также будет осуществляться предприятием-изготовителем или комплектовщиком. Подробности приводятся в системной документации вашего оборудования.

**Поддержка бизнес-партнеров Woodward:** компания Woodward оказывает поддержку мировой сети независимых бизнес-партнеров, чья задача заключается в обслуживании пользователей систем управления Woodward, а именно:

- **Дистрибьютор полного спектра услуг** несет первичную ответственность за продажи, обслуживание, решения по системной интеграции, организацию справочной службы и послепродажный маркетинг стандартных изделий компании Woodward в конкретном географическом регионе и рыночном сегменте.
- **Авторизованная независимая сервисная служба (AISF)** предоставляет авторизованные услуги, включающие в себя ремонт, запасные части и гарантийное обслуживание от имени компании Woodward. Первоочередной задачей AISF является обслуживание (а не продажа новых изделий).
- **Уполномоченный специалист по модернизации двигателей внутреннего сгорания (RER)** является независимой компанией, осуществляющей модернизацию возвратно-поступательных двигателей внутреннего сгорания и двухтопливных моделей и может предоставлять полный спектр систем и компонентов компании Woodward для модернизаций и капитальных ремонтов, модернизаций в части сокращения вредных выбросов, договоров на долгосрочное обслуживание, срочных ремонтов и т. д.
- **Уполномоченный специалист по модернизации турбин (RTR)** является независимой компанией, осуществляющей модернизацию систем управления как паровых, так и газовых турбин, и может предоставлять полный спектр систем и компонентов компании Woodward для модернизаций и капитальных ремонтов, модернизаций в части сокращения вредных выбросов, договоров на долгосрочное обслуживание, срочных ремонтов и т. д.

Вы можете найти ближайшего к вам дистрибьютора Woodward, AISF, RER или RTR на нашем сайте:

[www.woodward.com/directory](http://www.woodward.com/directory)

## Дополнительное обслуживание на предприятии Woodward

Перечисленные ниже варианты обслуживания продукции компании Woodward предоставляются дистрибьюторами полного спектра наших услуг, предприятием-изготовителем или комплектовщиком систем на основании стандартной гарантии на продукцию и услуги компании Woodward (5-01-1205), действующей с момента отгрузки с предприятия Woodward или оказания услуги:

- замена/обмен (круглосуточный сервис),
- ремонт по фиксированному тарифу,
- восстановление по фиксированному тарифу.

**Замена/обмен:** замена/обмен является исключительной программой, предназначенной для тех, кто нуждается в немедленном обслуживании. Она позволяет вам запрашивать и получать практически новую запасную часть за минимальное время (как правило, в течение 24 часов после запроса), при условии наличия подходящего блока на момент запроса, благодаря чему сокращается дорогостоящий простой. В этой программе применяется фиксированный тариф, в который включается полная гарантия на стандартное изделие Woodward (гарантийные обязательства 5-01-1205 на продукцию и обслуживание Woodward).

Этот вариант позволяет вам обращаться к дистрибьютору полного спектра услуг в случае неожиданного останова или заблаговременно в ожидании планового останова, с запросом сменного блока управления. При наличии такого блока на момент запроса он может быть доставлен, как правило, в течение 24 часов. Вы заменяете на месте ваш блок управления практически новым и возвращаете замененный на месте блок дистрибьютору полного спектра услуг.

Стоимость услуги замены/обмена включает фиксированный тариф плюс транспортные расходы. В момент поставки сменного блока вам будет выставлен счет на замену/обмен по фиксированному тарифу плюс депозит за обмен. Если основной блок (блок с места) будет возвращен в течение 60 дней, будет предоставлен кредит в размере депозита.

**Ремонт по фиксированному тарифу:** ремонт по фиксированному тарифу предоставляется для большинства стандартных изделий на месте. Эта программа предоставляет вам услугу ремонта ваших изделий с преимуществом заранее известной стоимости. На все ремонтные работы распространяются стандартные сервисные гарантийные обязательства Woodward (гарантийные обязательства 5-01-1205 на продукцию и обслуживание Woodward) на заменяемые детали и трудозатраты.

**Восстановление по фиксированному тарифу:** восстановление по фиксированному тарифу очень схоже с ремонтом по фиксированному тарифу, за исключением того, что блок будет возвращен вам в состоянии «почти как новый» в сопровождении полной стандартной гарантии на продукцию Woodward (гарантийные обязательства 5-01-1205 на продукцию и обслуживание Woodward). Этот вариант предусмотрен только для механических узлов.

## Возврат оборудования на ремонт

Если требуется вернуть на ремонт систему управления (или любую часть электронного управления), обращайтесь заранее к дистрибьютору полного спектра услуг для получения разрешения на возврат и инструкций по транспортировке.

При отправке позиции (позиций) приложите бирку со следующей информацией:

- номер разрешения на возврат;
- наименование и местоположение монтажа системы управления;
- ФИО и телефон контактного лица;
- полный номер (номера) делала по каталогу Woodward и серийный номер (номера);
- описание проблемы;
- инструкции с предписанием желаемого типа ремонта.

## Упаковка системы управления

Возвращая полную систему управления, пользуйтесь следующими материалами:

- защитными крышками на все разъемы;
- антистатическими пакетами на все электронные модули;
- упаковочными материалами, не повреждающими поверхность модуля;
- плотным упаковочным материалом, допустимым к использованию в промышленных целях, толщиной не менее 100 мм;
- картонной коробкой с двойными стенками;
- плотной лентой для наружной обвязки картонной коробки в целях повышения жесткости.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для предотвращения повреждения электронных компонентов вследствие недопустимого обращения ознакомьтесь и соблюдайте меры предосторожности, изложенные в руководстве Woodward 82715 «Руководство по использованию и защите электронных блоков управления, печатных плат и модулей».

## Запасные части

При заказе запасных частей для системы управления указывайте следующую информацию:

- номер (номера) детали по каталогу (XXXX-XXXX), указанный на табличке на кожухе;
- серийный номер блока, также указанный на табличке кожуха;

## Инженерное обслуживание

Компания Woodward предоставляет разнообразное инженерное обслуживание своих изделий. Вы можете обратиться по телефону, электронной почте или через сайт компании Woodward для получения следующих услуг:

- техническая поддержка;
- обучение работе с изделием;
- обслуживание на месте.

**Техническую консультацию** оказывает ваш поставщик системного оборудования, местный дистрибьютор полного спектра услуг, ее также можно получить во множестве офисов Woodward по всему миру, в зависимости от изделия и области применения. Эта услуга может помочь вам в решении технических вопросов или проблем, она оказывается в рабочее время тем офисом компании Woodward, в который вы обращаетесь. Экстренная помощь оказывается также в нерабочее время по звонку в компанию Woodward и сообщению о неотложности вашей проблемы.

**Обучение работе** с изделием проводится в форме стандартных учебных занятий во многих наших офисах по всему миру. Нами также предусмотрены специализированные занятия, которые мы можем составить с учетом ваших конкретных нужд и проводить в одном из наших офисов или на вашей территории. Такое обучение, проводимое опытным персоналом, даст гарантию, что вы будете в состоянии надежно и бесперебойно эксплуатировать систему.

**Представляется также** выезд инженеров на место, в зависимости от изделия и местоположения, из наших многочисленных офисов по всему миру или от наших дистрибьюторов полного спектра услуг. Выездные инженеры обладают опытом как в части изделий Woodward, так и в части другого оборудования, с которым связаны изделия компании Woodward.

За информацией по поводу этих услуг обращайтесь к нам по телефону, электронной почте или воспользуйтесь нашим сайтом: [www.woodward.com](http://www.woodward.com).

## Контактная информация компании Woodward

Если вам необходима помощь, звоните в один из перечисленных ниже офисов Woodward, чтобы получить адрес и телефон ближайшего к вам офиса, где вам предоставят информацию и окажут необходимые услуги.

Системы электропитания		Двигатели		Турбины	
Предприятие	Номер телефона	Предприятие	Номер телефона	Предприятие	Номер телефона
Бразилия	+55 (19) 3708 4800	Бразилия	+55 (19) 3708 4800	Бразилия	+55 (19) 3708 4800
Китай	+86 (512) 6762 6727	Китай	+86 (512) 6762 6727	Китай	+86 (512) 6762 6727
Германия	+49 (0) 21 52 14 51	Германия	+49 (711) 78954-510	Индия	+91 (129) 4097100
Индия	+91 (129) 4097100	Индия	+91 (129) 4097100	Япония	+81 (43) 213-2191
Япония	+81 (43) 213-2191	Япония	+81 (43) 213-2191	Корея	+82 (51) 636-7080
Корея	+82 (51) 636-7080	Корея	+82 (51) 636-7080	Нидерланды	+31 (23) 5661111
Польша	+48 12 295 13 00	Нидерланды	+31 (23) 5661111	Польша	+48 12 295 13 00
США	+1 (970) 482-5811	США	+1 (970) 482-5811	США	+1 (970) 482-5811

Вы можете также найти адрес ближайшего к вам дистрибьютора или сервисное предприятие Woodward на нашем сайте:

[www.woodward.com/directory](http://www.woodward.com/directory)

## Техническая поддержка

Если вам требуется получить техническую консультацию по телефону, сообщите следующие сведения.

Запишите эти сведения перед тем, как звонить:

ФИО	_____
Местоположение площадки	_____
Номер телефона	_____
Номер факса	_____
<hr/>	
Модель двигателя/турбины	_____
Изготовитель	_____
Число цилиндров (если применяется)	_____
Тип топлива (бензин, газ, пар и т. д.)	_____
Номинал	_____
Область применения	_____
<hr/>	
<b>Управление/регулятор №1</b>	
Номер детали по каталогу Woodward и буква редакции	_____
Описание системы управления или тип регулятора	_____
Серийный номер	_____
<hr/>	
<b>Управление/регулятор №2</b>	
Номер детали по каталогу Woodward и буква редакции	_____
Описание системы управления или тип регулятора	_____
Серийный номер	_____
<hr/>	
<b>Управление/регулятор №3</b>	
Номер детали по каталогу Woodward и буква редакции	_____
Описание системы управления или тип регулятора	_____
Серийный номер	_____

*Если у вас электронная или программируемая система управления, запишите положения органов настройки или настройки меню и держите их перед глазами во время телефонного разговора.*

## Статистика изменений

---

### Изменения в редакции F:

- Обновлена информация о соответствии нормативам и предупреждения

### Изменения в редакции E:

- Обновлена информация о соответствии нормативам к самому последняя, в том числе GOST R

## Декларации

### DECLARATION OF CONFORMITY

**DoC No.:** 00212-04-EU-02-02

**Manufacturer's Name:** WOODWARD INC

**Manufacturer's Address:** 1000 E. Drake Rd.  
Fort Collins, CO, USA, 80525

**Model Name(s)/Number(s):** Inlet Guide Vane (IGV) Actuator with junction box and rigid conduit connections, Item Numbers 9904-634, 9904-1205, 9904-1330

**Conformance to Directive(s):** 94/9/EC Council Directive of 23 March 1994 on the approximation of the laws of the Member States concerning equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres

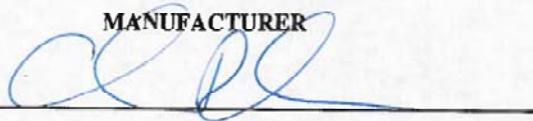
**Markings in addition to CE mark:**  Category 3 Group II G, Ex nA IIC T3 X Gc, IP54

**Applicable Standards:** EN 60079-0:2012 - Explosive atmospheres - Part 0: Equipment - General requirements  
EN 60079-15:2010 - Explosive atmospheres -- Part 15: Equipment protection by type of protection "n"

This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer  
We, the undersigned, hereby declare that the equipment specified above conforms to the above Directive(s).

MANUFACTURER

Signature



Full Name

Christopher Perkins

Position

Engineering Manager

Place

Woodward, Fort Collins, CO, USA

Date

10-MAR-2014

**DECLARATION OF INCORPORATION  
Of Partly Completed Machinery  
2006/42/EC**

**Manufacturer's Name:** WOODWARD GOVERNOR COMPANY (WGC)

**Manufacturer's Address:** 1000 E. Drake Rd. 3800 N. Wilson Ave.  
Fort Collins, CO, USA, 80525 Loveland, CO, USA 80538

**Model Name(s)/Number(s):** Inlet Guide Vane (IGV) Actuators 9904-533, 9904-629, 9904-634,  
9904-966, 9904-989, 9904-1205, 9904-1206, 9904-1207, 9904-1274,  
9904-1330, 9904-1331, 9904-1385, 9904-1387, 9904-1448, 9904-1510,  
9904-1511, 9904-1512, 9904-1519, 9904-1520

**This product complies, where applicable, with the following Essential Requirements of Annex I:** 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7

---

The relevant technical documentation is compiled in accordance with part B of Annex VII. Woodward shall transmit relevant information if required by a reasoned request by the national authorities. The method of transmittal shall be agreed upon by the applicable parties.

This product must not be put into service until the final machinery into which it is to be incorporated has been declared in conformity with the provisions of this Directive, where appropriate.

The undersigned hereby declares, on behalf of Woodward Governor Company of Loveland and Fort Collins, Colorado that the above referenced product is in conformity with Directive 2006/42/EC as partly completed machinery:

**MANUFACTURER**



Signature \_\_\_\_\_

Full Name Suhail Horan

Position Quality Manager

Place WGC, Fort Collins, CO, USA

Date 21 - JAN - 2010

00212-04-EU-02-01

Мы ждем от вас замечания по поводу содержания наших публикаций.

Комментарии направляйте по адресу: [icinfo@woodward.com](mailto:icinfo@woodward.com)

Укажите номер публикации — **RU26346F**.



PO Box 1519, Fort Collins CO 80522-1519, USA  
1000 East Drake Road, Fort Collins CO 80525, USA  
Phone +1 (970) 482-5811 • Fax +1 (970) 498-3058

Эл. почта и веб-сайт — [www.woodward.com](http://www.woodward.com)

Компания Woodward владеет предприятиями, подразделениями и филиалами. Также имеются авторизованные дистрибьюторы и другие авторизованные предприятия, занимающиеся сервисным обслуживанием и продажами в разных странах мира.

Полная информация об адресах, телефонах, факсах и адресах эл. почты доступна на нашем веб-сайте.