



Руководство по эксплуатации компрессоров GMP

Сухие безмасляные винтовые компрессоры

Серия GM OF

Модели GM 37 OF VSD — GM 415 OF VSD



Редакция 0.9 для технического согласования

10 октября 2026 года

Устройство, монтаж, управление, эксплуатация и техническое обслуживание двухступенчатых компрессоров сухого сжатия. Руководство предназначено для операторов, наладчиков и сервисных специалистов.

Модельный ряд и характеристики приведены по прайсу GMP с согласованными исправлениями. Техническая часть подготовлена по переданному руководству. Неподтверждённые уставки и противоречия источника отмечены непосредственно в тексте и в приложении. До эксплуатационного выпуска необходимо согласовать их для фактической комплектации.

Применение руководства

Серия исходного руководства EVG заменена на GM OF по указанию заказчика. Индивидуальное соответствие заводских моделей не устанавливалось: их перечня в исходнике нет. Наименования, мощности, производительность, масса, размеры и выходные присоединения моделей GMP взяты из листа «Сухие безмасляные» прайса за сентябрь 2026 года.

Согласованные исправления от 10 октября 2026 года: GM 425 OF VSD переименована в GM 415 OF VSD при мощности 415 кВт; в строке 185 кВт исполнение с блоком GHH-RAND обозначено GM 185 OF VSD (GHH-RAND), вместо ошибочного GM 160 OF VSD (GHH-RAND). Исходный прайс не изменён.

В прайсе указаны контроллер SIEMENS, преобразователь частоты DANFOSS и варианты блока ACI (GE NIEMANN) либо GHH-RAND. Конкретные модели контроллера и блока не приведены. Иллюстрации панели и таблицы раздела 5 передают содержание исходника; они не подтверждают соответствие фактической панели SIEMENS и не задают заводские уставки всех GM OF.

Сухое сжатие означает отсутствие впрыска масла в рабочие камеры. Масляная система смазки подшипников и зубчатой передачи, а также сепаратор масляного тумана сохраняются. Их нельзя исключать из руководства только из-за слова «безмасляный».

Утверждённые ранее для компрессоров с водяной смазкой WI значения 65 °C и 150 ч к серии GM OF не относятся. В этом документе они не используются как настройки OF.

При расхождении с паспортом, электрической схемой или инструкцией установленного блока вопрос решают с поставщиком до выполнения соответствующей операции. Подробный перечень открытых вопросов приведён в приложении А.

Содержание

Применение руководства	2
Технические характеристики моделей GM OF	4
1 Меры безопасности	5
2 Проверка и транспортировка	6
3 Установка	7
4 Описание системы	13
5 Управление компрессором	14
6 Назначение компонентов	24
7 Эксплуатация	26
8 Обслуживание и ремонт	27
9 Защитные устройства и поиск неисправностей	33
Приложение А Технические уточнения	39
Источники и редакционные изменения	41

Технические характеристики моделей GM OF

Модель GMP	кВт	Давление, бар	Производительность, м³/мин	Масса, кг	Д × Ш × В, мм	Выход
GM 37 OF VSD	37	4-8	5,6 *	2600	2300 × 1500 × 1880	DN40
GM 45 OF VSD	45	4-8	6,5 *	2600	2300 × 1500 × 1880	DN40
GM 55 OF VSD	55	7,8,10	9,6/8,8/7,8	3050	3000 × 1600 × 1700	DN65
GM 75 OF VSD	75	7,8,10	13/12,1/11,8	3300	3000 × 1600 × 1700	DN65
GM 90 OF VSD	90	7,8,10	16,7/14,6/13,8	3600	3000 × 1600 × 1700	DN65
GM 110 OF VSD	110	7,8,10	20/19/15,9	4050	3750 × 1700 × 2000	DN80
GM 132 OF VSD	132	7,8,10	21,9/21,2/19	4500	3750 × 1700 × 2000	DN80
GM 160 OF VSD	160	7,8,10	29,4/27,1/25,1	6350	4100 × 2000 × 2100	DN100
GM 185 OF VSD	185	7,8,10	32,4/29,1/26,7	6350	4100 × 2000 × 2100	DN100
GM 200 OF VSD	200	7,8,10	37,9/34,5/31,1	7000	4100 × 2000 × 2100	DN100
GM 250 OF VSD	250	7,8,10	45,4/43,1/38,9	7550	4250 × 2000 × 2100	DN125
GM 280 OF VSD	280	7,8,10	48,6/45,2/42,5	8000	4250 × 2000 × 2100	DN125
GM 315 OF VSD	315	7,8,10	53,3/49,1/46,8	9350	4400 × 2200 × 2250	DN125
GM 355 OF VSD	355	7,8,10	59,2/54,7/51,5	9850	4400 × 2200 × 2250	DN125
GM 400 OF VSD	400	7,8,10	65,6/60,5/57,5	10500	4550 × 2200 × 2250	DN150
GM 415 OF VSD	415	7,8,10	74/68,2/62,1	10900	4550 × 2200 × 2250	DN150

Для 55–415 кВт производительность записана в порядке давлений 7 / 8 / 10 бар. Для 37 и 45 кВт (*) прайс даёт одну производительность при диапазоне 4–8 бар; давление, к которому относится указанное значение, не определено. Разбивка по давлениям не рассчитывалась.

Варианты с блоком GHH-RAND обозначаются тем же индексом мощности и суффиксом (GHH-RAND), включая GM 185 OF VSD (GHH-RAND) и GM 415 OF VSD (GHH-RAND). Отдельных технических характеристик этих вариантов прайс не содержит; равенство их массы, размеров и подачи базовой таблице требует подтверждения.

1 Меры безопасности

Перед монтажом и эксплуатацией компрессора GMP серии GM OF изучите настоящее руководство. Соблюдение мер безопасности необходимо для предотвращения травм и повреждения оборудования.

1.1 Общие меры предосторожности

- (1) Перемещение, установка, эксплуатация, обслуживание и проверка оборудования должны выполняться только хорошо обученным персоналом.
- (2) Не изменяйте конструкцию и настройки оборудования без согласования с поставщиком. Последствия несанкционированных изменений и гарантийные условия определяются договором поставки и гарантийными документами GMP.
- (3) При установке воздушного компрессора серии GM OF строго соблюдайте местные нормы безопасности и стандарты рабочего процесса. В случае использования компрессора для дыхания или в пищевой промышленности, а также других приложений, где сжатый воздух может попасть в организм, необходимо установить соответствующие фильтры и осушители на выходе устройства. Сжатый воздух не должен использоваться в дыхательных аппаратах для прямого вдыхания.
- (4) Этот компрессор предназначен для сжатия воздуха, не сжимайте горючие газы, токсичные или коррозионные газы.
- (5) В случае неисправности немедленно остановите устройство, чтобы предотвратить травмы и повреждения оборудования.
- (6) Закрывайте задвижку на нагнетательном трубопроводе компрессора после его остановки и слива воды. При длительном простое внимательно прочитайте раздел 8.13 о мерах, которые следует предпринять при длительном простое оборудования.
- (7) Строго следуйте ограничительным значениям, указанным в этом руководстве, не изменяйте их произвольно, и всегда используйте оборудование в пределах этих ограничений. Также проводите правильные проверки и техническое обслуживание для предотвращения неисправностей.

1.2 Меры электробезопасности

- (1) После подключения к электросети компрессор будет работать под опасным напряжением. Установку может выполнять только квалифицированный электрик или инженер, прошедший соответствующую аттестацию. Операторы должны строго следовать инструкциям в данном руководстве и соблюдать все национальные нормы и правила безопасности.
- (2) Пользователи и монтажники должны обеспечить заземление компрессорного агрегата и установить защитную электрическую цепь в соответствии с национальными стандартами электроснабжения.
- (3) Для каждого агрегата должен быть установлен отдельный автоматический выключатель с подходящей номинальной силой тока, чтобы избежать опасных ситуаций.
- (4) Перед выполнением любых ремонтных работ убедитесь, что выключатель питания отключен, чтобы избежать несчастных случаев, и повесьте знак "Запрещено включать, работает персонал" рядом с выключателем питания.

1.3 Безопасность при работе с приводом

- (1) Не открывайте шумоизоляционный кожух до полной остановки работы компрессора, чтобы избежать опасности.
- (2) Перед проведением любых демонтажных и монтажных работ обязательно дождитесь полной остановки двигателя и вентилятора, а также убедитесь, что питание отключено.
- (3) При обслуживании избегайте ношения слишком свободной одежды, чтобы предотвратить несчастные случаи.

1.4 Защита от высокой температуры и давления

(1) Некоторые трубопроводы или компоненты устройства могут достигать высоких температур (эти элементы оборудованы явными предупреждающими знаками). Не прикасайтесь к ним до тех пор, пока не убедитесь, что они полностью остудились, чтобы избежать ожогов.

(2) В компонентах и трубопроводах могут находиться сжатый воздух и жидкости под давлением. Перед разборкой изолируйте агрегат и полностью сбросьте давление. Не направляйте струи воздуха или жидкости на людей.

2 Проверка и транспортировка

Пожалуйста, внимательно прочитайте этот раздел, чтобы защитить интересы клиента. Во время транспортировки следуйте указаниям в разделе 2.4, чтобы избежать несчастных случаев и повреждений оборудования.

2.1 Гарантийные условия

Гарантийные обязательства GMP определяются договором поставки и гарантийным документом конкретного агрегата. Указанные в исходном руководстве 18 месяцев от выпуска либо 12 месяцев от ввода в эксплуатацию автоматически на поставки GMP не распространяются.

В исходном руководстве бесплатное обслуживание предусмотрено после подтверждения производственного дефекта. В нём исключены повреждения при перевозке, ударах, стихийных бедствиях и иных внешних воздействиях, а также последствия нарушения инструкции, применения неразрешённых расходных материалов и неавторизованного ремонта. Применимость этих условий к GMP определяется договором, а не настоящим изложением источника.

Мы рекомендуем всем пользователям продукции GMP немедленно уведомить завод или авторизованного дилера/сервисного партнера о любых аномалиях в работе оборудования, чтобы устранить возможные неисправности. Не пытайтесь самостоятельно исправить систему и использовать компрессор с неисправностями, чтобы не повредить оборудование.

2.2 Проверка характеристик и модели

Пожалуйста, проверьте, соответствует ли информация на табличке компрессора вашим требованиям, указанным при заказе.

2.3 Проверка комплектующих и внешнего вида

При получении проверьте комплектность и состояние оборудования. При обнаружении повреждений или недостачи обратитесь к поставщику GMP. В исходном руководстве указаны следующие принадлежности; фактический комплект сверяют с упаковочным листом:

- (1) Руководством по эксплуатации — 1 экземпляр
- (2) Ключами для открывания дверцы — 2 штуки

2.4 Меры предосторожности при транспортировке

Выбирайте подходящее оборудование, такое как подъёмник или кран, в зависимости от веса компрессора. Во время подъёма строго запрещается находиться под компрессором, и следует соблюдать безопасное расстояние.

Внимание: На верхней части корпуса и охладителе нельзя размещать никакие предметы. Запрещается их накрывать, чтобы избежать перегрева и отключения оборудования.

В описанной конструкции двигатель соединён с компрессорным блоком эластичной муфтой (рисунок 2.4). Двигатель имеет исполнение В35; муфта передаёт крутящий момент и компенсирует допустимое смещение осей. Допуски кругового биения фланца приведены в таблице 2.1 по источнику. При окружающей температуре 42 °С источник ограничивает

температуру передней крышки двигателя значением 95 °С. Применимость к установленному двигателю подтверждают по его документации.

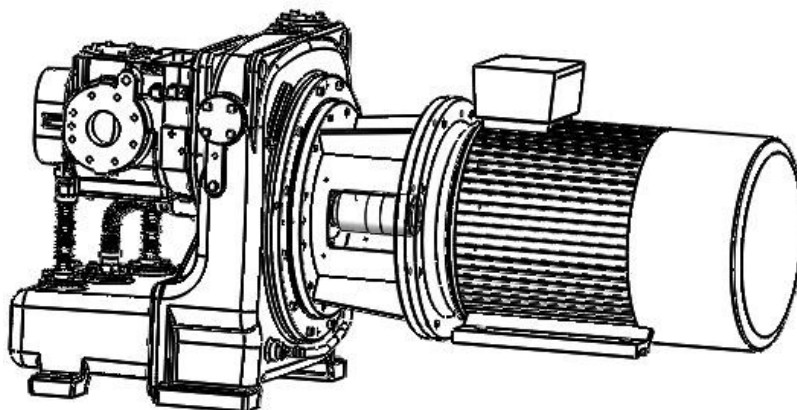


Рисунок 2.4 Муфтовое соединение двигателя и компрессорного блока по источнику

Таблица 2.1 Допуски кругового биения из исходного руководства

Диаметр фланца (мм)	Допуск кругового биения (мм)
60~95	0.0800
>95~230	0.1000
>230~450	0.1250
>450~680	0.1600

3 Установка

Для обеспечения правильной установки и надежной работы данного устройства, обязательно прочитайте этот раздел перед установкой.

3.1 Требования к окружающей среде

- (1) Компрессор лучше всего устанавливать в помещении с хорошей вентиляцией и освещением. Избегайте установки в местах с высоким уровнем пыли, высокой влажностью, агрессивными газами, металлической пылью, прямыми солнечными лучами или местами, где возможно попадание дождя.
- (2) В исходном разделе указан диапазон окружающей температуры 0...+45 °С. В разделах 7.1 и 9.2 приведён предел +42 °С. Допустимый диапазон для конкретного GM OF уточняется по паспорту; значение +45 °С нельзя считать согласованным для всех исполнений.
- (3) При предусмотренном изготовителем наружном исполнении установку располагают под навесом, вдали от котлов и других источников тепла, с достаточной вентиляцией. Указание источника не подтверждает пригодность любой комплектации GM OF для уличной эксплуатации.
- (4) Пространство вокруг компрессора и выше от вентилятора должно составлять не менее 900 мм для обслуживания.
- (5) Высота над уровнем моря не должна превышать 1000 метров.
- (6) Относительная влажность не должна превышать 85%.

3.2 Требования к месту установки

Винтовой компрессор можно установить на любой прочной платформе, способной выдержать его вес. Для этого не требуется специальное основание, важно, чтобы поверхность была ровной и максимально горизонтальной. При установке на стальной каркас, в движущемся судне или транспортном средстве компрессор должен быть

закреплен с помощью анкерных болтов, а для снижения вибрации рекомендуется использовать резиновые прокладки.

3.3 Требования к вентиляции и охлаждению

Обеспечьте достаточный приток охлаждающего воздуха и отвод нагретого воздуха. Расположите компрессор, вентиляторы и воздухопроводы так, чтобы исключить возврат нагретого воздуха на вход и взаимное влияние соседних агрегатов.

По исходному руководству при сопротивлении вентиляционного канала более 20 Па требуется вытяжной вентилятор. Между ним и выходом охлаждающего воздуха компрессора предусмотрен промежуток 200–300 мм. Вентилятор подбирают по расходу и полному сопротивлению тракта с учётом температуры воздуха. Исходные табличные значения приведены ниже; единицы и назначение потоков (1) и (2) требуют уточнения до расчёта вентиляции.

Таблица 3.1 Вентиляция при обычном давлении по источнику

Охлаждение	Мощность, кВт	Воздух (1)	Воздух (2)
Воздушное	37	500	200
Воздушное	45	540	240
Воздушное	55	540	240
Воздушное	75	900	340
Воздушное	90	1125	470
Воздушное	110	1350	500
Воздушное	132	1650	500
Воздушное	160	2000	750
Воздушное	185	2300	750
Воздушное	200	2500	750
Воздушное	220	2750	1100
Воздушное	250	3125	1100
Воздушное	315	3950	1100
Воздушное	355	4450	1300
Водяное	55–90	250	—
Водяное	110–200	500	—
Водяное	220–355	1000	—

Таблица 3.2 Вентиляция при низком давлении по источнику

Охлаждение	Мощность, кВт	Воздух (1), м³/мин по источнику
Воздушное	37	700
Воздушное	45	800
Воздушное	55	1000
Воздушное	75	1125
Воздушное	90	1350
Воздушное	110	1550
Воздушное	132	2150
Воздушное	160	2350
Воздушное	185	2500
Водяное	110–185	500

3.4 Предупреждения

Сжатый воздух и электричество являются опасными. Перед выполнением любых работ на этом компрессоре: 1 Убедитесь, что питание отключено, выключатель заблокирован и установлен предупредительный знак; 2 Убедитесь, что весь компрессорный агрегат полностью освобождён от давления;

- (1) Во время работы машины нельзя снимать крышки, устанавливая или снимая соединения или устройства, поскольку содержащиеся в машине горячие жидкости и сжатый воздух могут привести к серьёзным травмам или даже смерти.
- (2) Электрическая панель управления запуском компрессора содержит опасное напряжение. Все установочные работы должны выполняться в соответствии с общепринятыми нормами, и перед работой с электрической системой необходимо удостовериться, что система питания может быть отключена вручную. В линии подачи электроэнергии на компрессор должна быть установлена автоматический выключатель. Ответственные за установку данного оборудования должны обеспечить надёжное заземление всех электрических компонентов, достаточные обслуживающие пространства и устройства для защиты от молний.
- (3) Не следует эксплуатировать компрессор при давлениях на выходе, превышающих указанные на табличке компрессора, так как это приведёт к перегрузке электродвигателя, что может привести к его отключению.
- (4) Для очистки компрессора и вспомогательного оборудования следует использовать только безопасные растворители.
- (5) В нагнетательном трубопроводе должна быть установлена ручная задвижка (блокирующего типа). Если между задвижкой и компрессором установлен предохранительный клапан, этот клапан должен быть способен выпустить максимальный непрерывный поток воздуха из компрессора.
- (6) Если через предохранительный клапан сбрасывается давление, это свидетельствует о слишком высоком давлении в системе, и следует немедленно выявить причину повышенного давления.
- (7) Монтаж и обслуживание ресивера выполняют по его паспорту и требованиям места установки. Упомянутые в источнике китайские правила не заменяют применимые требования к оборудованию GMP.
- (8) Перед запуском компрессора внимательно прочитайте инструкцию на панели управления и руководство по эксплуатации, следуя всем нормативным указаниям.
- (9) После выполнения ежедневных обслуживаний необходимо вновь установить все крышки и защитные кожухи.

Предупреждение: Открытие крышки агрегата запрещает его запуск.

Предупреждение

Не соблюдение вышеуказанных рекомендаций по безопасности может привести к механическим неисправностям, повреждению оборудования, серьёзным травмам или даже смерти. Все воздухозаборники и выходные трубопроводы, соединённые с компрессором, должны учитывать такие факторы, как вибрация, импульсы, температура, максимальное давление, а также устойчивость к коррозии и химическим воздействиям.

3.5 Рекомендации по трубопроводам

3.5.1 Трубопроводы

Для внешних частей агрегата, таких как водоотвод и вторичный водоотвод, используйте подходящие по размеру трубопроводы для подключения.

Ключевое замечание: Устройство для слива воды должно иметь уклон вниз, чтобы обеспечить нормальную работу.

Внимание: 1. Для удобства проверки работы автоматического слива в трубопроводе должен быть установлен прозрачный шланг слива.

2. Место слива должно быть расположено не менее чем в 5 метрах от компрессора.

3. Сливные трубы должны быть выведены отдельно и не соединяться с сливами других машин.

Ключевое замечание: Диаметр трубопроводов для отвода воздуха должен быть не меньше диаметра выходного трубопровода компрессора. Все трубопроводы и соединения должны соответствовать максимальной рабочей температуре агрегата, а допустимое давление — соответствовать максимальному рабочему давлению воздушного контура. Ссылка источника на давление масловоздушного сепаратора не используется для сухого воздушного тракта.

Очень важно тщательно проверять размеры соединений компрессора, учитывать правильную длину труб, размер труб, количество и типы соединений, а также клапаны, чтобы обеспечить максимальную эффективность компрессора. При установке нового компрессора важно учитывать всю воздушную систему завода, чтобы обеспечить безопасность всей системы.

В процессе сжатия воздуха в трубопроводах обязательно будет образовываться конденсат. Поскольку водяной пар в окружающей среде при сжатии концентрируется и охлаждается в последующих трубопроводах, конденсируясь в воду, почти все системы трубопроводов компрессоров должны предусматривать отвод воды из сжатого воздуха. Это особенно важно для каждого клиента при проектировании трубопроводной системы и при ежедневном обслуживании компрессора.

Некоторые распространённые проблемы, вызванные водой:

(1) Вода в системе компрессора может привести к образованию накипи и даже к заеданию компрессора;

(2) Вода в трубопроводах внешней системы может вызвать коррозию и накипь в системе;

(3) Засорение приборов;

(4) Заклинивание управляющих клапанов;

(5) В условиях низких температур существует риск замерзания внешних трубопроводов.

Любая из вышеописанных проблем может привести к частичной или полной остановке производства на предприятии. В системе постобработки сжатого воздуха, осушитель воздуха может уменьшить концентрацию водяного пара и предотвратить образование жидкой воды в воздуховодах. Комбинированное использование осушителя, фильтра, охладителя и автоматического сливного клапана значительно улучшает качество воздуха в системе.

Для решения проблемы влаги в внешней воздушной системе компрессора можно использовать два типа осушителей: холодильный осушитель и осушитель с регенерацией. Когда требуется точка росы сжатого воздуха в пределах 1 °C до 4 °C, обычно используется холодильный осушитель. Когда точка росы должна быть ниже 1 °C, необходимо использовать осушитель с регенерацией. Пожалуйста, свяжитесь с местным филиалом GMP или авторизованным дистрибьютором, которые помогут вам выбрать подходящий осушитель.

Примечание: Если в системе нет пульсационной изоляции (например, общая ёмкость для сжатого воздуха), нельзя подключать ротационный компрессор к системе с поршневым компрессором. Рекомендуется использовать отдельные трубопроводы для двух разных типов компрессоров, подключая их к общему ресиверу.

Когда на предприятии устанавливается несколько компрессоров в параллельном подключении (по выбору), для каждого компрессора перед общим ресивером должны быть установлены запорный клапан и сливной клапан для слива воды.

Внимание:

Регулярно проверяйте функцию слива воды в установках постобработки внешней системы компрессора, чтобы убедиться, что все системы компрессора, как внутренние, так и внешние, функционируют должным образом.

3.5.2 Рекомендации по прокладке трубопроводов

- (1) В зависимости от диаметра выходного трубопровода компрессора, выбирайте трубы того же диаметра или большего размера для соединения выходного трубопровода компрессора с ресивером, чтобы уменьшить потери давления.
- (2) Для удобства будущего обслуживания и ремонта, соедините выход компрессора с ресивером с помощью фланцев и установите задвижку (с близкой стороны к ресиверу). Это позволяет изолировать компрессор от общей сети без опорожнения ресивера. Давление в самом обслуживаемом компрессоре обязательно сбрасывают.
- (3) При прокладке трубопроводов необходимо учитывать гибкость труб и стараться избежать возникновения резонансных явлений в трубопроводах. Трубопроводы должны иметь уклон хотя бы 1/100, чтобы конденсат мог легко выводиться.
- (4) Для предотвращения конденсации избыточного количества воды в трубопроводах, что может повлиять на работу оборудования, обычно устанавливают осушитель после ресивера, который удаляет влагу и обеспечивает необходимое качество сухого воздуха.

3.6 Меры предосторожности при установке электрооборудования и системы управления**3.6.1 Подготовка и контроль при установке электрооборудования**

Перед установкой электрооборудования рекомендуется еще раз ознакомиться с разделами безопасности, приведенными в начале данного руководства. Найдите табличку компрессора или табличку на электродвигателе, которая содержит рабочее давление, максимальное давление на выходе, а также характеристики и мощность электродвигателя. Убедитесь, что напряжение в сети совпадает с напряжением, указанным на табличке компрессора. Откройте дверцу электрического щита и убедитесь, что все электрические соединения правильные и надежные. Убедитесь, что трансформатор управления подает правильное напряжение. Проверьте, надежно ли подключены мотор и контрольные линии. Закройте дверцу электрического щита.

Ссылка на JB6213.5-92 приведена только как ссылка исходного документа. Проект электроснабжения GMP выполняют по применимым требованиям места установки и документации оборудования. Справочная таблица не заменяет расчёт.

В исходнике электрические данные связаны со ссылкой JB6213.5-92 и условиями: окружающая температура 35 °C, рабочая температура кабеля до 55 °C, длина до 20 м, ПВХ-изоляция на напряжение до 600 В. Эти сведения сохранены для проверки. Кабели, РЕ-проводники и автоматические выключатели выбирают расчётом по фактической схеме, току, условиям прокладки и требованиям места установки. При иных условиях исходные табличные значения напрямую не применяют.

- (1) Компрессор лучше всего подключать к отдельной электросети, особенно избегать параллельного подключения с другими энергозависимыми системами. В случае параллельного подключения, чрезмерное падение напряжения или несбалансированные трехфазные токи могут привести к перегрузке компрессора, что приведет к срабатыванию защитного устройства и отключению машины. Особое внимание следует уделить этим требованиям для компрессоров с высокой мощностью.
- (2) При подключении компрессора необходимо убедиться в правильности напряжения. Заземляющий провод компрессора должен быть правильно установлен, и нельзя использовать его для заземления воздухопроводов или трубопроводов охлаждающей воды.
- (3) Компрессор должен быть заземлен, чтобы предотвратить возможные опасности от утечек тока.
- (4) Из-за ограничений по размеру электрического щита, не рекомендуется использовать слишком толстый кабель. Если сечение кабеля большое, можно использовать два или более проводов. При использовании нескольких проводов, каждый из них должен быть

сбалансирован по фазам, иначе кабели могут перегреться, а синусоидальное напряжение станет несбалансированным. Входное напряжение должно быть в пределах $\pm 10\%$ от номинального, а разница между фазами не должна превышать 3%. Компрессор должен иметь правильное заземление, иначе помехи могут передаваться на контрольную систему, вызывая сбои, такие как колебания температуры, тока или давления (см. таблицу 3.3 для выбора подходящих проводов).

Параллельные кабели и РЕ-проводники выбирает проектировщик. Для 110 кВт исходная таблица даёт NFB с ПЧ 200 А при токе 235 А; это противоречие требует уточнения. В таблице отсутствуют мощности 400 и 415 кВт; значения по соседним строкам не экстраполируются.

Таблица 3.3 Справочные электрические номиналы из исходника

Мощность, кВт	Ток, А	Питание, мм ²	РЕ, мм ²	NFB без ПЧ, А	NFB с ПЧ, А
37	81	25	25	125	100
45	98	35	25	200	125
55	119	50	25	225	150
75	167	70	35	300	200
90	195	90	50	300	250
110	235	120	70	400	200
132	280	150	70	400	400
160	336	185	95	500	400
185	377	240	120	600	500
200	432	240	120	600	500
220	460	150*2	150	700	500
250	521	150*2	150	800	600
280	604	185*2	185	900	700
315	678	240*2	240	1000	800
355	756	300*2	300	1100	900

Примечание:

(1) Напряжение: 380 В, 50/60 Гц.

(2) Для мобильных электрических устройств, когда заземляющий провод и провод питания размещаются в одном шланге или кабеле, они должны иметь одинаковое сечение проводников.

3.6.2 Двигатель привода

Направление вращения проверяют по стрелке на конкретном приводе. Указание исходника «обычно по часовой стрелке» без точки наблюдения не является основанием для проверки. Кратковременный пробный пуск выполняет наладчик по инструкции привода. При неверном вращении немедленно остановите агрегат, отключите и заблокируйте питание. Исправление подключения выполняет электрик по схеме установленного двигателя и преобразователя частоты. Перестановка входных фаз ПЧ не заменяет проверку направления вращения двигателя.

3.6.3 Электродвигатель вентилятора

Наблюдайте за направлением воздушного потока от вентилятора, который должен направляться наружу. Если направление не соответствует, выключите главный выключатель питания, заблокируйте его и повесьте табличку с надписью "Запрещено включать, работает персонал". Поменяйте местами любые два контакта на контакторе вентилятора, затем закройте и закрепите дверцу электрического щита и проверьте направление вращения.

3.6.4 Электрическая схема

Исходник описывает цепи управления и пусковое устройство «звезда-треугольник». В модельном ряду GMP из прайса предусмотрен частотный привод VSD. Схему прямого пуска нельзя переносить на VSD. При монтаже и ремонте применяют электрическую схему конкретного агрегата, документацию контроллера и ПЧ; при неисправностях обращаются в сервисную службу GMP.

4 Описание системы

4.1 Общая система

Этот компрессорный агрегат приводится в действие электродвигателем и представляет собой двухступенчатый винтовой компрессор, который поставляет полностью безмасляный сжатый воздух. В сочетании с внешними системами постобработки (ресивер, осушитель, фильтры) создается полноценная система компрессора как внутри, так и снаружи.

4.2 Основные компоненты устройства

Компрессор имеет первую ступень низкого давления и вторую ступень высокого давления. Роторы опираются на подшипники качения. Электродвигатель приводит обе ступени через повышающую зубчатую передачу, обеспечивающую требуемую частоту вращения.

4.3 Воздушный контур

Воздух всасывается с задней части шумозащитного кожуха, проходит через фильтр всасывания и регулирующий клапан, после чего сжимается в первом ступенчатом компрессоре до давления около 0,20 МПа (2,0 бар). Затем воздух сжимается до заданного давления во второй ступени компрессора.

Сжатый воздух на выходе из первого и второго ступенчатых компрессоров имеет высокую температуру. Для охлаждения этого воздуха установлены промежуточные и концевые охладители на каждом из выходов. Также сам компрессор работает при высокой температуре и охлаждается с помощью смазочного масла. Расход воздуха регулируется клапаном всасывания, установленным на входе в первую ступень компрессора. Изменение давления измеряется датчиком давления на выходе, и клапан всасывания автоматически регулируется для поддержания необходимого расхода воздуха.

4.4 Масляный контур

Подшипники, редуктор и другие компоненты, которые требуют смазки, получают масло от масляного насоса. Масло извлекается из масляного бака, проходит через масляный охладитель, компрессорный корпус и масляный фильтр, после чего поступает в необходимые части для смазки.

4.5 Регулирование производительности

В этом агрегате механическое соединение входного клапана и выпускного клапана, а также гидравлическое управление обеспечивают стабильную работу системы. Входной и выпускной клапаны работают под давлением масла, поступающего из системы смазки компрессора.

5 Управление компрессором

В прайсе GM OF указан частотный привод. Описанный ниже исходный интерфейс и алгоритм «звезда-треугольник» сохранены как справочный материал. Для монтажа и наладки VSD необходимы документы установленного контроллера SIEMENS и ПЧ DANFOSS.

5.1 Содержание интерфейса

При подаче питания на главный контроллер, через примерно 2 секунды появляется главный экран, как показано ниже.



Рисунок 5.1 Стартовое изображение панели из исходного руководства

После задержки в 5 секунд появляется экран с параметрами работы, как показано ниже:

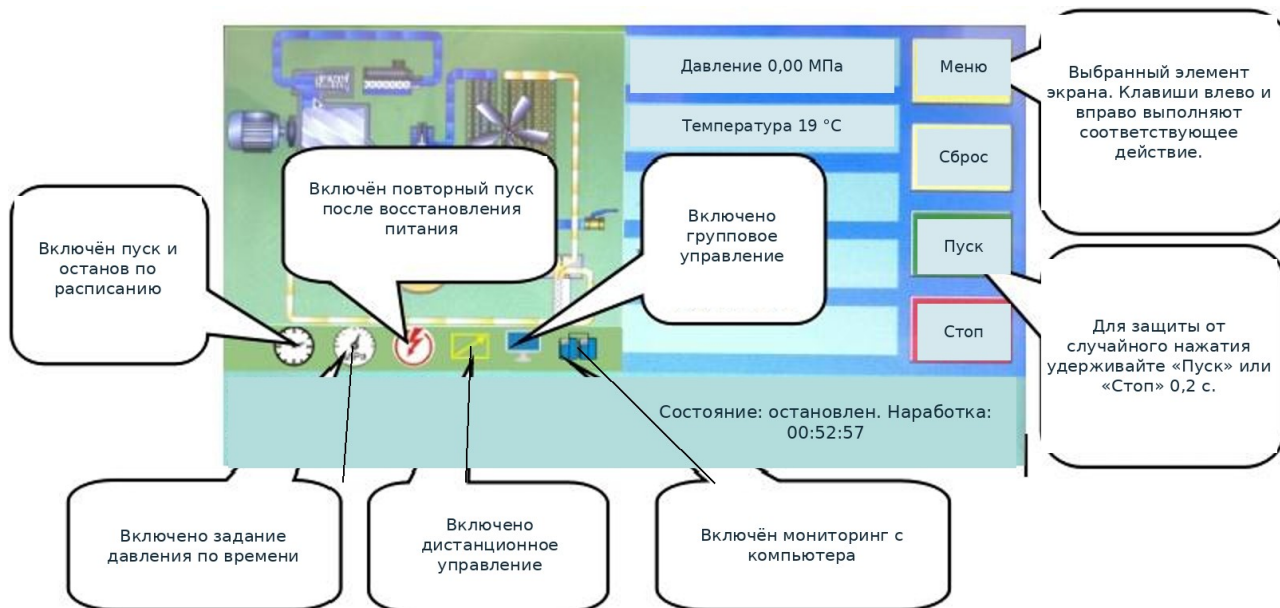
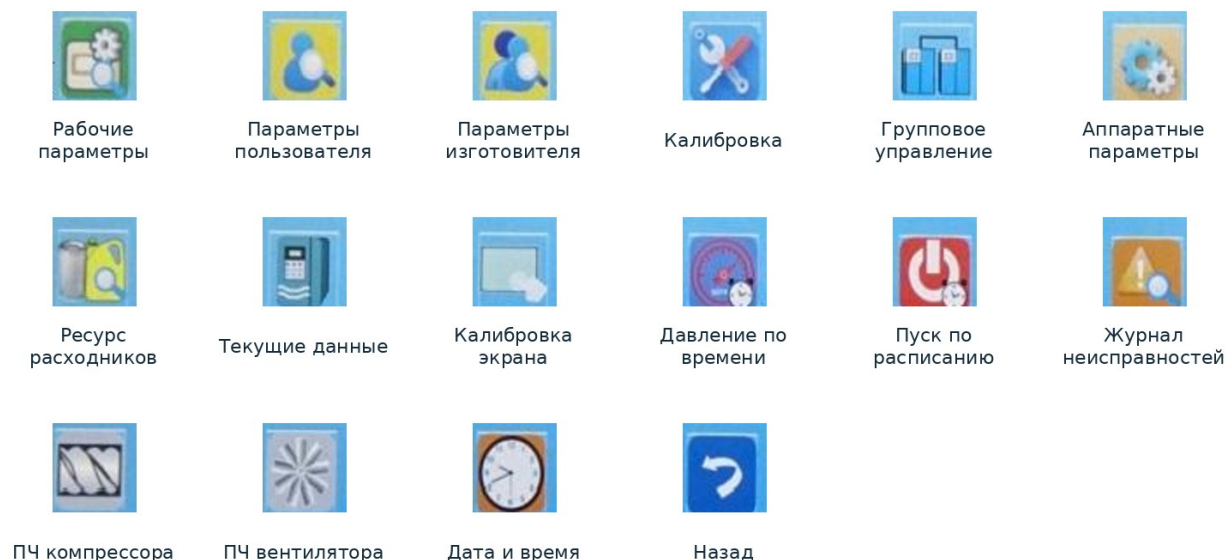


Рисунок 5.2 Перевод основного экрана и пояснений к значкам. Внешний вид фактической панели может отличаться

Для перехода к выбору функций нажмите «Меню» на экране либо соответствующую клавишу перехода. Дальнейшие экраны предназначены для просмотра и настройки параметров.



Синий фон выделяет выбранный значок. Нажмите значок либо выберите его клавишами и подтвердите клавишей S.

Рисунок 5.3 Перевод меню исходного контроллера с сохранением назначения значков

5.1.1 Параметры работы

Нажмите "Параметры работы", чтобы просмотреть следующие данные и настройки, связанные с параметрами работы:

Показания в следующей таблице являются примерами индикации, включая отрицательные температуры и условные даты. Они не задают рабочий режим.

Меню	Значение в источнике	Описание функции
Давление второй ступени	00.25МПа	Отображение давления второй ступени
Температура второй ступени	-0025 °C	Отображение температуры второй ступени
Давление первой ступени	00.00 МПа	Отображение давления первой ступени
Температура первой ступени	-0050 °C	Отображение температуры первой ступени
Время использования масляного фильтра	0020H	Накопленное время работы масляного фильтра
Время использования сепаратора	0020H	Накопленное время работы сепаратор
Время использования воздушного фильтра	0020H	Накопленное время работы воздушного фильтра
Время использования смазочного масла	0020H	Накопленное время работы смазочного масла
Время использования смазки	0020H	Накопленное время работы смазки
Номер партии	12345678	
Ток главного двигателя	A:000.0A B:000.0A C:000.0A	Отображение тока винтового блока
Ток вентилятора	A:000.0A B:000.0A C:000.0A	Отображение тока вентилятора
Дата выпуска	2018-1-1	

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Время работы в текущий раз	0:00:00	Время работы компрессора в текущий раз
Время работы под нагрузкой в текущий раз	0:00:00	Время работы компрессора под нагрузкой в текущий раз

Примечание: Содержимое параметров работы, касающееся управления с использованием частотного преобразователя, не указано подробно.

5.1.2 Параметры пользователя

Ниже сохранены примеры пользовательских параметров исходного контроллера. Применимость названий, функций и значений к фактическому контроллеру GM OF требует подтверждения.

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Давление при загрузке подачи воздуха(МПа)	0.65	1.При установке режима загрузки на "Автоматический", компрессор будет находиться в автоматическом разгрузочном режиме. Когда давление падает ниже установленного значения, компрессор автоматически переключается в режим загрузки. 2.Когда компрессор находится в состоянии длительного простоя без нагрузки, и давление падает ниже установленного значения при наличии условий для работы, контроллер автоматически запускает компрессор.
Давление при разгрузке подачи воздуха (МПа)	0.8	1.Когда давление превышает установленное значение и компрессор находится в режиме загрузки, контроллер переводит компрессор в режим разгрузки. 2.Значение "Давление при загрузке подачи воздуха" не может быть больше установленного значения, а "Давление при разгрузке подачи воздуха" ограничено параметром "Высокий предел разгрузочного давления", установленным производителем.
Температура включения вентилятора(°C)	80	Когда компрессор работает и температура на выходе воздуха превышает установленное значение, контроллер запускает работу вентилятора.
Температура отключения вентилятора(°C)	70	Когда температура на выходе воздуха ниже установленного значения, контроллер останавливает работу вентилятора.
Задержка запуска главного двигателя (с)	8	Устанавливается время запуска главного двигателя. Когда главный двигатель запускается, начинается отсчет времени, и в течение этого времени защита от перегрузки по току главного двигателя не активируется.
Задержка запуска вентилятора (с)	3	Устанавливается время запуска вентилятора. Когда вентилятор запускается, начинается отсчет времени, и в течение этого времени защита от перегрузки по току вентилятора не активируется.
Задержка перехода на звезду-треугольник (с)	6	Задержка времени при старте винтового блока с понижением напряжения на схеме "звезда".
Задержка при загрузке (с)	2	После работы на "звезда" винтовой блок переходит в задержку времени для загрузки.
Задержка холостого хода (с)	600	Максимальное время непрерывной работы компрессора без нагрузки, по истечении которого компрессор автоматически останавливается и переходит в режим длительного простоя без нагрузки.
Задержка остановки (с)	10	При нормальной остановке компрессора, компрессор сразу начинает работать без нагрузки, и после работы в этом режиме в течение заданного времени он останавливается.

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Задержка повторного запуска (с)	100	После нормальной остановки, длительного простоя без нагрузки или остановки по причине неисправности, компрессор можно снова запустить только по истечении установленного времени задержки.
Задержка открытия дренажа (с)	2	При автоматическом контроле слива, устанавливается время непрерывного слива (резервное).
Задержка закрытия дренажа (мин)	60	При автоматическом контроле слива, устанавливается интервал между сливами (резервное).
Задержка мягкого старта (с)	6	После этого времени задержки, начинается задержка при загрузке. (Этот параметр действует только при установке модели компрессора на мягкий старт).
Способ загрузки	Автоматический / ручной	Режим "Ручной": если давление превышает "Давление разгрузки", компрессор автоматически переходит в режим разгрузки; в остальных случаях управление осуществляется с помощью кнопки загрузки/разгрузки. Режим "Автоматический": Контроллер автоматически управляет загрузкой и разгрузкой компрессора в зависимости от давления и установленного давления для загрузки/разгрузки.
Способ включения/выключения	Местный / удалённый	Режим "Местный": Входной терминал для удалённого запуска не функционирует. Режим "Удалённый": Входной терминал для удалённого запуска активен. Примечание: Когда аппаратный входной терминал настроен на "Удалённый запуск", способ включения/выключения определяется состоянием этого терминала. Если терминал замкнут, это режим удалённого управления, если разомкнут — местного управления. Настройки в этом случае не действуют.
Способ работы	Без инвертора / Мягкий старт / Двигатель компрессора и вентилятор с ПЧ / Вентилятор с ПЧ / Двигатель компрессора с ПЧ	Пользователь выбирает модель компрессора в соответствии с потребностями. Для выбранной модели следует следовать соответствующей электрической схеме подключения.
Адрес для связи:	1	Способ связи для компьютера или сетевого взаимодействия: адрес связи контроллера.
Регулировка яркости подсветки:	1	Регулировка яркости подсветки: чем выше значение, тем ярче подсветка (регулировка яркости от 1 до 4 уровней).
Способ связи:	Запрещено / Связь / Компьютер	Исходник описывает отключение связи, связь MODBUS RTU и групповое управление. Указаны 9600 бод, 8N1 и одновременно чётный паритет. Эти настройки противоречат друг другу; формат кадра и назначение режимов уточняют по контроллеру.
Единицы измерения давления:	МПа/PSI/BAR	При установке "МПа", единицы измерения давления отображаются в МПа. При установке "PSI", единицы измерения давления отображаются в PSI (резерв). При установке "BAR", единицы измерения давления отображаются в BAR (резерв).
Единицы измерения температуры:	°C/ °F	При установке "°C", единицы измерения температуры отображаются в градусах Цельсия. При установке "°F", единицы измерения температуры отображаются в градусах Фаренгейта (резерв).
Выбор языка:	Китайский / Английский	При установке "Китайский", интерфейс будет отображаться на китайском языке; При установке "Английский", интерфейс будет отображаться на английском языке (резерв).

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Пароль пользователя:	****	Пользовательский пароль может быть изменён; для сброса можно использовать старый пользовательский пароль или пароль производителя.
Яркость подсветки в режиме ожидания:	7	Используется для настройки яркости подсветки контроллера, если он не используется в течение длительного времени.

5.1.3 Параметры производителя

Значения 105/110/115 °С, давления 0,85/0,9/1 МПа, защита при –50 °С и пороги заднего подшипника 0/1 °С — примеры исходника, а не согласованные установки GMP. Не загружайте эту таблицу в контроллер. Для исполнения 10 бар аварийное давление 0,9 МПа нельзя использовать как готовую настройку.

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Номинальный ток главного двигателя (А)	Максимальное допустимое перегрузочное значение для двигателя / 1.2	Если ток главного двигателя превышает 1,2 раза установленное значение, срабатывает защита по времени с задержкой в случае перегрузки.
Номинальный ток вентилятора (А)	Максимальное допустимое перегрузочное значение для вентилятора / 1.2	Если ток вентилятора превышает 1,2 раза установленное значение, срабатывает защита по времени с задержкой в случае перегрузки.
Температура предупреждения второй ступени (°С)	105	Предупреждение при превышении температуры второй ступени выше установленного значения
Температура остановки второй ступени (°С)	110	Остановка из-за неисправности при превышении температуры второй ступени выше установленного значения
Температура предупреждения первой ступени (°С)	105	Предупреждение при превышении температуры первой ступени выше установленного значения
Температура остановки первой ступени (°С)	115	Остановка из-за неисправности при превышении температуры первой ступени выше установленного значения
Давление остановки второй ступени (МПа)	0.9	Остановка из-за неисправности при превышении давления второй ступени выше установленного значения
Давление остановки первой ступени (МПа)	1	Остановка из-за неисправности при превышении давления первой ступени выше установленного значения
Максимальное давление разгрузки (МПа)	0.85	Это максимальное значение для параметра пользователя "Давление разгрузки", разгрузочное давление ≤ установленного значения
Неравномерность тока	6	Когда (максимальный фазовый ток / минимальный фазовый ток) ≥ [1 + (установленное значение / 10)], срабатывает защита от неравномерности, компрессор останавливается из-за неисправности и выдает ошибку "Неравномерность работы". При установке значения ≥ 15 защита от неравномерности отключена.
Время защиты от обрыва фазы (с)	2	При установке времени защиты от обрыва фазы ≥ 20 секунд защита от отсутствия фазы отключена.
Сброс исторических ошибок	****	Введите "8888" и подтвердите, чтобы очистить историю неисправностей.
Предупреждение о превышении срока обслуживания	0	Предупреждение о расходных материалах компрессора, остановка из-за неисправности после превышения установленного времени.

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Максимальное время использования (ч)	0	Если суммарное время работы компрессора превышает установленное значение и компрессор находится в состоянии остановки, на экране появляется ошибка "Неправильное использование".
Пароль производителя 2		Производитель устанавливает изменяемый пароль производителя.
Верхний предел напряжения (В)	410	Когда контроллер обнаруживает, что напряжение превышает установленное значение, срабатывает защита от перегрузки и выдается ошибка "Высокое напряжение". При установке значения "0000" функция защиты от высокого напряжения не активна.
Нижний предел напряжения (В)	350	Когда контроллер обнаруживает, что напряжение ниже установленного значения, срабатывает защита от недонапряжения и выдается ошибка "Низкое напряжение". При установке значения "0000" функция защиты от низкого напряжения не активна.
Тайм-аут связи (с)	2	Время отсчета начинается при отправке первого байта контроллером. Если в это время не получен ответ от преобразователя частоты, контроллер считает это тайм-аутом и немедленно повторно отправляет команду.
Перерыв связи (с)	20	Если контроллер не получает правильные данные в течение установленного времени, срабатывает ошибка "Прерывание связи".
Восстановление связи	15	После прерывания связи, если контроллер получает правильные данные больше установленного количества раз, считается, что связь восстановлена.
Функция временного включения/выключения	Включить/ Отключить	При установке на "Включить": функция таймера для запуска и остановки активна. При установке на "Отключить": функция таймера для запуска и остановки не активна.
Функция по времени давления	Включить/ Отключить	При установке на "Включить": функция давления по времени активна. При установке на "Отключить": функция давления по времени не активна.
Общее время работы (ч)	00010Час:00Минут а	Изменить общее время работы компрессора
Общее время под нагрузкой (ч)	00009Час:00Минут а	Изменить общее время под нагрузкой компрессора
Защита от низкой температуры (°C)	-50	При включении, если температура ниже установленного значения, появляется предупреждение о слишком низкой температуре, и запуск не разрешен; через 2 минуты работы, если температура остаётся ниже установленного значения, срабатывает ошибка неисправности датчика температуры и компрессор останавливается.
Функция перезапуска после потери питания	Включить/ Отключить	Настроить функцию перезапуска после отключения питания
Коэффициент расчёта мощности винтового блока без ПЧ	1.72	Настроить коэффициент для расчета мощности винтового блока. Значение 1,72 не является $\cos \varphi$; алгоритм расчёта требует уточнения.
Потребление электроэнергии винтового блока без ПЧ (кВт·ч)	0	Настроить и изменить потребление электроэнергии винтового блока без ПЧ
Коэффициент расчёта мощности вентилятора без ПЧ	1.72	Настроить коэффициент для расчета мощности вентилятора. Значение 1,72 не является $\cos \varphi$; алгоритм расчёта требует уточнения.

Меню	Значение в исходнике	Описание функции
Потребление электроэнергии вентилятора без ПЧ(кВт·ч)	0	Настроить и изменить потребление электроэнергии вентилятора без ПЧ
Выбор частоты	50 Гц	Настроить частоту питания
Предупреждение перепада давления масла (МПа)	0.15	При работе компрессора с нагрузкой, когда давление на выходе и в ресивере воздуха больше 0,5 МПа, система обнаруживает, что разница между давлением в ресивере, давлением на выходе и сопротивлением трубопровода больше порогового значения предупреждения по перепаду давления, и система выдает предупреждение.
Остановка при перепаде давления масла (МПа)	0.2	При работе компрессора с нагрузкой, когда давление на выходе и в ресивере воздуха больше 0,5 МПа, система обнаруживает, что разница между давлением в ресивере, давлением на выходе и сопротивлением трубопровода больше порогового значения остановки по перепаду давления, и система останавливает компрессор.
Давление на трубопроводах (МПа)	0.05	Сопротивление трубопровода
Температура предупреждения заднего подшипника (°C)	0	Предупреждение при превышении температуры на заднем вальном подшипнике выше установленного значения
Температура останова по заднему подшипнику (°C)	1	Остановка из-за неисправности при превышении температуры на заднем вальном подшипнике выше установленного значения
Номер партии	12345678	Номер заводского выпуска
Дата выпуска	2018-1-1	Дата заводского выпуска

Примечание: Не изменяйте и не настраивайте параметры внутри контроллера самостоятельно. Несоответствующие изменения могут привести к повреждению всего компрессорного оборудования. Если необходимо изменить параметры, выполните это только под руководством производителя GMP.

5.2 Схема подключения

Пожалуйста, ознакомьтесь с прилагаемой документацией.

В переданном PDF электрическая схема отсутствует. Используйте схему из комплекта конкретного компрессора.

5.3 Управление

5.3.1 Пуск по схеме звезда треугольник

После включения контроллера выполняется 5-секундная самодиагностика. Нажатие кнопки «Включить питание» не запустит машину. После самодиагностики нажатие кнопки «Включить питание» запустит основной блок. Процесс запуска основного блока выглядит следующим образом: КМ3 включается, КМ1 включается, истекает время задержки запуска в Y-образном режиме (время преобразования Y-Δ), КМ3 отключается (КМ2 и КМ3 блокируются), КМ2 включается, начинается работа в Δ-образном режиме, и запуск завершается. Во время процесса запуска все электромагнитные клапаны остаются отключенными, обеспечивая запуск без нагрузки.

5.3.2 Автоматическое управление

После запуска двигателя в состоянии Δ, после некоторой задержки, включается двухпозиционный трехходовой электромагнитный клапан. Под действием гидравлического давления управляющий цилиндр впускного клапана перемещает тягу, вызывая вращение пластины клапана и открытие впускного отверстия, тем самым повышая давление в системе. Когда давление воздуха превышает установленное верхнее

предельное давление (значение давления разгрузки), двухпозиционный трехходовой электромагнитный клапан отключается, и воздушный компрессор работает в режиме холостого хода. Если в течение заданного времени (времени холостого хода) давление воздуха падает ниже установленного нижнего предельного давления (значение давления нагрузки), двухпозиционный трехходовой электромагнитный клапан снова включается, и компрессор нормально сжимает воздух, повышая давление в системе. Если давление в системе не падает до нижнего предельного давления во время работы в режиме холостого хода, контроллер автоматически останавливает двигатель, обеспечивая автоматическое отключение после длительного простоя. Только когда давление падает до давления автоматического запуска, двигатель автоматически запускается в соответствии с процессом запуска, повторяя этот цикл.

5.3.3 Штатный останов

Нажав кнопку «Выключить», электромагнитный клапан выпуска теряет питание, и через некоторое время (время задержки остановки) контактор двигателя теряет питание, что приводит к остановке основного устройства и вентилятора. Для повторного запуска необходимо нажать кнопку «Включить».

5.3.4 Контроль частоты запусков

После остановки двигателя по причине нажатия кнопки «Выключить», после длительной работы без нагрузки или при остановке из-за неисправности, двигатель не может быть сразу запущен. Между остановками необходимо соблюдать определённую задержку, и контроллер будет отсчитывать время до следующего запуска (например, 199 секунд), отображая оставшееся время задержки в окне временной индикации. Двигатель можно запустить только после истечения времени задержки.

5.3.5 Аварийный останов

Если в процессе работы устройства возникает электрическая неисправность или высокая температура нагнетаемого воздуха, контроллер немедленно остановит работу двигателя. После устранения неисправности двигатель можно будет снова запустить. В случае экстренной ситуации можно нажать кнопку экстренного выключения.

5.4 Предупреждения и уведомления

Названия сообщений и реакция контроллера сохранены по источнику. В нём перепутаны строки масла и пластичной смазки, а температурные сообщения названы предупреждениями при указанном останове. Реакции и индикаторы сверяют с фактической программой.

Неисправности	Отображение состояния	Состояние индикаторной лампы	Состояние воздушного компрессора
Время использования воздушного фильтра истекло	Срок службы воздушного фильтра	Индикатор фильтра воздуха горит	Оповещение без остановки
Время использования масляного фильтра истекло	Срок службы масляного фильтра	Индикатор масляного фильтра горит	Оповещение без остановки
Время использования сепаратора истекло	Срок службы сепаратора	Индикатор сепаратора горит	Оповещение без остановки
Время использования смазочного масла истекло	Смазка подшипников двигателя [так в источнике; счётчик уточнить]		Оповещение без остановки
Время использования смазки истекло	Срок службы смазочного масла [так в источнике; счётчик уточнить]		Оповещение без остановки
Температура окружающей среды слишком низкая	Температура окружающей среды слишком низкая		Оповещение без остановки

Неисправности	Отображение состояния	Состояние индикаторной лампы	Состояние воздушного компрессора
Температура окружающей среды слишком высокая	Температура окружающей среды слишком высокая		Оповещение без остановки
Температура на выходе из первой ступени компрессора превышает предел предупреждения	Предупреждение о высокотемпературном выходе воздуха	Индикатор высокого давления на выходе горит	Оповещение с остановкой
Температура на выходе из второй ступени компрессора превышает предел предупреждения	Предупреждение о высокотемпературном выходе воздуха	Индикатор высокого давления на выходе горит	Оповещение с остановкой
Температура на входе во второй ступень компрессора превышает предел предупреждения	Предупреждение о высокотемпературном входе воздуха	Индикатор высокого давления на выходе горит	Оповещение с остановкой
Температура масла превышает предел предупреждения	Предупреждение о высокой температуре масла		Оповещение с остановкой
Давление на выходе из первого компрессора превышает предел предупреждения	Предупреждение о высоком давлении на выходе		Оповещение с остановкой
Давление на выходе из второго компрессора превышает предел предупреждения	Предупреждение о высоком давлении на выходе		Оповещение с остановкой
Давление масла ниже минимального предела	Предупреждение о низком давлении масла		Оповещение с остановкой
Давление масла превышает максимальный предел	Предупреждение о высоком давлении масла		Оповещение с остановкой
Обрыв датчика температуры	Обрыв датчика температуры	Индикатор неисправности сенсора горит	Оповещение и остановка
Обрыв датчика давления	Обрыв датчика давления	Индикатор неисправности сенсора горит	Оповещение и остановка
Перегрузка двигателя	Остановка из-за перегрузки основного двигателя	Индикатор перегрузки главного двигателя горит	Оповещение с остановкой, требуется задержка перед запуском
Перегрузка вентилятора	Остановка из-за перегрузки вентилятора	Индикатор перегрузки вентилятора горит	Оповещение и остановка
Давление на выходе из компрессора превышает предельное значение	Остановка из-за превышения давления		Оповещение и остановка
Ошибка последовательности фаз, отсутствие одной фазы	Остановка из-за ошибки фаз или отсутствия фазы	Индикатор ошибки фазы горит	Оповещение и остановка

5.5 Защитные функции

5.5.1 Защита двигателя

Компрессорный контроллер защищает двигатель от короткого замыкания, заклинивания, перегрузки, обрыва фазы и дисбаланса.

Электрические неисправности	Отображение неисправности контроллера	Причины неисправностей
Короткое замыкание	Отображение короткого замыкания в винтовом блоке или вентильаторе	Возникновение короткого замыкания или ошибка установки номинального тока
Заклинивание	Отображение заблокированного состояния винтового блока или вентильатора	Слишком большая нагрузка, износ подшипников, другие механические неисправности
Перегрузка	Отображение перегрузки винтового блока или вентильатора	Слишком большая нагрузка, износ подшипников, другие механические неисправности
Отсутствие фазы	Отображение отсутствия одной фазы в винтовом блоке или вентильаторе	Отсутствие фазы в источнике питания, контакторе или двигателе
Дисбаланс токов	Отображение несбалансированного тока в винтовом блоке или вентильаторе	Плохой контакт в контакторе, обрыв цепи внутри двигателя

5.5.2 Защита от перегрева

Защита от перегрева на выходе: Когда температура на выходе превышает установленное значение, контроллер подает сигнал тревоги и останавливает машину, отображая "Температура выхода слишком высокая".

Защита от перегрева на входе: Когда температура на входе превышает установленное значение, контроллер подает сигнал тревоги и останавливает машину, отображая "Температура входа слишком высокая".

5.5.3 Защита от обратного вращения компрессора

При ошибке чередования фаз контроллер блокирует пуск и выводит сообщение. Проверку питания и исправление подключения выполняет электрик после отключения и блокировки питания. Для VSD порядок проверки задаётся схемой ПЧ и двигателя; исходное указание о перестановке фаз не является универсальной инструкцией для GM OF.

5.5.4 Защита от сверхдавления

Когда давление на выходе превышает установленное значение, контроллер подает сигнал тревоги и останавливает машину, отображая "Высокое давление на выходе".

5.5.5 Защита от отказа датчиков

Когда датчик давления или температуры выходит из строя (обрыв провода), контроллер останавливает машину, подает сигнал тревоги и отображает "Неисправность датчика".

5.6 Управление преобразователем частоты

Операции с преобразователем частоты и методы устранения неисправностей см. в инструкции по эксплуатации преобразователя частоты.

6 Назначение компонентов

6.1 Воздушный фильтр

Воздушный фильтр представляет собой сухой бумажный фильтр, его функция — фильтрация воздуха, поступающего в компрессор. Эффективность фильтра напрямую влияет на качество сжатого воздуха. Если фильтр засоряется, это приводит к снижению всасываемого потока воздуха, что влияет на подачу воздуха. Во время каждого обслуживания сотрудники GMP будут исходить из уровня пыли в воздухе на месте работы и показаний времени использования на контроллере, чтобы рекомендовать замену фильтра. Контроллер также устанавливает максимальное время работы фильтра, и при появлении предупреждающего сообщения необходимо заменить фильтр на новый.

6.2 Узел впуска и разгрузки

Этот клапан уменьшает крутящий момент, необходимый для запуска компрессорной системы, и может экономить энергию в случае работы системы в режиме холостого хода. Механическое соединение впускного и выпускного клапанов с гидравлическим управлением обеспечивает стабильную работу системы. При полной нагрузке, когда на цилиндр подается масло, клапан находится в "открытом" состоянии, впускной клапан открыт, а выпускной закрыт. Когда масло сбрасывается, система переходит в режим холостого хода: пружина заставляет цилиндр вернуться, впускной клапан закрывается, а выпускной открывается.

6.3 Компрессорный блок первой ступени

Этот компонент отвечает за первичное сжатие воздуха, поступающего из воздушного фильтра, и подготавливает его к следующему сжатию для достижения требуемого давления. Включает в себя роторы, оси, подшипники на всасывающем и выходном концах, синхронизированные зубчатые колеса и различные уплотнительные элементы.

6.4 Компрессорный блок второй ступени

Этот компрессор сжимает воздух, поступающий из промежуточного охладителя, до необходимого давления для клиента. Он состоит из тех же компонентов, что и первый ступенчатый компрессор, включая роторы, оси, подшипники и синхронизированные зубчатые колеса.

6.5 Предохранительный клапан

Если компрессор работает ненормально или если давление не соответствует нормам, клапан открывается для сброса давления, чтобы снизить его до безопасного уровня и предотвратить повреждения оборудования. Давление клапана уже откалибровано на заводе и не должно быть изменено пользователями.

6.6 Шумоглушащий элемент Вентури

В исходном руководстве элемент Вентури описан как средство снижения шума и высокочастотных пульсаций в воздушном тракте. Его исполнение и сервисное обозначение проверяют по комплекточной документации агрегата.

6.7 Промежуточный охладитель

Этот компонент используется для охлаждения сжатого воздуха после первой ступени сжатия, чтобы контролировать температуру воздуха на входе во второй компрессор. Это предотвращает повышение температуры во втором компрессоре, что может повредить оборудование. Регулярная очистка охладителя важна для поддержания его эффективности.

6.8 Концевой охладитель

Охлаждает сжатый воздух после второй ступени сжатия, чтобы поддерживать нормальную температуру на выходе из системы и предотвратить повреждения внешних

компонентов, таких как осушители. Если охладитель забивается или загрязняется, его эффективность падает. Поэтому регулярное обслуживание охладителя критически важно.

6.9 Клапан регулирования давления масла

Описанный клапан регулирует давление масла в системе смазки компрессорного блока. При сигнале высокого или низкого давления масла остановите агрегат и установите причину. Регулировку выполняет сервисный специалист по заданным изготовителем значениям. В исходнике узел назван «масляным предохранительным клапаном»; точный тип требуется сверить со схемой.

6.10 Масляный охладитель

Масляный охладитель охлаждает масло, используемое для смазки компрессора. Если охладитель загрязняется или забивается, это может привести к перегреву масла, снижению его вязкости и недостаточному смазыванию подшипников, что может вызвать повреждения оборудования. Поэтому регулярное обслуживание масляного охладителя крайне важно для предотвращения поломок.

6.11 Масляный фильтр

Этот фильтр представляет собой бумажный фильтр, который удаляет загрязнения из масла, улучшая его смазочные свойства и одновременно уменьшая износ подшипников и других частей компрессора. Во время каждого обслуживания сервисные специалисты GMP измеряют давление до и после масляного фильтра, проверяют качество масла и принимают решение о необходимости замены фильтра. Контроллер также устанавливает максимальное время эксплуатации, и при появлении предупреждающего сообщения о необходимости замены фильтра, его следует обязательно заменить. Если фильтр не заменить, это может привести к снижению давления в системе смазки, что вызовет недостаточное смазывание важных компонентов, таких как подшипники, и сокращение их срока службы. В худшем случае это может привести к поломке компрессора.

6.12 Сепаратор масляного тумана

Сепаратор выполнен из высококачественных композитных материалов и характеризуется хорошей эффективностью отделения масла от воздуха при минимальном сопротивлении (практически отсутствует). Он предназначен для отделения масляного тумана в масляном баке компрессора, поддерживая нормальное давление внутри бака.

6.13 Датчик температуры

Этот датчик отвечает за измерение температуры выходного воздуха компрессора и передает данные на контроллер, чтобы поддерживать нормальную работу устройства. Если температура в зоне датчика превышает или опускается ниже установленных значений, контроллер остановит компрессор, чтобы предотвратить повреждение компонентов и избежать аварийных ситуаций.

6.14 Датчик давления

Компрессор оснащен датчиком давления на выходе, который передает информацию на контроллер. Это позволяет контроллеру контролировать и поддерживать правильную работу компрессора, обеспечивая его защиту и стабильную эксплуатацию.

7 Эксплуатация

7.1 Проверка перед эксплуатацией

- (1) Проверьте дренажный кран, выходной фланец и все присоединения по монтажной схеме. Не запускайте компрессор с транспортной заглушкой на рабочем выходе. Требование исходника установить заглушку перед пуском неоднозначно и не применяется как команда перекрыть выход воздуха.
- (2) Диаметр присоединённого воздушного трубопровода должен быть не меньше выходного присоединения компрессора согласно разделу 3.5.2. В исходном пункте 7.1(2) слово «меньше» противоречит разделу о монтаже и исправлено.
- (3) Проверьте электрические соединения и соответствие кабелей, защитных аппаратов и уставок фактическому приводу. Таблица 3.3 содержит справочные значения исходника, а не утверждённый проект электроснабжения GMP.
- (4) Проверьте состояние ручного клапана (открыто/закрыто);
- (5) Проверьте настройки монитора;
- (6) Убедитесь, что температура окружающей среды не превышает 42 °C;
- (7) Проверьте уровень масла (при работе уровень должен находиться между верхним и нижним пределами).

7.2 Проверка и меры предосторожности при запуске и остановке

Запуск:

- (1) Включите общий источник питания, затем включите автоматический выключатель в распределительном щите компрессорной станции;
- (2) После подачи питания на контроллер загорится индикатор "Стоп";
- (3) После подтверждения выбора местного управления нажмите кнопку "Пуск" для запуска основного электродвигателя;
- (4) При первом пуске контролируйте направление вращения и рост давления масла. Исходник указывает давление выше 0,20 МПа (2,0 бар). Если давление не растёт, немедленно остановите агрегат. Проверку привода, масляного насоса и исправление подключения выполняет наладчик при соблюдении раздела 3.6.2; не переставляйте входные фазы VSD по аналогии с прямым пуском.
- (5) Исходная процедура наладки: работа 30 минут при 0,40 МПа (4,0 бар), для низкого давления — при 0,20 МПа (2,0 бар), затем повышение на 0,10 МПа (1,0 бар) каждые 15 минут до согласованного рабочего давления. Процедуру применяют только после подтверждения для установленного блока. Контролируют давление и температуру масла и воздуха, а также работу нагрузки и разгрузки.

Проверьте выполнение работы компрессора в режиме загрузки/разгрузки при установленных давлениях загрузки/разгрузки.

Остановка:

- (1) Нажмите кнопку "Стоп" для отключения электродвигателя;
- (2) После полной остановки двигателя отключите питание;
- (3) Если компрессор должен быть остановлен на более чем 24 часа, перед остановкой нужно выполнить разгрузку в течение более 5 минут, чтобы предотвратить коррозию корпуса компрессора и ротора.

8 Обслуживание и ремонт

Перед разборкой дождитесь полной остановки двигателя и вентилятора, отключите и заблокируйте питание, вывесите предупреждающую табличку и полностью сбросьте давление. Учитывайте остаточное напряжение в ПЧ и время разряда, указанное в его документации. Не приступайте к обслуживанию горячих узлов до их охлаждения.

8.1 Воздушный фильтр

При сигнале обслуживания замените воздушный фильтр. Исходный ориентировочный срок — 3000 ч; фактический интервал зависит от загрязнённости воздуха. Отверните крепёж, установите новый элемент и проверьте плотность посадки уплотнения. Утверждение источника о прямом влиянии воздушного фильтра на ресурс масляного фильтра и маслосепаратора не переносится на сухой воздушный контур без подтверждения конструкции.

Применимость сервисных интервалов к блокам ACI и GHH-RAND проверяется отдельно.

8.2 Смазка подшипников двигателя

Смазывайте подшипники двигателя по его инструкции. Недостаток и избыток смазки повреждают подшипники. Очистите пресс-маслёнку и внесите установленную дозу. Возможность смазывания работающего двигателя определяется его изготовителем; без такого указания работы выполняют после безопасного останова. Следующая таблица сохранена из источника и требует проверки по установленному двигателю, включая назначение дозы на один или оба подшипника.

(а) Таблица дозировки и интервалов смазки.

мощность (kW)	Первоначальный объем заправки (г)(1)	Объем дозировки (г) (2)	Интервал дозировки при 24- часовом режиме работы в сутки (ч)
37	100	30	1500
45	200	30	1500
55	200	30	1500
75	200	30	1500
90	200	30	1500
110	200	40	1500
132	200	40	1500
160	200	40	1500
185	200	40	1500
200	250	50	1500
220	250	50	1500
250	250	50	1500
280	250	50	1500
315	250	50	1500
355	250	50	1500

Для 400 и 415 кВт исходная таблица смазывания двигателя данных не содержит. Дозы для других мощностей нельзя переносить по аналогии.

Примечания:

(1) Первоначальный объем заправки — это новая смазка, заполненная после разборки и очистки подшипников. Около 1/3 смазки заполняется в подшипник, остальная часть — в крышку подшипника (завод-изготовитель уже выполнил заполнение на момент отправки).

(2) Объем дозировки — это количество смазки, которое заправляется в подшипники в процессе каждой дозировки, в зависимости от часов работы агрегата.

(3) Обратите внимание: увеличение дозы смазки за один раз не удлиняет интервал дозировки, пожалуйста, следуйте стандартам, указанным в таблице выше.

(4) Если смазка накопилась в «месте хранения отработанной смазки», это может привести к перегреву подшипников из-за сопротивления смешивания и утечке смазки. Пожалуйста, своевременно (примерно после 2-3 дозировок) откройте крышку выброса и удалите смазку.

(5) Количество смазки должно соответствовать стандартным значениям, чрезмерное добавление может повредить мотор.

(6) Период замены смазки зависит от размера двигателя, условий эксплуатации и рабочей среды. Рекомендуется выполнять замену смазки и дозировку в соответствии с указаниями на этикетке двигателя.

(b) При отправке компании смазка с указанными характеристиками уже заправлена.

Пожалуйста, используйте смазку такого же качества и характеристик, чтобы обеспечить долгосрочную работу подшипников.

Следующие рекомендации по свойствам смазок воспроизводят исходное описание и не заменяют спецификацию изготовителя двигателя. В частности, запрет кальциевых смазок при влажности и рассуждения о «твёрдости» требуют отдельной проверки.

Показатель	Исходные рекомендации с ограничением применения
Рыночные характеристики	Производители смазок с наибольшим объёмом производства, легко доступные для закупки.
Допустимая температура	Обычно используемые смазки работают в диапазоне температур от -20 °C до 120 °C. Для применения за пределами этого диапазона требуется использование смазок для низких или высоких температур.
Для подшипников с высокой скоростью и большим диаметром	Для смазок с хорошей прочностью масляной пленки (устойчивость к давлению) предпочтительны более жесткие смазки. Для обеспечения хороших показателей звукового шума, вибрации и отводящего эффекта лучше использовать более мягкие смазки. (Избегайте использования силиконовых смазок).
Устойчивость к нагрузке	Для таких применений, как ремни и зубчатые колеса с высокими нагрузками, следует выбирать смазки с хорошей устойчивостью к давлению. (Избегайте использования силиконовых смазок).
Водоотталкивающие свойства	В условиях высокой влажности следует избегать использования смазок на основе Na и Ca.
Вязкость	Из-за схожей твердости смазок, их влияние на звуки при прокатке, аномальные вибрации, характеристики смазывания при низких температурах и повышение температуры при вводе — предпочтительнее использовать мягкие смазки.
Смазывающие свойства	Пожалуйста, используйте смазки с хорошими масляными характеристиками и выбирайте их, понимая их преимущества и недостатки.

Применяйте согласованную марку пластичной смазки. Не смешивайте разные смазки. В исходнике установлен срок хранения не более двух лет, однако фактический срок и допустимость применения смазки с отделившимся маслом определяются её изготовителем. Не используйте расслоившуюся или загрязнённую смазку только на основании рекомендации источника перемешать её. Закрывайте упаковку и соблюдайте условия хранения.

8.3 Подшипники компрессора

В исходном руководстве для подшипников компрессорного блока указан ориентир 30 000 ч до замены. Ресурс зависит от режима, износа, качества масла и фильтрации. При росте шума и вибрации обратитесь в сервисную службу GMP. Интервал и технологию ремонта подтверждают по изготовителю фактически установленного блока; данные разных блоков не взаимозаменяемы.

8.4 Смазочное масло для компрессора

Масло для винтовых воздушных компрессоров — это особый тип масла. За исключением масла, указанного компанией GMP, никакое другое масло нельзя добавлять или заменять произвольно, иначе это приведет к серьезному повреждению воздушного компрессора. При замене масла необходимо полностью удалить все старое масло из системы; в противном случае срок службы нового масла сократится. Обычно масляный фильтр необходимо заменять одновременно с заменой смазочного масла.

В тексте исходника замена масла предусмотрена через 8000 ч или один год, что наступит раньше; пробы масла — каждые шесть месяцев до первой замены. В сводной таблице 9.5 отметка замены стоит на 6000 ч. До согласования применяйте утверждённый регламент установленного блока и масла; интервал 8000 ч нельзя считать подтверждённым для всех GM OF.

Уровень масла изменяется во время работы и остановок, поскольку масло циркулирует в трубопроводе во время работы. Уровень масла должен поддерживаться в пределах верхнего и нижнего пределов во время работы. Перелив масла приведет к увеличению мощности вала и температуры масла; поэтому не переливайте масло. Стандарт замены масла:

Критерии контроля масла по исходнику. Это не самостоятельная спецификация масла GMP; неоднозначные величины отмечены в таблице.

Показатель	Метод из исходника	Критерий из исходника	Пояснение
Кислотное число	JIS-K2501	$\geq 1,0$ мг КОН/г	При значении выше 0,5 мг КОН/г исходник указывает на ускорение окисления и необходимость регулярного анализа.
Вязкость при 40 °C	JIS-K2283	Рост на 10% относительно нового масла	В исходнике названа динамической; вид вязкости и критерий браковки уточнить по спецификации масла.
Содержание воды	JIS-K2275	$\geq 0,1\%$ по объёму	Повышенное содержание воды ухудшает свойства масла.
Нерастворимые вещества	ASTM-D893	$\geq 0,2$ г	База количества образца в исходнике не указана. Критерий требует уточнения.
Нерастворимые вещества	Фильтр 0,8 мкм	≥ 5 мг/100 мл	Контроль загрязнений, продуктов разложения и износа.
Межфазное натяжение	ASTM-D971	≤ 15 дин/см; ≥ 30 дин/см	Оба значения приведены в исходнике без однозначного назначения. Не применять как единый критерий браковки.

8.5 Масляный фильтр

В тексте исходника ориентировочный ресурс масляного фильтра — 3000 ч, а в таблице 9.5 отметка замены стоит на 6000 ч. Интервал уточняют по установленному фильтру и блоку. При ухудшении фильтрации или недопустимом перепаде давления фильтр заменяют по регламенту, не дожидаясь планового срока.

Способ замены: Используйте специальный инструмент для снятия и установки масляного фильтра, чтобы избежать деформации корпуса и влияния на его функциональность. При снятии фильтра подставьте под него поддон, чтобы собрать излишки масла. Перед установкой нового фильтра очистите его и нанесите масло на новую прокладку перед затягиванием.

8.6 Соединения трубопроводов

Компрессор следует регулярно проверять на наличие утечек во всех соединениях трубопроводов, а также на износ или трещины в шлангах. При обнаружении проблемы

следует заменить прокладки, уплотнительные кольца, шланги или повторно нанести герметик. Если какие-либо окружающие детали ослабнут во время технического обслуживания или замены деталей, их необходимо при необходимости зафиксировать и герметизировать. Во время проверок специалисты сервисной службы GMP порекомендуют клиентам приобрести ремонтные комплекты для замены необходимых мелких деталей и шлангов.

8.7 Узел впуска и разгрузки

При обслуживании очистите заслонку впускного клапана и проверьте приводную тягу. Смазывание или замену деталей выполняют по инструкции узла, чтобы обеспечить свободное перемещение и правильное регулирование подачи.

8.8 Предохранительный клапан

(1) Предохранительный клапан откалиброван на заводе; пожалуйста, не регулируйте его повторно.

(2) Предохранительный клапан периодически проверяет квалифицированный персонал по утверждённой методике. Исходная фраза о повышении давления компрессором до открытия клапана не является разрешением превышать допустимое давление агрегата или отключать защиту. Порядок испытания и контрольное давление согласуют отдельно.

8.9 Электромагнитный клапан выпуска

(1) Частое переключение нагрузки и разгрузки увеличивает число срабатываний электромагнитного клапана. Согласуйте уставки с фактическим потреблением воздуха. Утверждение исходника о сокращении ресурса «вдвое» не подтверждено расчётом и не используется как норматив.

(2) Неисправность электромагнитного клапана сброса напрямую влияет на нормальную работу пользователя, поэтому регулярный осмотр очень важен.

(3) Пункты, которые следует регулярно проверять для электромагнитного клапана сброса:

- a. Наличие каких-либо частиц внутри электромагнитного клапана (разобрать и проверить)
- b. Проверить срабатывание электромагнитного привода по сервисной методике. Упоминание проверки посторонним предметом у катушки в исходнике не используется как рабочая инструкция.
- c. Проверить штатное переключение нагрузки и разгрузки; в исходнике контроль связывается со звуком переключения клапана.

8.10 Охладители

8.10.1 Воздушное охлаждение

После некоторого времени эксплуатации из-за накопления грязи и пыли на поверхности радиатора ухудшается теплоотдача, что приводит к повышению температуры нагнетаемого воздуха. Регулярная очистка, сдувание пыли с помощью сжатого воздуха, для улучшения теплообмена является обязательной и важной процедурой. Качество окружающего воздуха влияет на продолжительность срока обслуживания.

8.10.2 Водяное охлаждение

(1) Для водяных охладителей перед началом эксплуатации необходимо проверить следующие пункты:

- A. Проверить герметичность соединений перед включением системы охлаждения.
- B. Открыты ли клапаны между теплообменником и двумя жидкостями?
- C. Есть ли утечка в местах герметизации фланцев?
- D. Есть ли утечка на выходном отверстии и заглушке?

Е. Для охлаждающей воды рекомендуется наличие устройства для обработки воды, в противном случае после определённого времени эксплуатации охладитель необходимо разбирать и чистить, как указано в инструкции.

После выполнения всех вышеуказанных проверок можно запускать систему. При этом следует внимательно следить за вибрацией и использовать оборудование в пределах допустимого давления. Регулярная очистка и периодическая проверка системы обязательны. При установке на улице необходимо предусмотреть навес для защиты от дождя, а также учитывать влияние качества вентиляции окружающей среды.

А. В исходнике предусмотрены осмотры с интервалом от полугода до года. Уточнить периодичность для фактического охладителя и качества воды.

В. Снимите крышку обратной воды, чтобы осмотреть загрязнение внутри труб охладителя.

С. В зимнее время, когда температура окружающей среды ниже нуля, охлаждающая вода может замерзнуть и вызвать разрушение охладителя, поэтому при каждом останове оборудования необходимо обязательно сливать охлаждающую воду.

Д. Для предупреждения коррозии и утечек регулярно выполняйте очистку, осмотр и необходимый ремонт по регламенту охладителя.

(а) Метод разборки Полностью закройте входные и выходные отверстия обеих жидкостей, прекратив их циркуляцию. Выпустите обе жидкости из трубопроводов и масляного охладителя. Для удобства последующей сборки поставьте метки на соединениях. Разберите внешние соединения, чтобы охладитель находился в разобранном состоянии. Открутите гайки на опорной раме, снимите крепежное кольцо и переместите масляный охладитель в удобное для работы место (если не требуется снятие, можно выполнить очистку и проверку без демонтажа). Снимите крышки с обратной и входной воды, извлеките уплотнительные кольца и пресс-уплотнительные кольца (металлические детали). Установите охладительный элемент и корпус вертикально и потяните наружный корпус вверх. При извлечении следует тянуть строго вертикально, чтобы не повредить герметичную поверхность плавающей трубной плиты. После извлечения внешнего корпуса разборка завершена. Далее тщательно промойте внутреннюю и наружную стороны охлаждающих труб, внутреннюю сторону трубного корпуса, а также все соединения и входы/выходы для масла. Метод очистки зависит от степени загрязнения, можно использовать очищающее масло, пар, горячий керосин, моющие средства и т.д. Если загрязнение в трубах значительное, можно использовать нейлоновую щетку или металлическую проволочную щетку для очистки каждой трубы, при этом следует избегать повреждения герметичных поверхностей. Если очищение производилось с жидкостями, содержащими воду, важно тщательно высушить систему и удалить влагу. (Примечание: если нет особой необходимости, следует избегать разборки охлаждающего элемента.)

(b) Метод сборки Сборку можно выполнить в обратном порядке относительно разборки. При этом уплотнительные кольца должны быть заменены новыми. Установите уплотнительные кольца на трубные плиты и после того как убедитесь, что маркировка на крышке совпадает с соответствующим соединением, установите крышку. Затем установите собранный масляный охладитель на исходное место и закрепите его с помощью крепежного кольца на опорной раме.

(с) Проверка после сборки. Испытание на прочность и герметичность выполняют по документации конкретного охладителя. В исходнике приведены 10 кгс/см² в течение 5 минут, затем 15 кгс/см² в течение 20–30 минут. Это справочные исходные величины; применять их к GM OF без подтверждения допустимого испытательного давления, среды и методики нельзя. После испытания восстанавливают рабочее подключение.

8.11 Электрическая изоляция

Регулярно проверяйте сопротивление изоляции главного двигателя и двигателя вентилятора. Исходный раздел задаёт испытательное напряжение 500 В постоянного тока и минимум 5 МОм; таблица неисправностей требует более 10 МОм. Применяют критерий изготовителя двигателя. Перед измерением изолируйте двигатель от ПЧ и электронной аппаратуры по их инструкциям; подключать мегомметр к электронике нельзя.

8.12 Регулярные проверки и чистка

В течение определённого времени работы воздушного компрессора необходимо проводить регулярную проверку и очистку деталей в соответствии с "Таблицей регулярного технического обслуживания компрессора". Для этого квалифицированные специалисты, назначенные сервисной компанией, указанной в регионе, будут проводить регулярные проверки и услуги по очистке.

8.13 Меры предосторожности при длительном простое

Изложение консервации содержит справочные количества и марки из источника. До подтверждения изготовителем блока не вводите консервационные составы в воздушный тракт сухого компрессора.

1. Отключите защитный автоматический выключатель от утечек тока и закройте запорный клапан на нагнетательном трубопроводе компрессора.

2. Не размещайте компрессор на улице.

3. Если остановка длится менее месяца: (1) Проведите безнагрузочную работу на протяжении не менее 5 минут, затем снова остановите компрессор.

(2) Каждую неделю выполняйте безнагрузочную работу в течение 10 минут.

4. Если остановка превышает месяц:

(1) Перед остановкой:

Консервацию длительностью более месяца выполняют по утверждённой инструкции фактического блока. Источник предусматривает предварительную работу без нагрузки около 5 минут и отсоединение нагнетательной трубы. Любую разборку выполняют только после остановки, отключения питания и полного сброса давления; порядок источника не является разрешением разбирать работающий агрегат.

Исходная схема консервации включает слив рабочего масла и 250 мл летучего консервационного масла в масляный бак, а также герметизацию вентиляции масляного бака. Точный узел, названный в источнике «очистителем отработанных газов», должен быть идентифицирован по схеме.

По источнику закрывают дренаж и нагнетательный трубопровод, при его отсоединении устанавливают фланцевую заглушку, герметизируют всасывающий патрубок. Через отверстие датчика температуры первой ступени предусмотрено введение 300 мл консервационного состава с последующей установкой датчика. Марку состава, дозу и допустимость введения в воздушный контур подтверждают изготовителем конкретного сухого блока; без такого подтверждения процедуру не выполнять.

В источнике допускается влагопоглотитель на основе силикагеля вместо летучего состава с заменой каждые два месяца. Тип, место установки и совместимость требуется уточнить. Все временные заглушки и пакеты учитывают и удаляют перед пуском.

Снаружи агрегата разместите предупреждение о введённом консерванте, установленных заглушках и пакетах влагопоглотителя.

(2) Во время простоя:

Каждые 3 месяца следует добавлять летучее антикоррозионное масло и летучий антикоррозионный агент в соответствии с описанием в пункте ★ выше.

(3) При повторном запуске:

Замените все масло в масляном баке на новое.

Перед пуском восстановите рабочие соединения, удалите все временные пакеты и заглушки, откройте предусмотренные схемой клапаны и проверьте заправку рабочего масла. Выполните процедуру первого пуска по подтверждённому регламенту.

5. Летучее антикоррозионное масло:

JIS K2246 NP-20 или эквивалентное масло. Расход: 250 мл. Пример: Ferroguard 1009.

6. Летучий антикоррозионный агент: JIS K2246 NP-18 или эквивалентный антикоррозионный агент. Расход: 300 мл. Пример: Belzon MA-10.

9 Защитные устройства и поиск неисправностей

9.1 Защита от перегрузки двигателя

В системе воздушного компрессора имеются два основных двигателя: один — это главный двигатель, приводящий компрессор в действие, а второй — двигатель циркуляционного вентилятора охлаждения. Обычно основной двигатель при нормальной эксплуатации не должен превышать установленные значения тока, заданные микрокомпьютерным контроллером (например, из-за падения напряжения, трехфазного дисбаланса и других факторов). Когда ток двигателя превышает установленный предел защиты, микрокомпьютерный контроллер автоматически отключает питание, и компрессор останавливается. В этом случае компрессор не сможет запуститься, если не будет подано новое питание. Для повторной настройки необходимо вручную нажать на установочный переключатель. Важно: Колебания напряжения должны находиться в пределах $\leq(-10\% +10\%)$.

Несоответствие напряжения между фазами не должно превышать 3%. В противном случае температура двигателя резко увеличится. Например, если дисбаланс напряжения достигает 3,5%, температура двигателя может повыситься на 25 °C. Основные причины перегрузки двигателя:

- (1) Человеческие ошибки: Например, самостоятельная регулировка давления на выходе, неправильная настройка системы и т. д.
- (2) Механические неисправности: Например, внутренние потери в двигателе, работа двигателя при недостаточном числе фаз, неисправность предохранительного клапана, сбой в настройках системы и т. д. Если во время работы вы заметите, что двигатель перегружается, немедленно свяжитесь с GMP или назначенным сервисным центром для проверки, чтобы точно установить причину. В противном случае перегрев двигателя приведет к повреждению, что создаст значительные проблемы с потреблением воздуха и потребует высоких затрат на ремонт.

9.2 Защита от перегрева воздуха

Максимальная температура нагнетаемого воздуха, заданная системой, зависит от типа установки. Если температура выходит за пределы установленного значения, система автоматически отключает питание двигателя. Причин для слишком высокой температуры нагнетаемого воздуха много, но наиболее распространенная причина — выход из строя промежуточного охладителя. Если радиаторные ребра забиты пылью, охлаждающий воздух не может свободно проходить через охладитель, что приводит к постепенному повышению температуры смазочного масла и в конечном итоге к остановке компрессора из-за перегрева. Поэтому периодически следует использовать сжатый воздух низкого давления для удаления пыли с радиаторных ребер. Если загрязнение невозможно удалить сдуванием, рекомендуется использовать моющее средство или растворитель для очистки. Максимальная температура окружающей среды для работы компрессора составляет 42 °C. Чем выше температура окружающей среды, тем выше будет температура нагнетаемого воздуха. Поэтому необходимо разместить компрессор в месте с низкой температурой окружающей среды и хорошей вентиляцией.

9.3 Настройки и описания других защит и предупреждений

См. подробности в разделе 5.4 и 5.5 настоящего руководства пользователя.

9.4 Причины неисправностей и их устранение

При неисправности контроллер выводит сообщение, а при аварии останавливает компрессор. Не все предупреждения сопровождаются остановом: см. разделы 5.4 и 5.5. Установите и устраните причину, затем выполните разрешенный сброс и повторный пуск. Неверная ссылка источника на отсутствующий раздел 5.8 исправлена.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Двигатель — Перегрузка по току	Неправильное значение установки давления	Проверить соответствие уставок паспорту и режиму потребления. Исходный ответ «работать не менее 20 минут» не устраняет ошибку уставки и не является разрешением продолжать работу при перегрузке.
Двигатель — Перегрузка по току	Частые включения/выключения	Проверьте колебания давления, не допускайте их непрерывного возникновения. Исходная рекомендация о цикле не менее 20 минут требует согласования; при аварии работу не продолжать.
Двигатель — Перегрузка по току	Неисправность источника питания	При остановке проверьте падение напряжения, колебания напряжения, отсутствие фазы и фазовый дисбаланс, и примите соответствующие меры.
Двигатель — Перегрузка по току	Неисправность двигателя	При остановке проверьте сопротивление изоляции двигателя, оно должно быть больше 10 МОм. Если значение ниже, свяжитесь с отделом продаж GMP. Значение исходника; критерий и метод измерения — по двигателю, см. 8.11.
Температура обмотки двигателя высокая (вариант)	Частые включения/выключения	Проверьте колебания давления, не допускайте их непрерывного возникновения. Исходная рекомендация о цикле не менее 20 минут требует согласования; при аварии работу не продолжать.
Температура обмотки двигателя высокая (вариант)	Неправильное значение установки давления	Проверить соответствие уставок паспорту и режиму потребления. Исходный ответ «работать не менее 20 минут» не устраняет ошибку уставки и не является разрешением продолжать работу при перегрузке.
Температура обмотки двигателя высокая (вариант)	Неисправность источника питания	При остановке проверьте падение напряжения, колебания напряжения, отсутствие фазы и фазовый дисбаланс, и примите соответствующие меры.
Температура обмотки двигателя высокая (вариант)	Неисправность двигателя	При остановке проверьте сопротивление изоляции двигателя, оно должно быть больше 10 МОм. Если значение ниже, свяжитесь с отделом продаж GMP. Значение исходника; критерий и метод измерения — по двигателю, см. 8.11.
Неисправность вспомогательного двигателя	Неисправность источника питания	При остановке проверьте падение напряжения, колебания напряжения, отсутствие фазы и фазовый дисбаланс, и примите соответствующие меры.
Неисправность вспомогательного двигателя	Неисправность двигателя	При остановке проверьте сопротивление изоляции двигателя, оно должно быть больше 10 МОм. Если значение ниже, свяжитесь с отделом продаж GMP. Значение исходника; критерий и метод измерения — по двигателю, см. 8.11.
Неисправность вспомогательного двигателя	Засорение пылевой сетки	Необходимо очистить пылеуловитель, снять фильтр и пропылесосить или промыть его водой. Промывка допустима только для моющейся предварительной сетки, а не для бумажного воздушного фильтра.
Неисправность осушителя (*1) (перегрузка по току или слишком большое падение напряжения)	Засорение пылевой сетки	Необходимо очистить пылеуловитель, снять фильтр и пропылесосить или промыть его водой. Промывка допустима только для моющейся предварительной сетки, а не для бумажного воздушного фильтра.
Неисправность осушителя (*1) (перегрузка по току или слишком большое падение напряжения)	Высокая температура окружающей среды	Температура окружающей среды должна быть ниже 45 °C, улучшите вентиляцию в помещении для обеспечения нормальных условий воздуха.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Неисправность осушителя (*1) (перегрузка по току или слишком большое падение напряжения)	Засорение теплообменных ребер	При остановке выполните очистку ребер теплообменника.
Неисправность осушителя (*1) (перегрузка по току или слишком большое падение напряжения)	Неправильное значение установки давления	Проверить соответствие уставок паспорту и режиму потребления. Исходный ответ «работать не менее 20 минут» не устраняет ошибку уставки и не является разрешением продолжать работу при перегрузке.
Неисправность осушителя (*1) (перегрузка по току или слишком большое падение напряжения)	Неисправность источника питания	При остановке проверьте падение напряжения, колебания напряжения, отсутствие фазы и фазовый дисбаланс, и примите соответствующие меры.
Неисправность осушителя (*1) (перегрузка по току или слишком большое падение напряжения)	Неисправность двигателя осушителя	При остановке проверьте сопротивление изоляции двигателя, оно должно быть больше 10 МОм. Если значение ниже, свяжитесь с отделом продаж GMP. Значение исходника; критерий и метод измерения — по двигателю, см. 8.11.
Запуск с задержкой	Проверьте шкаф управления	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Запуск с задержкой	Проверьте подключение проводки	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Запуск с задержкой	Свяжитесь с отделом продаж GMP	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Низкое давление масла	Проверьте уровень масла	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Низкое давление масла	Проверьте установочные значения клапана сброса давления	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Низкое давление масла	Проверьте масляный фильтр	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Высокая температура на выходе первой ступени	Засорение пылевой сетки	Необходимо очистить пылеуловитель, снять фильтр и пропылесосить или промыть его водой. Промывка допустима только для моющейся предварительной сетки, а не для бумажного воздушного фильтра.
Высокая температура на выходе первой ступени	Высокая температура окружающей среды	Температура окружающей среды должна быть ниже 45 °С, улучшите вентиляцию в помещении для обеспечения нормальных условий воздуха.
Высокая температура на выходе первой ступени	Проверьте засорение промежуточного охладителя	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в исходнике нет.
Высокая температура на всасывании второй ступени	Засорение пылевой сетки	Необходимо очистить пылеуловитель, снять фильтр и пропылесосить или промыть его водой. Промывка допустима только для моющейся предварительной сетки, а не для бумажного воздушного фильтра.
Высокая температура на всасывании второй ступени	Высокая температура окружающей среды	Температура окружающей среды должна быть ниже 45 °С, улучшите вентиляцию в помещении для обеспечения нормальных условий воздуха.

Неисправность	Причина	Способ устранения
Высокая температура на всасывании второй ступени	Проверьте засорение промежуточного охладителя	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Высокая температура на выходе второй ступени	Засорение пылевой сетки	Необходимо очистить пылеуловитель, снять фильтр и пропылесосить или промыть его водой. Промывка допустима только для моющейся предварительной сетки, а не для бумажного воздушного фильтра.
Высокая температура на выходе второй ступени	Высокая температура окружающей среды	Температура окружающей среды должна быть ниже 45 °С, улучшите вентиляцию в помещении для обеспечения нормальных условий воздуха.
Высокая температура на выходе второй ступени	Проверьте засорение промежуточного охладителя	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Высокая температура масла	Засорение пылевой сетки	Необходимо очистить пылеуловитель, снять фильтр и пропылесосить или промыть его водой. Промывка допустима только для моющейся предварительной сетки, а не для бумажного воздушного фильтра.
Высокая температура масла	Высокая температура окружающей среды	Температура окружающей среды должна быть ниже 45 °С, улучшите вентиляцию в помещении для обеспечения нормальных условий воздуха.
Высокая температура масла	Проверьте засорение масляного охладителя	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Высокая температура масла	Проверьте масляный фильтр	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Внешняя неисправность	Внешний сигнал неисправности активирован	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Неисправность монитора (CPU)	Отключите питание и снова включите его, затем нажмите кнопку сброса.	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Неисправность монитора (CPU)	Свяжитесь с отделом продаж GMP	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.
Неисправность датчика	Свяжитесь с отделом продаж GMP	Действие или узел проверки указаны в соседнем столбце; отдельного описания в источнике нет.

Примечание: (*1) Для осушителей, установленных отдельно, можно принять вышеуказанные меры. В этом случае следует связаться с производителем осушителя, чтобы подтвердить, что применяемые меры не повлияют на его работу.

9.5 Руководство по обслуживанию и замене деталей

Частота проверок и замена компонентов должны определяться в зависимости от конкретных условий эксплуатации и работы, а не быть одинаковыми для всех. Здесь приведены ориентировочные показатели. Соблюдая эти рекомендации, можно поддерживать хорошее функционирование оборудования.

Таблица 9.5 Регламент из источника. О — очистка; ☉ — регулировка или проверка; ● — отметка, не расшифрованная в легенде источника (по контексту строк относится к замене и требует подтверждения). В таблице ниже исходный знак пустого круга передан буквой О. Неполные названия узлов сохранены с отметкой. Нельзя назначать обслуживание неидентифицированного узла по этой таблице.

Узел из источника	Операция	Периодичность и исходные отметки
Индикатор на панели отображения	Проверка на наличие аномальных индикаторов	ежедневно — ☉
Температура на выходе	Проверка	ежедневно — ☉
Уровень масла	Проверка	ежедневно — ☉
Прозрачный шланг и втулка	Проверка/замена	ежедневно — ☉
Впускной шланг	Проверка/замена	3000 ч / раз в полгода — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Трубопровод (резиновый/металлический)	Проверка/замена	ежедневно — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Соединения труб	Проверка на утечку	6000 ч / ежегодно — ☉
Фильтр масляного тумана	Очистка/проверка/замена	3000 ч / раз в полгода — ☉; 6000 ч / ежегодно — ●
Охладитель	Очистка/проверка	еженедельно — О; 6000 ч / ежегодно — ☉
Охлаждающий вентилятор	Очистка	еженедельно — О
Воздушный фильтр	Очистка/проверка/замена	еженедельно — О; 1500 ч / ежеквартально — ☉; 3000 ч / раз в полгода — ●
Предварительный фильтр	Очистка	еженедельно — О
Электромагнитный клапан	Очистка/проверка/замена	еженедельно — О; 3000 ч / раз в полгода — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Масляный фильтр	Замена	еженедельно — О; 3000 ч / раз в полгода — ☉; 6000 ч / ежегодно — ●
Электродвигатель	Добавление пластичной смазки	1500 ч / ежеквартально — ☉

Таблица 9.5 Продолжение

Узел из источника	Операция	Периодичность и исходные отметки
Сальник компрессора	Проверка/замена	3000 ч / раз в полгода — ☉; 30000 ч / раз в пять лет — ●
Смазочное масло	Проверка/замена	3000 ч / раз в полгода — ☉; 6000 ч / ежегодно — ●
Электрическая [название в источнике неполное]	Проверка/замена	6000 ч / ежегодно — ☉
Впускной клапан	Проверка/замена	6000 ч / ежегодно — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Клапан [название в источнике неполное]	Проверка/замена	6000 ч / ежегодно — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Предохранительн [название в источнике неполное]	Проверка/замена	6000 ч / ежегодно — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Электромагнитны [название в источнике неполное]	Проверка/замена	3000 ч / раз в полгода — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Клапан [название в источнике неполное]	Проверка/замена	6000 ч / ежегодно — ☉; 12000 ч / раз в два года — ●
Датчик давления	Калибровка/проверка	6000 ч / ежегодно — ☉; 18000 ч / раз в три года — ●
Датчик [название в источнике неполное]	Калибровка/проверка	6000 ч / ежегодно — ☉; 18000 ч / раз в три года — ●
Трехходовой [название в источнике неполное]	Проверка/замена	12000 ч / раз в два года — ☉; 30000 ч / раз в пять лет — ●
Подшипники	Проверка/замена	30000 ч / раз в пять лет — ☉
Винтовой блок [исходная строка 28]	Проверка/замена	30000 ч / раз в пять лет — ☉
Винтовой блок [исходная строка 29]	Проверка/замена	30000 ч / раз в пять лет — ☉
Обратный клапан	Проверка/замена	12000 ч / раз в два года — ☉; 18000 ч / раз в три года — ●

Исходная таблица носит ориентировочный характер. Интервалы могут сокращаться по условиям эксплуатации. Исходные условия: наработка 6000 ч в год, максимальная окружающая температура +42 °С, среднегодовая не выше +30 °С. Календарные сроки и моточасы приведены как в источнике; правило выбора срока, а также противоречия с разделами 8.3–8.5 требуют согласования.

Приложение А Технические уточнения

Следующие вопросы не разрешаются заменой бренда. Они сохраняются открытыми до проверки по документации фактически поставляемого агрегата. Страницы источника ниже — физические страницы PDF из 41 страницы, включая титул и оглавление.

Вопрос	Источник	Что необходимо уточнить
Комплектация и блок	Прайс, лист «Сухие безмасляные»	Указаны ACI (GE NIEMANN) и GHH-RAND, а ценовая колонка названа «блок ELANG». Уточнить фактический изготовитель и тип блока, применимость размеров и сервисных данных к каждой версии.
Производительность 37 и 45 кВт	Прайс, строки 7–8	Для 4–8 бар дана одна подача 5,6 либо 6,5 м³/мин без опорного давления. В таблице GMP значения не интерполировались.
Контроллер и схема	PDF 14–26; прайс	В прайсе SIEMENS и DANFOSS, источник содержит универсальную панель и пуск Y–Δ. Нужны модели оборудования, версия ПО, схема VSD и реальные уставки.
Защиты	PDF 19–22	Температуры 105/110/115 °С, давление первой ступени 1 МПа при описанной работе около 0,2 МПа, пороги заднего подшипника 0/1 °С и –50 °С требуют подтверждения. Исходные числа не утверждены как настройки GMP.
Условия установки	PDF 7, 28, 37–39	Встречаются 0...+45 °С и предел +42 °С. Уточнить диапазон, допустимость наружной установки и исполнение охлаждения.
Вентиляция	PDF 8	В таблице 3.1 нет единиц и определения потоков (1)/(2); величины таблицы 3.2 с единицей м³/мин требуют проверки. Не использовать их как готовое задание на вентиляцию.
Электрические номиналы	PDF 11–13	Для 110 кВт ток 235 А и NFB с ПЧ 200 А. Есть сечение 90 мм². Нет данных для 400/415 кВт. Требуются расчёт и паспортные токи.
Связь и сообщения	PDF 18, 23–25	8N1 противоречит указанному чётному паритету. Перепутаны сообщения о масле и пластичной смазке; индикатор давления указан при перегреве. Проверить по контроллеру.

Приложение А Продолжение

Вопрос	Источник	Что необходимо уточнить
Обслуживание масла и фильтра	PDF 31–32, 40	Масло: 8000 ч/год в тексте и 6000 ч в таблице. Масляный фильтр: 3000 ч в тексте и 6000 ч в таблице. Утвердить интервалы, масло и фильтры для установленного блока.
Смазка двигателя	PDF 29–31	Уточнить марку, дозу на один или оба подшипника, возможность смазывания при работе. Для 400/415 кВт данных нет. Общие указания о типах смазок не являются спецификацией.
Контроль масла	PDF 31–32	Неясны вид вязкости, база 0,2 г и назначение двух значений межфазного натяжения. Требуется спецификация масла и методика лабораторного контроля.
Изоляция и испытания	PDF 34–38	Изоляция: 5 МОм против более 10 МОм. Для охладителя приведены 10/15 кгс/см ² без привязки к исполнению. Утвердить методики по паспортам узлов.
Консервация	PDF 35–36	250 и 300 мл составов, примеры Ferroguard 1009 и Belzon MA-10, а также ввод через отверстие датчика требуют согласования для сухого блока и требований к чистоте воздуха.
Сводный регламент	PDF 39–41	Часть названий обрезана; две строки «винтовой блок» не различены. Символ ● не расшифрован в легенде. Необходимо уточнить названия, операции и правило календарного ограничения.
Гарантия	PDF 6	Сроки и исключения производителя исходника не назначены автоматически для GMP. Действуют согласованные документы поставки.

Источники и редакционные изменения

1. Переданное руководство «Сухой безмасляный винтовой воздушный компрессор» ELANG, 41 страница. Основные разделы 1–9, состав таблиц и назначения иллюстраций сохранены. Пустая четвёртая страница и ошибочные ссылки оглавления исключены.

2. Прайс GMP за сентябрь 2026 года, лист «Сухие безмасляные», строки 7–22. Цены в эксплуатационное руководство не включены.

3. Указания заказчика от 10 октября 2026 года: серия EVG → GM OF; GM 425 → GM 415; исправление варианта GHH-RAND в строке 185 кВт на 185 кВт. Характеристики моделей — из прайса GMP.

Редакционная правка: «задний охладитель» заменён на «концевой», «охладитель средней температуры» — на «промежуточный»; термины «пустые и загруженные транспортные средства» исправлены на «нагрузку и разгрузку». Повторный номер 6.1 исправлен на 6.2, подразделы воздушного и масляного контуров приведены к последовательной нумерации 4.3–4.5. Ссылка на отсутствующий раздел 5.8 исправлена.

Исправлены явно противоречивые указания о диаметре нагнетательного трубопровода и обслуживании без сброса давления. Неоднозначные операции с заглушкой на выходе, испытанием предохранительного клапана и охладителя, проверкой электромагнита, направлением вращения VSD и консервацией изложены с ограничением применения и сохранением исходных величин для проверки.

Иллюстрации панели переведены для понимания функций. Это не подтверждение русской прошивки или идентичности интерфейса SIEMENS. Разбитые между страницами строки таблиц объединены, числовые значения сохранены; таблицы вентиляции и электрики развёрнуты для удобства чтения.