



1. Описание мотор-редуктора

Мотор-редукторы серии MRD представляют собой цилиндрические соосные мотор-редукторы в легком и надежном алюминиевом корпусе, мощностью 0,06 – 7,5 кВт. Редуктор заправлен высококачественным синтетическим маслом, не требующим замены в течение всего срока службы.

2. Режимы работы мотор-редуктора

От правильности выбора мотор-редуктора во многом зависит долговечность мотор-редуктора и надежность привода в целом. Сложившаяся в России практика выбора мотор-редукторов несколько отличается от зарубежной. Рассмотрим обе методики.

Зарубежная методика выбора мотор-редуктора

При выборе мотор-редуктора по зарубежной методике, мы неизбежно сталкиваемся с так называемым коэффициентом эксплуатации, или сервис-фактором (*F.S.*), который учитывает режим эксплуатации мотор-редуктора. Значения сервис-фактора получены эмпирическим путем на основе опыта эксплуатации и систематизации данных. *F.S.* – учитывает режим работы как электродвигателя, так и редуктора, и, таким образом, является комплексным показателем, характеризующим работу мотор-редуктора, как единой системы.

Для определения режима работы по *F.S.* необходимо знать:

- характер нагрузки;
- продолжительность работы привода в сутки;
- число включений в час.

Продолжительность работы в сутки и число включений в час назначаются проектировщиком машины, исходя из технологического процесса или технического задания на проектирование.

Характер нагрузки определяется по соотношению моментов инерции ротора электродвигателя I_P , [$кг \cdot м^2$] и момента инерции нагрузки, приведенного к ротору электродвигателя I_{np} , [$кг \cdot м^2$]. Приведенный момент инерции нагрузки равен:

$$I_{np} = \frac{I_{нагр}}{i^2}, \text{ где: } i \text{ – передаточное отношение редуктора; } I_{нагр}, [\text{кг} \cdot \text{м}^2] \\ \text{– момент инерции нагрузки на выходном валу редуктора.}$$

Нагрузки условно делятся на три группы:

- **«А»** – спокойная безударная, момент инерции ротора двигателя больше момента инерции нагрузки, приведенного к быстроходному валу: $I_P > I_{np}$ (это условие почти всегда выполняется, если передаточное отношение редуктора достаточно велико). К данному типу нагрузки можно отнести следующие механизмы:

Мешалки для чистых жидкостей, загрузочные устройства для печей, тарельчатые питатели, генераторы, центробежные насосы, транспортеры с равномерно распределенной нагрузкой, шнековые или ленточные транспортеры для легких сыпучих материалов, вентиляторы, сборочные конвейеры, небольшие мешалки, подъемники малой грузоподъемности, подъемные платформы, очистительные машины, фасовочные машины, контрольные машины.

- **«В»** – нагрузка с умеренными ударами, момент инерции нагрузки, приведенный к быстроходному валу не более чем в три раза превышает момент инерции ротора двигателя: $I_{np}/I_P \leq 3$. К данному типу нагрузки относятся:

Мешалки для вязких жидкостей и твердых материалов, ленточные транспортеры, средние лебедки, канализационные шнеки, волоконные установки, вакуумные фильтры, ковшовые элеваторы, краны,



устройства подачи в деревообрабатывающих станках, подъемники, балансировочные машины, резьбонарезные станки, ленточные транспортеры для тяжелых материалов, домкраты, раздвижные двери, скребковые конвейеры, упаковочные машины, бетономешалки, фрезерные станки, гибочные станки, шестеренные насосы, штабелеукладчики, поворотные столы.

- **«С»** – нагрузка с сильными ударами – приведённый момент инерции более чем в три раза превышает момент инерции ротора электродвигателя: $I_{np}/I_p > 3$. Характер нагрузки сказывается, прежде всего, в период пуска/останова привода, поэтому в последнем случае «С», мы рекомендуем использовать устройство плавного пуска для снижения ударных нагрузок на передачу и, как следствие, повышения надёжности и долговечности привода в целом. К данному типу нагрузки относятся: Лебедки и подъемники для тяжелых грузов, экструдеры, резиновые каландры, прессы для кирпича, строгальные станки, шаровые мельницы, мешалки для тяжелых материалов, ножницы, прессы, центрифуги, шлифовальные станки, камнедробилки, цепные черпаковые подъемники, сверлильные станки, эксцентриковые прессы, гибочные станки, поворотные столы, барабаны, вибраторы, токарные станки, прокатные станы, мельницы для цемента.

Таблица определения значения коэффициента $F.S.$:

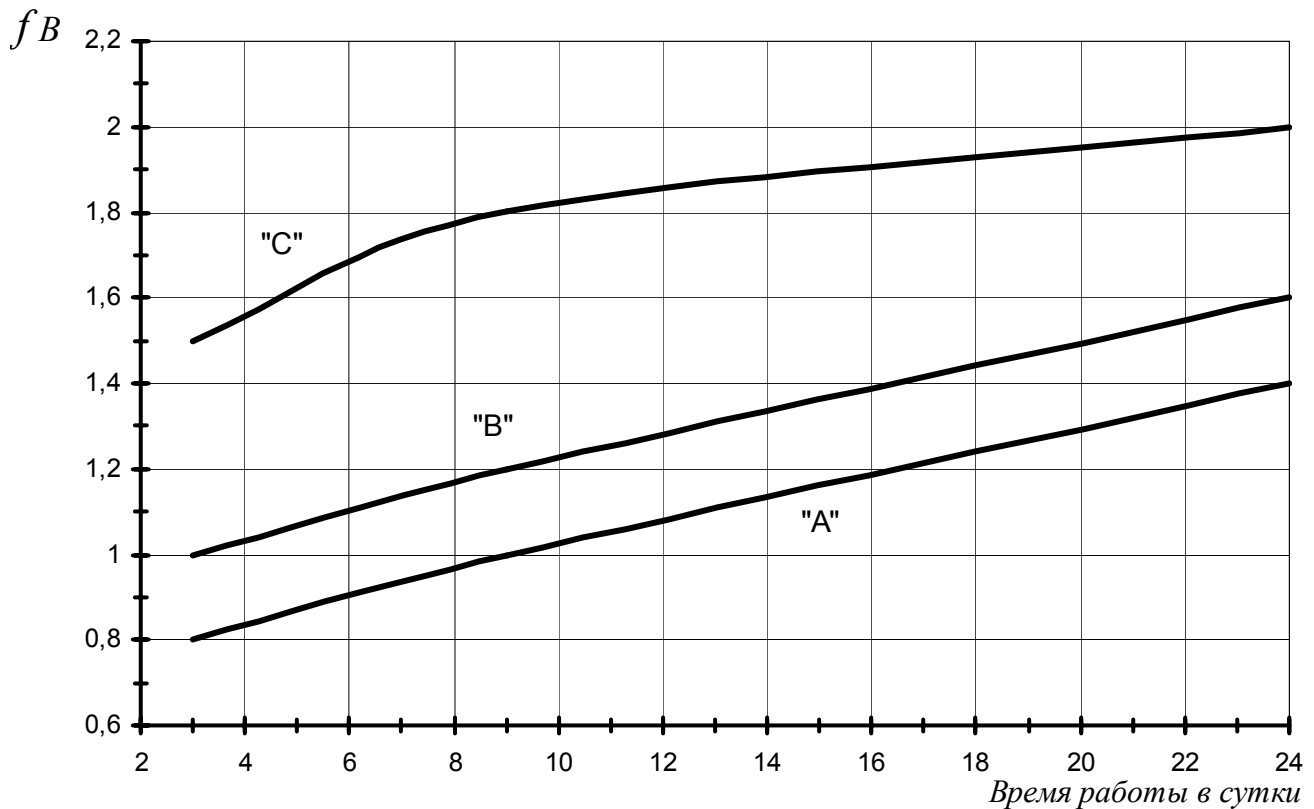
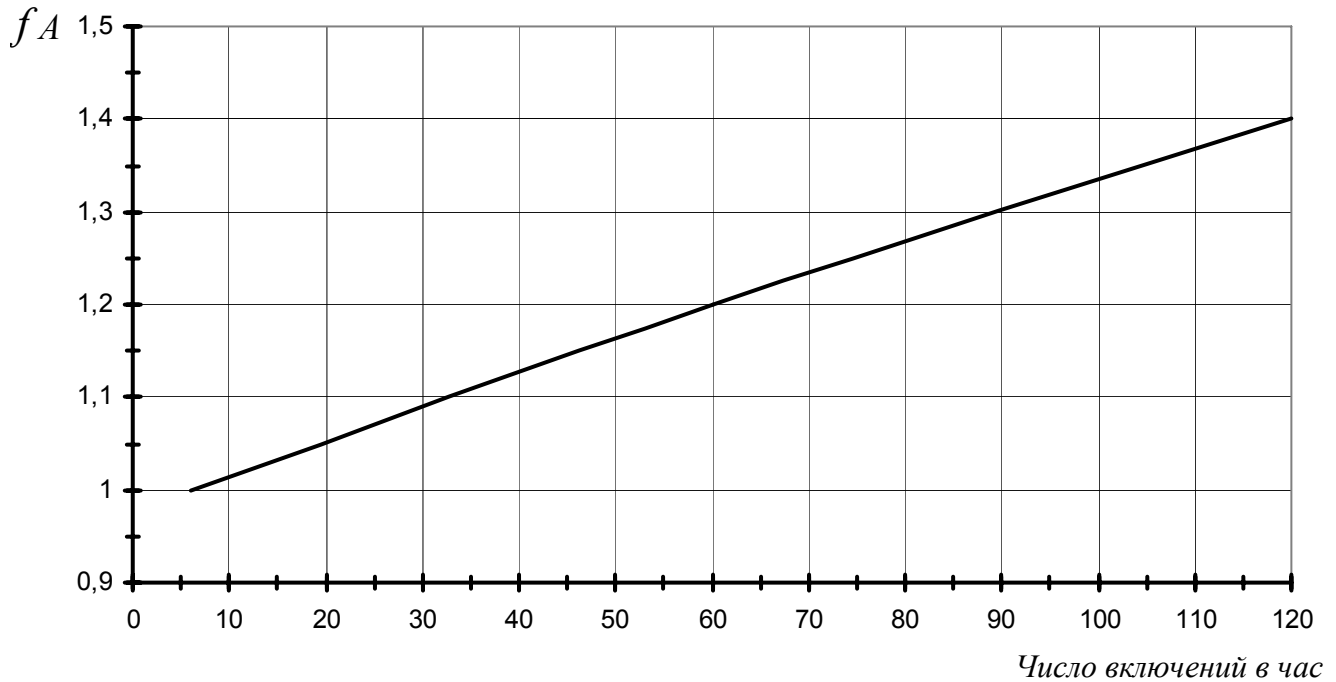
Характер нагрузки и время работы в сутки	«А» Равномерный режим работы $I_p > I_{np}$			«В» Режим работы с уме- ренными ударами $I_{np}/I_p \leq 3$			«С» Режим работы с силь- ными ударами $I_{np}/I_p > 3$		
	3...4	8...10	10...24	3...4	8...10	10...24	3...4	8...10	10...24
Число включений в час									
6	0,8	1,0	1,4	1,0	1,2	1,6	1,5	1,8	2,0
60	1,0	1,2	1,7	1,2	1,4	1,9	1,8	2,2	2,4
120	1,1	1,4	2,0	1,4	1,7	2,2	2,1	2,5	2,8

Если производится уточненный расчет или невозможно определить значение коэффициента $F.S.$, то его можно определить, как произведение двух коэффициентов:

$$F.S. = f_B \cdot f_A, \text{ где: } f_B - \text{ коэффициент, зависящий от характера нагрузки и продолжительности работы привода в сутки,}$$
$$f_A - \text{ коэффициент, зависящий от числа включений в час.}$$



Коэффициенты f_A и f_B определяются по следующим графикам:



ВНИМАНИЕ! Выбирать следует мотор-редуктор с большим коэффициентом эксплуатации $F.S.$, чем расчетный.

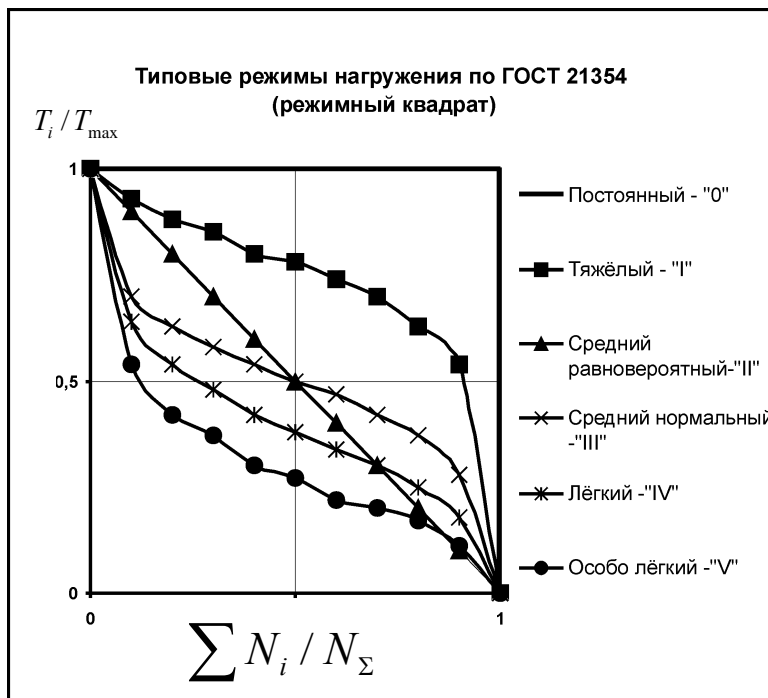


Режим эксплуатации

Действующий в России стандарт на прочностной расчёт цилиндрических зубчатых передач – ГОСТ 21354 вводит понятие о типовых статистических режимах эксплуатации, которые наглядно могут быть представлены в координатах: относительный момент $\frac{T_i}{T_{\max}}$, где T_i – соответствующий момент в гистограмме нагрузок, T_{\max} – наибольший длительно действующий момент, и относительное число циклов $\frac{\sum N_i}{N_{\Sigma}}$, где $\sum N_i$ – суммарное число циклов действия соответствующего момента T_i в гистограмме нагрузок, N_{Σ} – суммарное число циклов нагружения за всё время работы привода.

Этот график носит название «режимного квадрата» и на нём представлены:

«0» – непрерывный режим эксплуатации $\frac{T_i}{T_{\max}} = 1$; $\frac{\sum N_i}{N_{\Sigma}} = 1$; характерный для приводов машин непрерывных технологических процессов, например, непрерывной разливки стали;



«I» – тяжёлый режим эксплуатации – отношение средневзвешенного момента к максимальному 0,77 – режим, характерный для горных машин;

«II» – средний равновероятный режим, упомянутое отношение моментов 0,5 – режим характерный для интенсивно эксплуатируемых машин автоматизированных производств;

«III» – средний нормальный режим – отношение моментов 0,5 – режим эксплуатации большинства универсальных машин, например, конвейеров;

«IV», «V» – лёгкий и особо лёгкий режимы эксплуатации – отношения средневзвешенного момента к максимальному соответственно 0,42 и 0,31 – режимы характерные для универсальных станков, конвейеров

для штучных грузов и т.п.

Понятие о режимах эксплуатации широко используется в подъёмно-транспортном машиностроении, где режимы эксплуатации кранов и их механизмов в России нормированы стандартами ГОСТ 25546-82; ГОСТ 25835-83; и соответствующим им более поздним стандартом ISO 4301/1-86.

Продолжительность включения электродвигателя (ПВ%) определяется за 10 минут работы, как отношение времени работы двигателя к суммарному времени цикла с учётом пауз, в течение которых двигатель остывает.

Таким образом, в настоящее время для оценки нагруженности редуктора используют статистические типовые режимы «0 – V» по ГОСТ 21354; для электродвигателей – режимы «S1 – S10» по IEC 34-1, или ПВ% по нормам Госгортехнадзора.

Соответствие методик выбора мотор-редукторов:

Для установления соответствия между коэффициентом сервис фактора и типовыми статистическими режимами эксплуатации были проведены исследования под руководством д.т.н. П.К. Попова на кафедре «Детали машин» в МГТУ им. Н.Э. Баумана. Данные исследования показали, что несмотря на различный метод определения коэффициента сервис-фактора и режимов эксплуатации, существует однозначная зависимость между коэффициентами сервис фактора и режимами эксплуатации по ГОСТ 21354. Данные по соответствию режимов эксплуатации и коэффициента сервис фактора приведены в табл. 1.

Таблица 1

Режим эксплуатации по ГОСТ 21354	«0» – непрерывный	«I» – тяжёлый	«II» – средний равновероятный.	«III» – средний нормальный	«IV» – лёгкий	«V» – особо лёгкий
Режим работы по ГОСТ 25835	6M	5M	4M	3M	2M	1M
Режим по правилам Госгортехнадзора	«BT» ПВ63-100%	«Т» ПВ40-63%	«С» ПВ25-40%	«С» ПВ25-40%	«Л» ПВ16-25%	«Л» ПВ<16%
FS	2,8 – 3,0	2,4 – 2,6	1,8 – 2,0	1,8 – 2,0	1,4 – 1,6	1,1 – 1,3

3. Техника безопасности при монтаже, обслуживании и эксплуатации

- 1) Элементы, соединяющие мотор-редуктор с исполнительными механизмами, должны быть надежно защищены предохранительными кожухами.
- 2) Редуктор не требует замены масла в течение всего срока службы, однако в случае возникновения необходимости, доливку или замену масла следует производить только после полной остановки мотор-редуктора и отключения его от питания.
- 3) Температура сливаемого масла может превышать 90°C. При его сливе следует принять меры, исключающие возможность ожогов обслуживающего персонала.
- 4) При эксплуатации мотор-редуктора должны быть приняты меры по надежному заземлению.
- 5) При производстве монтажных или ремонтных работ должны соблюдаться в установленном порядке действующие правила и инструкции по технике безопасности при проведении монтажных работ.
- 6) Проведение электромонтажных работ должно осуществляться только квалифицированным персоналом, имеющим допуск на проведение таких работ.
- 7) При монтаже и эксплуатации мотор-редуктора следует соблюдать следующие меры безопасности:
 - ! выполняемые работы по монтажу мотор-редуктора в привод проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.3.002-91, ГОСТ 12.3.009-91, ГОСТ 12.2.007.0-91, ГОСТ 12.2.007.1-91, ГОСТ 19523-81;
 - ! включать мотор-редуктор только после его закрепления и заземления по ГОСТ 19523-81; ГОСТ 12.2.007.0-91; ГОСТ 12.2.007.1-91;
 - ! оградить вращающиеся детали на конце выходного вала мотор-редуктора;
 - ! при демонтаже мотор-редуктора нагрузки с валов должны быть сняты, а двигатель отключен от сети питания.



4. Эксплуатация

- 1) Эксплуатационные консольные и осевые нагрузки на выходном валу не должны превышать допустимых (см. Паспорт).
- 2) Рабочее положение редуктора должно соответствовать выбранному варианту установки, зафиксированному в Паспорте мотор-редуктора.
- 3) Эксплуатацию мотор-редуктора производить при температуре окружающей среды от -25°C до $+40^{\circ}\text{C}$, если при заказе не был оговорен другой диапазон температур.
- 4) Запрещается производить полную или частичную разборку мотор-редуктора в период действия гарантии.
- 5) В случае необходимости, для долива следует применять такое же масло, какое было залито в редуктор на заводе-производителе.



ВНИМАНИЕ! Перед подключением мотор-редуктора к сети переменного тока убедитесь в правильной коммутации обмоток электродвигателя (треугольник/звезда).

За неправильную коммутацию обмоток электродвигателя предприятие-изготовитель ответственности не несет. Схема подключения должна соответствовать схеме, изображенной на внутренней стороне крышки клеммной коробки электродвигателя.

5. Монтаж мотор-редуктора

- 1) Перед установкой мотор-редуктора следует очистить присоединительные и установочные поверхности от консерванта и загрязнений.
- 2) Точность исполнения присоединительных поверхностей сопрягаемых элементов должна соответствовать: ВАЛ - ISO h6, ОТВЕРСТИЕ - ISO H7. При необходимости следует использовать соединительные муфты, компенсирующие несоосность и перекосы вала редуктора и совмещаемого с ним узла.
- 3) Радиальные и осевые нагрузки на входной и выходной валы при монтаже не должны значительно превышать допустимых эксплуатационных нагрузок, установленных предприятием-изготовителем (см. Паспорт). Категорически запрещается подгонка деталей по месту с приложением ударных нагрузок. Наличие забоев от ударов, вмятин, трещин на корпусе и элементах редуктора не допускается.
- 4) Поверхности валов перед монтажом рекомендуется покрыть тонким слоем графитовой смазки.
- 5) Установка полумуфты на выходной вал мотор-редуктора должна производиться плавной запрессовкой (монтаж с помощью приспособлений ударного действия запрещен);
- 6) Не допускается контакт мотор-редуктора с агрессивными веществами, без согласования с сервисной службой фирмы-продавца изделия.

6. Обслуживание

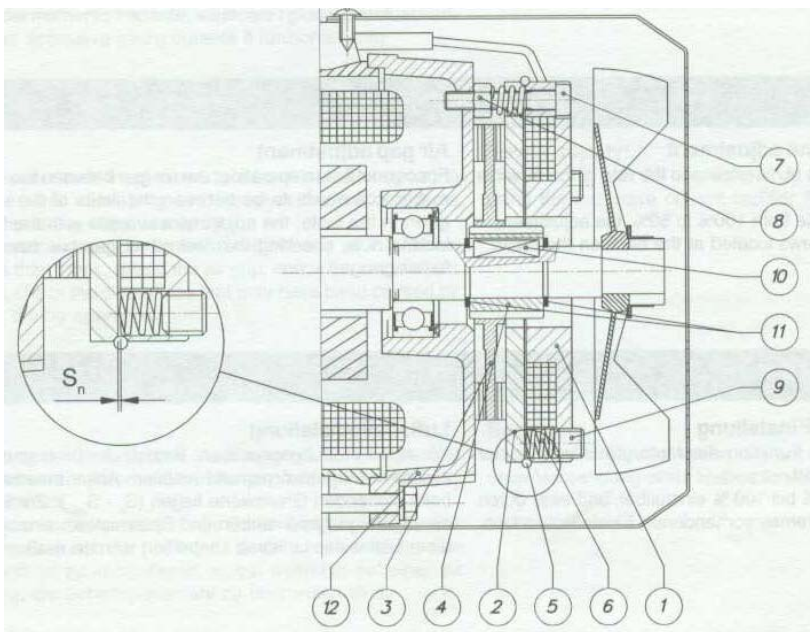
- 1) Техническое обслуживание мотор-редуктора производится на месте его эксплуатации обслуживающим персоналом, ознакомленным с настоящей Инструкцией.
- 2) Ежедневное обслуживание:
 - Очистить поверхность редуктора от грязи;
 - Провести внешний осмотр на предмет выявления утечек масла;



- 3) Редукторы заправляются на заводе синтетическим маслом, обеспечивающим стабильную работу редуктора в течение всего срока службы, без его замены!
- 4) При появлении в процессе длительной эксплуатации мотор-редуктора подтеков масла, повышенного нагрева корпуса ($> 90^{\circ}\text{C}$), повышенного шума, стука и т.п. привод должен быть остановлен для осмотра, выявления причины и устранения обнаруженных неисправностей.

Для пользователей изделий, оснащенных электродвигателями с электромагнитным тормозом.


Конструкция нормально замкнутого тормоза достаточно проста и надежна, поэтому в процессе эксплуатации тормоз практически не требует проведения технического обслуживания, кроме проведения регулировки рабочего зазора (S_n) и усилия торможения. Такая необходимость может возникнуть из-за того, что при работе электродвигателя с тормозом происходит постепенный износ фрикционных элементов, расположенных на тормозном диске (3), вследствие чего уменьшается сила прижатия прижимного диска (2) пружинами (6), следовательно уменьшается развиваемый тормозной момент. По этой причине необходимо периодически проводить техническое обслуживание электродвигателя с регулировкой силы прижатия.



- 1 – корпус электромагнита
- 2 – прижимной диск
- 3 – тормозной диск
- 4 – шлицевая втулка или втулка со шпонкой 10 (в зависимости от модели)
- 5 – защитное кольцо (не на всех моделях)
- 6 – комплект прижимных пружин сжатия
- 7 – регулировочный винт
- 8 – контргайка
- 9 – винт регулировки усилия (не на всех моделях)
- 11 – стопорные кольца
- 12 – задний щит электродвигателя



ВНИМАНИЕ! Конструкция тормоза, установленного на Ваше изделие, может отличаться от описанной в настоящей инструкции. В случае возникновения вопросов по обслуживанию тормоза обратитесь в службу технической поддержки фирмы-поставщика

	Промышленная Группа "Приводная Техника"	
	Инструкция по эксплуатации цилиндрических мотор-редукторов серии MRD	Лист 8/9

Описание работы нормально замкнутого электромагнитного тормоза

При снятом напряжении с обмоток тормоза прижимной диск (2) прижимается пружинами (6) к тормозному диску (10), в результате чего образуется пара сухого трения. Возникающая сила трения препятствует провороту вала электродвигателя.

Между корпусом электромагнита (1) и прижимным диском (2) имеется зазор (S_n), величина которого должна лежать в определенных пределах, чтобы обеспечить нормальную работу тормоза. Регулировка величины зазора производится на заводе и контролируется при помощи специальных щупов. В процессе эксплуатации данную регулировку рекомендуется выполнять, когда увеличивается время срабатывания тормоза и/или уменьшается тормозной момент.

После подачи напряжения на обмотки тормоза диск (2) притягивается к корпусу электромагнита (1). При этом диск перемещается в сторону крышки двигателя на величину установленного зазора. Таким образом, между тормозным и фрикционным дисками образуется зазор, обеспечивающий беспрепятственное вращение вала электродвигателя.

Методика выполнения регулировки тормоза

Если в процессе эксплуатации возникает необходимость регулировки тормоза, следуйте следующей методике:

1. Демонтировать электродвигатель или мотор-редуктор из приводного механизма и отключить электродвигатель от питания.
2. Отвернуть защитный кожух электродвигателя
3. Снять крыльчатку охлаждения электродвигателя с помощью съемника.
4. Ослабить контргайки 8.
5. Осуществить регулировку рабочего зазора путем откручивания/закручивания регулировочных винтов 7.
6. Установив равномерный зазор S_n равным 0,2-0,4 мм (в зависимости от типа тормоза) затянуть контргайки 8.
7. Установить защитный кожух электродвигателя.
8. Подключив электродвигатель к питанию, осуществить пробный пуск электродвигателя.
9. Контролировать наличие шума в тормозе, вызванного контактом вращающегося тормозного диска и прижимного диска. Контакт не допускается. Если тормозной диск задевает прижимной диск необходимо осуществить повторную регулировку, увеличив рабочий зазор S_n .
10. Осуществить полную сборку электродвигателя, в порядке обратном его разборке.



ВНИМАНИЕ! К регулировке тормоза допускаются лица, ознакомленные с настоящей инструкцией!

Для более точной настройки момента торможения рекомендуется выполнять регулировку с использованием динамометрического ключа для контроля величины момента, развиваемого тормозом. Точная настройка момента торможения осуществляется электродвигателем, отсоединенном от редуктора.

Если у Вас возникла необходимость произвести регулировку зазора между фрикционным диском и корпусом, рекомендуем дополнительно проконсультироваться со службой технической поддержки фирмы-поставщика.



7. Смазка мотор-редукторов

Редукторы, если не оговорено особо, поставляются заправленные синтетическим маслом, которое рассчитано на весь срок службы редуктора. Кроме того, в подшипники заложена консистентная смазка. Марка залитого масла указывается в Паспорте изделия.

Если в процессе эксплуатации возникнет необходимость в замене масла, для заправки редуктора могут быть использованы только рекомендованные марки масла (см. таблицу 2).

Рекомендованные типы смазок

Таблица 2

Изготовитель	Марка синтетического масла
IP	TELIUM VSF
SHELL	TIVELA S220(320)
AGIP	BLASIA S320
MOBIL	GLYGOYLE 630
CASTROL	ALPHASYN PG 320

Примечание: приведенные в таблице 2 марки масла, предназначены для эксплуатации изделия при температуре окружающей среды $-25^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$.

8. Условия хранения

- 1) Допускается хранение мотор-редуктора как в составе агрегата, так и отдельно от него.
- 2) Хранение мотор-редуктора на открытых площадках нежелательно. В этом случае мотор-редуктор должен быть законсервирован и укрыт от непосредственного воздействия осадков и солнечной радиации.
- 3) При хранении в помещениях с возможными перепадами температуры более 10°C или с возможным понижением температуры до $+5^{\circ}\text{C}$ и ниже, а также при любом выведении мотор-редуктора из эксплуатации на срок более 30 суток должны быть проведены работы по консервации.
- 4) Требования по консервации:
 - посадочные и стыковочные поверхности валов и фланцев, а также установочные поверхности корпусов должны быть покрыты защитным слоем антикоррозионной смазки;
 - необходимо исключить возможность попадания влаги, пыли а так же посторонних предметов в клеммную коробку электродвигателя.