

## ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ

Согласно закону об ответственности за качество изделий и в целях защиты пользователя компания предоставляет инструкции с указанием опасностей, возникающих в результате ненадлежащего применения.

- Обслуживающий персонал и персонал по монтажным работам должен основательно ознакомиться с руководством по монтажу и эксплуатации.
- Все работы должны проводиться только специально обученным персоналом.
- Организация, осуществляющая эксплуатацию, несет ответственность за соблюдение инструкций по эксплуатации и технике безопасности.
- Настоящие инструкции по эксплуатации не содержат общепринятые правила техники безопасности, касающиеся предупреждения несчастных случаев.
- Организация, осуществляющая эксплуатацию, несет ответственность за соблюдение настоящих инструкций и должна ознакомить с их содержанием привлеченных инженеров по монтажу.
- Бесперебойная эксплуатация гарантируется только при выполнении работ по установке и техобслуживанию согласно предписаниям в области машиностроения и электротехники.
- Эксплуатация двигателя разрешается только при соответствии указанных на заводской табличке данных инструкциям в подтверждении заказа.
- В случае несоответствия требуется письменное разрешение.

- Настоящие инструкции по эксплуатации относятся к стандартному исполнению.
- Специальное исполнение и варианты не учитываются.
- Особые ситуации и случайности не учитываются.
- Если данное руководство не содержит необходимые инструкции, незамедлительно свяжитесь с компанией.
- В случае неправильного функционирования выключите двигатель.
- Установки, которые в случае неисправности или останова могут привести к травмам персонала или материальному ущербу, должны быть оборудованы сигнальными устройствами или аварийными агрегатами, требующими регулярного техобслуживания.
- Производитель не несет ответственности при несоблюдении инструкций по эксплуатации.
- При перепродаже двигателя перед вводом в эксплуатацию необходимо передать или разъяснить инструкции по установке и эксплуатации, а также указанные в подтверждении заказа ограничения эксплуатации.

## ГАРАНТИЯ

- Гарантия является одним из условий поставки. Все ремонтные или восстановительные работы во время гарантийного срока должны выполняться персоналом компании или персоналом, назначенным с ее письменного согласия. При несоблюдении этого указания гарантийные претензии не принимаются.
- Гарантия не распространяется на изнашивающиеся детали.
- Гарантия имеет силу только в случае эксплуатации двигателя в

соответствии с указанными на заводской табличке данными и инструкциями в подтверждении заказа.

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

Данное руководство содержит общие сведения о важнейших конструкционных и функциональных характеристиках погружных двигателей. Кроме того, данное руководство содержит предписания, которые должен соблюдать персонал при работе с двигателями после поставки с завода; они в особенности адресованы инженерам по монтажу и ремонту, складским работникам, дилерам и т. д.

## **ИНСТРУКЦИИ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ**

При получении проверьте надлежащее состояние поставки двигателей.

Проверьте на предмет повреждений при транспортировке.

Если устанавливается наличие повреждений при транспортировке, немедленно сообщите в транспортную организацию.

Особое внимание обратите на то, чтобы двигатели не подвергались ударам.

Запрещается использовать соединительный кабель для подъема двигателей, так как при этом возможны повреждения выходной изоляции кабеля.

Гарантия на двигатели действительна только при условии соблюдения указанных в данном руководстве инструкций.

## 1. ОПИСАНИЕ

### 1.1. Конструкция

Погружной двигатель Mercury представляет собой асинхронный трехфазный двигатель с короткозамкнутым ротором. Обмотка выполнена из абсолютно водостойкого специального провода.

Благодаря этому обеспечивается непосредственный контакт обмотки с водой, которой полностью заполняется двигатель.

Содержащаяся в двигателе вода служит для эффективного охлаждения обмотки, а также выполняет функцию смазки подшипников с бронзовыми вкладышами и упорных подшипников.

### 1.2. Охлаждающая жидкость

Двигатели заполняются водой с добавлением 15-процентного нетоксичного жидкого антифриза. Эта жидкость предохраняет двигатели при низкой температуре. Кроме того, она служит ингибитором для защиты от ржавления и способствует улучшению смазки. Используйте только смазку Glykol Dow Frost 1.2.3. производства компании Dow Chemikals.

### 1.3. Изоляция

Обмоточный провод имеет изоляцию из поливинилхлорида. Провод и кабель соединяются специальными изоляционными лентами, которые обеспечивают абсолютную водостойкость (см. пункт 5.6.1).

### 1.4. Тепловое расширение

Образующаяся в ходе эксплуатации температура вызывает расширение содержащейся внутри двигателя жидкости. Для увеличения объема жидкости двигатель оснащен

компенсационной резиновой мембраной, обеспечивающей расширение жидкости без значительного повышения давления.

Двигатель оснащен также воздушным клапаном, который выпускает жидкость при чрезмерном повышении температуры.

При первом пуске клапан обеспечивает вытекание жидкости и перемещение воздушных пузырьков, осевших на верхней стороне двигателя.

Обратите внимание, что в воде постоянно находится воздух в виде пузырьков, которые при вращении двигателя поднимаются на поверхность.

После первого пуска двигателя содержащаяся в нем жидкость достигает необходимого уровня; при последующем пуске воздушный клапан больше не срабатывает; компенсационная мембрана достаточного размера обеспечивает компенсацию теплового расширения.

### 1.5. Упорный подшипник

Упорный подшипник состоит из основания, на котором устанавливаются изготовленные из твердой легированной стали колодки (неподвижный узел), скользящие на графитовой шайбе (вращающийся узел).

Между колодками и графитовой шайбой образуется канал (водяная пленка), обеспечивающий подвижный контакт.

Образование канала между обеими поверхностями предотвращает возможность износа.

Идеальные условия эксплуатации гарантируют длительный срок службы.

Наиболее часто приводят к повреждению следующие факторы.

– Колебания, вызванные недостаточной балансировкой вращающихся деталей, износа

рабочих колес насоса, использования насоса не по назначению, некорректного подключения двигателя к насосу.

- Слишком высокое осевое давление. Нагрузка на упорный подшипник не должна превышать установленное максимальное значение. Если насос создает слишком высокое гидравлическое давление, требуется гидравлическая балансировка всех или отдельных деталей рабочих колес.
- Вода с содержанием песка или другие остатки в колодце могут привести к попаданию песка в двигатель. Попадание песка между графитовой шайбой и упорным подшипником приводит к быстрому разрушению.

### 1.6. Соединительный кабель

В комплект двигателей входят три однополюсных кабеля разной длины типа H07RNF. Длина кабеля для двигателей 6", 8", 10" составляет 3 м, в комплект двигателей 12" входит кабель длиной 5 м. Кабель подключается внутри двигателя.

### 1.7. Охлаждение

Для охлаждения двигателя должны быть постоянно полностью погружены в воду. Двигатели предназначены для эксплуатации при температуре воды не более 25°C. При повышении температуры до 40°C мощность двигателя понижается. При более высокой температуре следует использовать специальный провод.

### 1.8. Эксплуатация

Двигатели предназначены для длительной эксплуатации. Допустимое максимальное число пусков в час:

- для двигателей 6" : 15 пуск/ч
- для двигателей 8" : 10 пуск/ч
- для двигателей 10" : 8 пуск/ч
- для двигателей 12" : 4 пуск/ч

### 1.9. Вращение

Двигатели могут вращаться по часовой стрелке и против нее.

## 2. ХРАНЕНИЕ

Двигатели должны храниться в сухом и закрытом месте, по мере возможности в вертикальном положении.

Убедитесь, что фланец муфты насоса покрыт защитным слоем или консистентной смазкой для предотвращения образования ржавчины.

Перед эксплуатацией запустите двигатель на холостом ходу, чтобы жидкий антифриз смешался быстрее. Содержащийся в двигателе антифриз обеспечивает хранение при минимальной температуре -20°C. При более низкой температуре следует увеличить объем антифриза.

## 3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ПЕРЕД УСТАНОВКОЙ

**3.1.** Проверьте соответствие характеристик двигателя режиму работы. Проверьте напряжение, частоту и мощность.

**3.2.** Двигатели поставляются уже наполненные водой. Перед установкой необходимо проверить, не понизился ли уровень. При наполнении образуются воздушные пузырьки, которые поднимаются к поверхности вместе с постоянно выделяющимися в воде воздушными пузырьками. Для проверки уровня установите двигатель в вертикальное положение (рис. 3).

- Открутите воздушный клапан А.
- Долейте чистой воды с помощью шприца или воронки до вытекания из отверстия.
- Проверьте, не засорен ли клапан.
- Установите клапан на прежнее место.

Проверьте, не был ли двигатель поврежден при транспортировке, в особенности убедитесь в отсутствии повреждений соединительного кабеля, которые могут снизить качество изоляции.

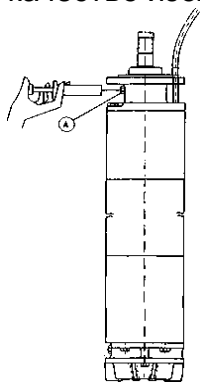


Рис. 3

**3.3.** Измерьте сопротивление изоляции.

Для нового двигателя сопротивление после длительного хранения должно составлять не менее 50 МОм, при эксплуатации — не менее 1 МОм

#### **4. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ К НАСОСУ**

Установите двигатель в вертикальное положение. Снимите защитный колпачок вала. Тщательно очистите поверхности фланцев двигателя и насоса.

Подсоедините насос к двигателю, прижимая муфту к валу двигателя. Запрещается забивать муфту с помощью молотка.

Удары могут повредить упорный подшипник.

Некорректное подключение приводит к колебаниям и становится причиной заедания подшипников с бронзовыми вкладышами.

#### **5. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ**

При выборе и подключении соединительного кабеля необходимо учесть следующие характеристики.

**5.1.** Сечение кабеля должно соответствовать мощности двигателя, длине линии и пусковой системе.

**5.2.** Производитель поставляет кабель для эксплуатации в воде под напряжением 600 В (под напряжением питающей сети не более 380 В).

**5.3.** Кабель не должен обнаруживать следов сильного истирания.

**5.4.** Для точного определения сечения кабеля необходимо знать следующие параметры.

- Номинальное напряжение двигателя.
- Номинальный ток двигателя.
- Общую длину соединительного кабеля.

Кроме того, учитывайте следующие условия.

- Мощность кабеля (ампер) должна быть выше номинального тока двигателя.
- Падение напряжения в соединительном кабеле должно быть ниже 3%.

Проведите данный расчет с помощью номограммы падения напряжения, приведенной на стр. 8.

Пример расчета.

Необходимо рассчитать сечение кабеля двигателя при номинальном токе 36 А и номинальном напряжении 220 В, длине кабеля 60 метров (стр. 6).

По таблице мощности кабеля 220 В определяем, что в данном случае должен использоваться кабель 10 мм<sup>2</sup>.

Теперь следует проверить, составляет ли падение напряжения на линии менее 3%.

Для этого используйте номограмму падения напряжения (стр. 8).

- На шкале тока найдите точку, соответствующую номинальному напряжению двигателя.
- Из этой точки поднимитесь вверх по вертикали до пересечения горизонтальной линии, соответствующей длине кабеля (считайте на вертикальной шкале справа).
- Из этой точки пересечения двигайтесь по диагонали до пересечения с горизонтальной линией, соответствующей подходящему сечению кабеля.
- Если напряжение двигателя составляет 380 В, поднимитесь из этой последней точки вверх по вертикали и считайте падение напряжения в %.
- Если напряжение не равно 380 В, двигайтесь из последней точки (на горизонтали, соответствующей кабелю) вертикали до пересечения с горизонтальной линией, соответствующей 380 В.
- Из этой точки двигайтесь по диагонали до пересечения с горизонтальной линией, соответствующей напряжению двигателя (считайте на второй вертикальной шкале справа).
- Из этой точки двигайтесь по вертикали вверх и считайте падение напряжения в %.
- Если полученное падение напряжения выше 3%, следует выбрать кабель большего диаметра, чтобы после повторения описанной процедуры падение напряжения составляло менее 3%.

Для облегчения выбора кабеля приводятся две таблицы (одна для напряжения 220 В, другая — 380 В), в которых указан максимальный ток

для сечения и длины кабеля; чтобы ограничить падение напряжения на 3%, соблюдайте установленную максимальную силу тока кабеля в амперах.

## 5.5. Прокладывание кабельных соединений

**5.5.1.** Разрежьте концы проводов на три отрезка разной длины для выполнения сравнительного соединения в разных местах кабеля.

**5.5.2.** Подготовьте концы кабеля к соединению, для этого удалите кабельную оболочку из неопрена с 3 проводов длиной прибл. 6-10" в зависимости от диаметра.

**5.5.3.** Затем удалите прибл. 2 см резины на всех 6 подсоединяемых концах проводов.

**5.5.4.** Переплетите и запаяйте проводники одинакового цвета.

**5.5.5.** Очистите изолируемую поверхность бензолом или бензином и после высыхания обмотайте каждое соединение 3 или более слоями изоляционной ленты с артикульным № 23 (от 3M-Minnesota). Повторите эту процедуру с другой лентой, плотно обмотайте предварительно подготовленные провода, захватывая при этом некоторую длину внешней кабельной оболочки (см. рис. 5).

**5.5.6.** Плотнo обмотайте соединение двумя или более слоями изоляционной ленты с артикульным № 50 (от 3M-Minnesota) или аналогичной (см. рис. 6).

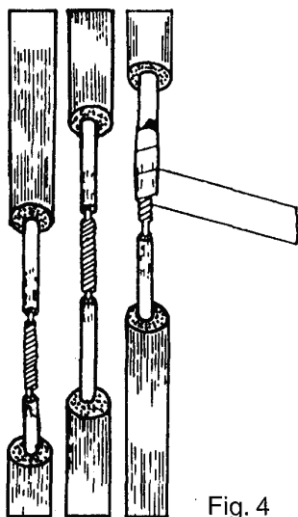


Рис. 4

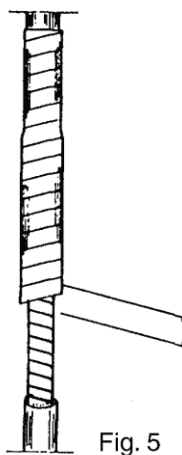


Рис. 5

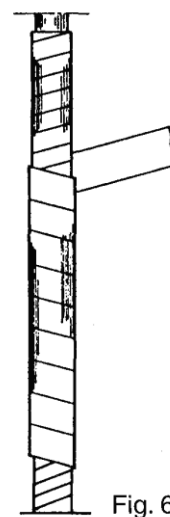


Рис. 6

**При выборе сечения кабеля в соответствии с потреблением тока и длиной соединительного кабеля падение напряжения не должно превышать 3%**

Длин а, м	Сечение в мм <sup>2</sup>													
	2,5 А	4 А	6 А	10 А	16 А	25 А	35 А	50 А	70 А	95 А	120 А	150 А	185 А	240 А
30	27	40	52	71	96	127	157	190	242	293	339	390	444	522
40	21	33	50	71	96	127	157	190	242	293	339	390	444	522
50	17	26	40	66	96	127	157	190	242	293	339	390	444	522
60	14	22	33	55	88	127	157	190	242	293	339	390	444	522
70	12	19	28	47	75	118	157	190	242	293	339	390	444	522
80	10	17	25	41	66	103	144	190	242	293	339	390	444	522
90	-	15	22	37	59	92	128	183	242	293	339	390	444	522
100	-	13	20	33	53	83	116	165	231	293	339	390	444	522
120	-	11	17	28	44	69	96	138	193	261	330	390	444	522
140	-	-	14	24	38	59	83	118	165	224	283	354	436	522
160	-	-	12	21	33	52	72	103	144	196	248	309	382	495
180	-	-	11	18	29	46	64	92	128	174	220	275	339	440
200	-	-	10	17	26	41	58	83	116	157	198	248	305	396
250	-	-	-	13	21	33	46	66	92	125	158	198	244	317
300	-	-	-	11	18	28	39	55	77	105	132	165	204	264
350	-	-	-	-	15	24	33	47	66	90	113	141	174	226
400	-	-	-	-	13	21	29	41	58	78	99	124	153	198
450	-	-	-	-	12	18	26	37	51	70	88	110	136	176
500	-	-	-	-	11	17	23	33	46	63	79	99	122	158
600	-	-	-	-	-	14	19	28	39	52	66	83	102	132
700	-	-	-	-	-	12	17	24	33	45	57	71	87	113
800	-	-	-	-	-	10	14	21	29	39	50	62	76	99
900	-	-	-	-	-	-	13	18	26	35	44	55	68	88
1000	-	-	-	-	-	-	12	17	23	31	40	50	61	79



## 6. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

### 6.1. Общие сведения

Двигатель соединяется с панелью управления с помощью соединительного кабеля, на панели имеются необходимые устройства управления и предохранительные устройства. Так как электрические или механические неисправности приводят к повреждению обмотки двигателя, необходимо установить подходящие и эффективные устройства управления и предохранительные устройства. Несоблюдение требований к установке подобных устройств может привести к серьезным повреждениям. Рекомендуется надлежащее заземление панели.

### 6.2. Предохранительные устройства

На всех контроллерах с прямым пуском либо пуском по комбинации «треугольник-звезда» необходимо предусмотреть следующее.

- Защита от тока перегрузки.
- Защита от короткого замыкания.

Данные предохранительные устройства должны быть трехфазными.

### 6.3. Автоматический выключатель

При выборе выключателя необходимо проверить следующее.

- Выключатель соответствует рабочему напряжению.
- Его мощность соответствует потреблению тока насосной установкой в существующих условиях эксплуатации, при этом контакты не нагреваются.
- Выключатель имеет соответствующую мощность отключения, чтобы в период размыкания ток перегрузки не повредил контакты. Повреждение контактов может привести к повреждению двигателя.

### 6.4. Направление вращения

Двигатель Mercury может вращаться в обоих направлениях, однако в случае подключения к центробежному насосу возможно вращение только в определенном направлении.

Для определения правильного направления вращения выполните следующие действия.

- Приоткройте клапан или задвижку в напорной магистрали, чтобы выпустить содержащийся в трубопроводе воздух; запустите насос и проверьте напряжение соединительного кабеля.
- Убедитесь, что значение давления соответствует заданному.
- Отсутствие давления в напорной магистрали или сильно пониженное давление по сравнению с заданным свидетельствует о неправильном направлении вращения установки. Выполните проверку, чтобы избежать вращения установки в неправильном направлении.
- В этом случае следует изменить направление вращения, поменяв местами 2 фазы на соединительном кабеле.

### 6.5. Калибровка термореле

Регулировка термореле выполняется следующим образом.

- Запустите насос, после открытия клапана или задвижки проверьте правильность значений напряжения и тока и дайте насосу поработать при заданных условиях по меньшей мере 15 минут.
- Для останова агрегата медленно поверните в правильном направлении защелку или установочный винт одного реле.
- Чтобы увеличить порог срабатывания реле на 10%, поверните защелку в противоположном направлении

(обычно значение регулировки указывается на защелке).

- Снова включите агрегат и прибл. через 15 минут эксплуатации аналогичным образом повторите процедуру регулировки на втором и третьем реле.

подсоединяемого к двигателю, в киловаттах и килоамперах.

**ВНИМАНИЕ.** Если реле также не срабатывает во время регулировки минимального значения, то недостаточно мощности выключателя или он не работает: **замените выключатель.**

**ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ.** После вышеупомянутой регулировки выключателя, агрегат должен работать правильно; если при срабатывании предохранительного термореле насос останавливается, **необходимо выяснить причины срабатывания реле.**

**Категорически запрещается изменять процедуру регулировки. Необходимо установить причину срабатывания реле!**

### 6.6. Предохранители

На входе соединительного кабеля устанавливается группа из трех предохранителей для общей защиты панели. Убедитесь, что мощность трех предохранителей одинакова и лишь немногим ниже значения максимального тока, необходимого установке. При замене одного или двух предохранителей устанавливайте аналогичные. Если предохранитель в группе не соответствует определенным параметрам, возможна работа в однофазном режиме.

### 6.7. Мощность генератора

Если невозможно подключить двигатель к сети питания, выберите подходящий генератор. Для выбора генератора воспользуйтесь таблицей значений мощности генератора,

<b>МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ Л.С.</b>	<b>МИНИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА кВт</b>	<b>МИНИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ ГЕНЕРАТОРА кВ•А</b>
3	6	7,5
4	8	10
5,5	10	12,5
7,5	12,5	15,6
10	15	18,8
12,5	18,8	23,5
16	22,5	28
17,5	26,4	33
20	30	37,5
25	40	50
30	45	56,5
35	52,5	65
40	60	75
50	75	94
60	90	112,5
70	105	131
80	120	150
90	135	170
100	150	190
125	185	230
150	210	260

## **7. МОНТАЖ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ**

При опускании насосной установки не допускайте ударов, столкновений и контакта кабеля со стенками колодца. Запрещается тянуть за кабель для подъема насоса. После установки насоса в колодце следует повторно проверить изоляцию, сопротивление которой должно составлять не менее 50 МОм.

## **8. ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА**

Двигатель и насос должны устанавливаться на неподвижном основании, обеспечивающем выравнивание двигателя и насоса без нагрузки на вал. Из-за установки на неподходящую опору возникают опасные вибрации. Для корректной установки выполните следующие действия.

**8.1.** Установите двигатель вертикально и проверьте уровень жидкости (см. пункт 3. 2).

**8.2.** Установите насосную установку горизонтально, чтобы клапаны А и В находились в положении 12 часов.

**8.3.** Примечание. Двигатель должен быть всегда погружен в воду. Если по какой-либо причине двигатель лежит в сухом месте или погружен не полностью, закрутите клапан А и проверьте, полностью ли заполнен двигатель водой. При необходимости долейте чистой воды.

**8.4.** С помощью колпака (см. рис. 7) проверьте, правильно ли охлаждается двигатель. Минимальная скорость потока воды, омывающей двигатель, должна составлять 0,15 м/с.

**8.5.** Двигатель в стандартном исполнении устанавливается также горизонтально, осевая тяга (зависит

от рабочих колес насоса) должна быть всегда направлена от насоса к двигателю. Если осевая тяга направлена в противоположную сторону (т. е. ротор смещается к насосу), то двигатель должен быть оснащен двумя упорными подшипниками.

## **9. ПРОВЕРКА УСТАНОВКИ**

**9.1.** Убедитесь, что температура воды не превышает 25°C.

**9.2.** Убедитесь, что уровень концентрации песка в воде не превышает 30 частей на миллион. Если в воде много песка, рекомендуется использовать специальное механическое уплотнение.

**9.3.** Убедитесь, что в воде нет коррозионных химических элементов или солей, вызывающих образование корки на наружной поверхности двигателя, поскольку из-за этого снижается теплообмен и, как следствие, охлаждение двигателя.

**9.4.** Размещайте двигатель на расстоянии от дна колодца, чтобы избежать попадания песка.

**9.5.** Двигатель должен всегда находиться в воде. Запрещается включать двигатель при наличии в воде шлама и песка, вся поверхность двигателя должна охлаждаться с минимальной скоростью потока 0,15 м/с.

**9.6.** Проверьте предохранительные устройства двигателя в соответствии с указаниями пункта 6. Обязательно убедитесь, что двигатель работает не в однофазном режиме. Ущерб, вызванный работой в однофазном режиме, не является гарантийным случаем.

**9.7.** Убедитесь, что соединительный кабель имеет подходящее сечение.

## 10. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

**10.1.** Допустимое изменение напряжения питающей сети

а) При прямом пуске или пуске с помощью автотрансформатора 0,6 Vn.

- Изменение напряжения: +6-10%
- Макс. падение напряжения при полной нагрузке на соединительный кабель: -3%
- Макс. падение напряжения при пуске: 15%

б) При пуске «звезда-треугольник».

- Изменение напряжения: +6-10%
- Макс. падение напряжения в соединительном кабеле: -3%
- Макс. падение напряжения при пуске: 3%

**10.2.** При дисбалансе напряжения более 1% необходимо понизить мощность двигателя.

При дисбалансе напряжения более 5% нельзя включать двигатель.

$$\text{Дисбаланс } c \% = \frac{\text{Макс. отклонение}}{\text{Среднее значение}} \times 100$$

Пример:  $V_{1a}, V_{1b}, V_{1c}$  с  $V_{1a} > V_{1b} > V_{1c}$

$$\text{Среднее значение} = \frac{V_{1a} + V_{1b} + V_{1c}}{3}$$

$$\text{Дисбаланс } c \% = \frac{V_{1a} - V_{1c}}{V_M} \times 100 \leq 3$$

$$\text{Дисбаланс } c \% = \frac{V_{1a} - V_{1c}}{V_M} \times 100 \leq 3$$

Ссылка: стандарты Nema MG 14-34.

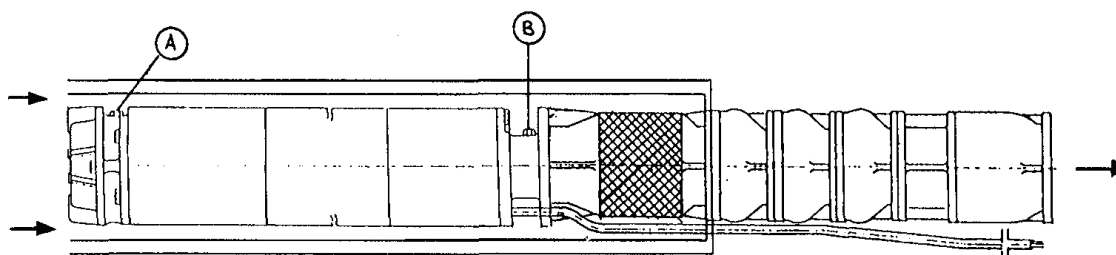


Рис. 7

## ДИСБАЛАНС ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Теоретически напряжение трехфазных проводов должно быть в три раза больше напряжения между проводом и землей.

Часто три значения  $V_1 \neq V_2 \neq V_3$  различаются, поэтому система напряжения является несимметричной.

В результате неравномерная сила тока приводит к неоднородному перегреву обмотки и, как следствие, обгоранию двигателя.

Асимметрия напряжения вызывает образование вращающегося магнитного поля, противоположного основному магнитному полю.

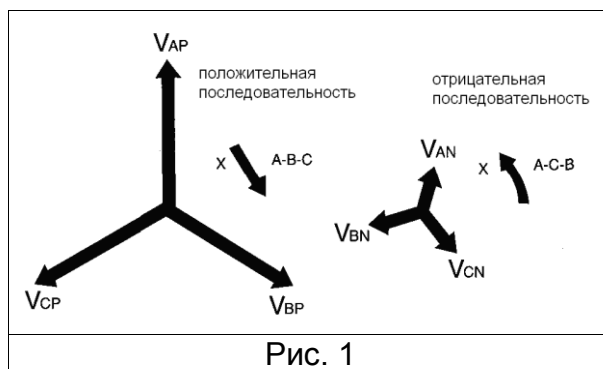
Поле статора вращается со скоростью 3000 об/мин, а скорость вращения ротора составляет прибл. 2900 об/мин. Разница в 100 об/мин создает ток в проводах ротора.

Циркуляция тока в роторе постоянно вызывает одинаковый крутящий момент. Это нормальный режим работы, при котором три фазы напряжения имеют одинаковую амплитуду колебаний и смещены друг от друга на 120 градусов.

Что происходит при дисбалансе напряжения статора?

Наряду с вращающимся «вперед» полем появляется дополнительное поле, вращающееся в обратном направлении. Это противоположное поле вращается со скоростью 3000 об/мин, но с той же частотой колебаний, что может привести к слишком большим колебаниям и механическому напряжению, а затем, как следствие, повреждению механических деталей.

**ФУНКЦИЯ ДИСБАЛАНСА**  
(последовательность напряжения)



Относительно небольшое поле, вращающееся в противоположном направлении.

Этот сильный дисбаланс тока приводит к неоднородному распределению тепла в обмотке и, как следствие, к концентрации перегрева в отдельных точках.

Скорость этого поля статора в сравнении со скоростью ротора составляет 3000 плюс 2900, т. е. 5900 об/мин.

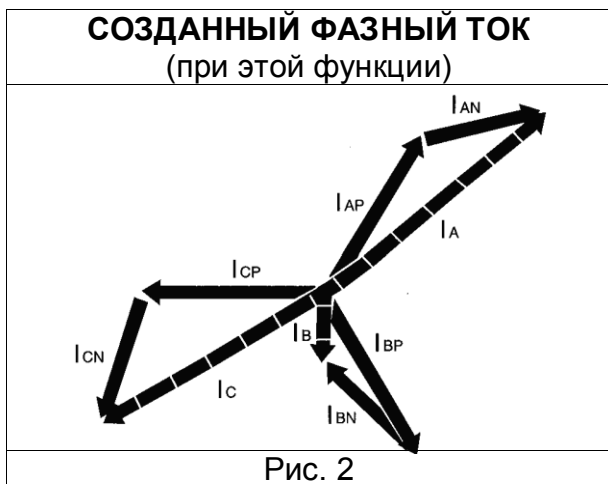
При такой скорости достаточно небольшого поля, вращающегося в противоположном направлении, чтобы повысить напряжение в проводах ротора.

Эта одна из причин особой чувствительности несинхронных двигателей к дисбалансу напряжения. Возникшее таким образом противоположное поле имеет два отрицательных последствия.

- 1) Это поле создает крутящий момент, противоположный крутящему моменту стандартного поля.
- 2) Полюсы вращающегося вперед и вращающегося в противоположном направлении полей вращаются со скоростью 6000 оборотов в минуту ( $2 \times 3000$ ), что приводит к появлению изменяемого поля, вращающегося со скоростью 100 колебаний в секунду.

Одним из следствий пульсирующего крутящего момента с частотой 100 Гц является вибрация вала якоря.

Так как ведущий вал двигателя подсоединяется к вращающемуся узлу насоса, критическая масса ротора может вызвать вместе с вращающейся деталью насоса (рис. 1) сильный дисбаланс напряжения (рис. 2).



Можно сделать вывод, что даже относительно небольшая разность напряжения в проводе может вызвать большой дисбаланс тока  $I_A$   $I_B$   $I_C$ .

Этот эффект представлен на следующей диаграмме; на каждой диаграмме показаны две кривые, отображающие верхнюю и нижнюю границу эффекта.

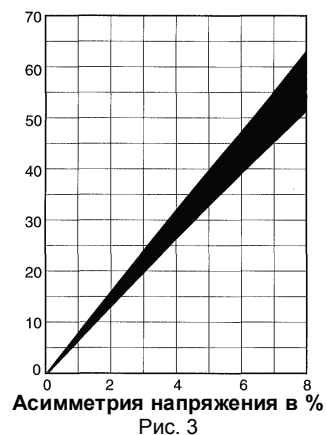
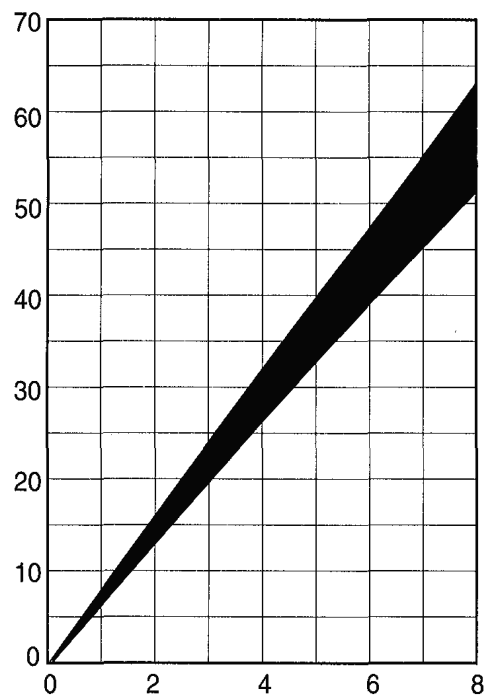
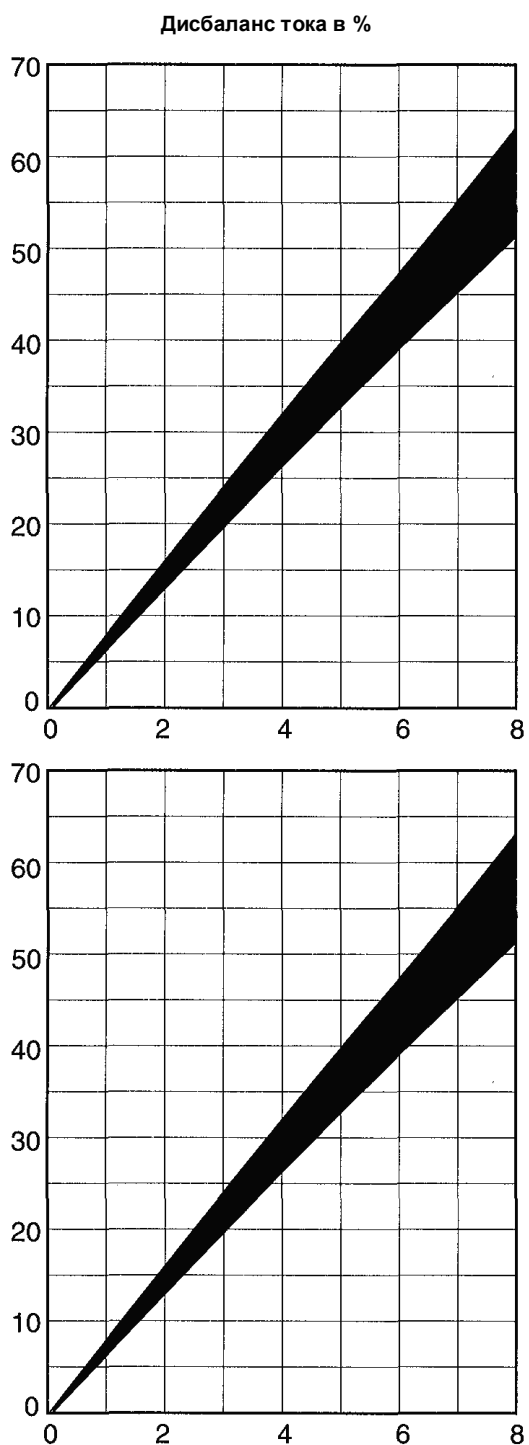
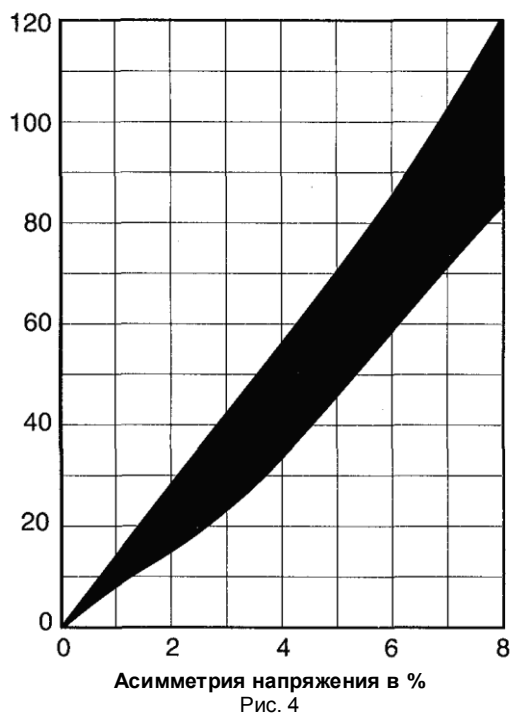


Рис. 3

Диаграмма на рис. 3 показывает номинальное значение дисбаланса тока при асимметрии напряжения и наглядно показывает скорость повышения дисбаланса тока из-за небольшой асимметрии напряжения.

Увеличение потерь в обмотке в высокотемпературной фазе в %





Не рекомендуется использовать двигатель при асимметрии напряжения более 5%.

На диаграмме рис. 4 показано увеличение потерь в обмотке в высокотемпературной фазе двигателя. Причиной многих повреждений двигателя является локальный перегрев. Асимметрия напряжения определяется в стандартах NEMA следующим образом.

$$\text{Асимметрия напряжения \%} = \frac{\text{Максимальное отклонение}}{\text{Среднее значение}} \times 1000$$

Если асимметрия напряжения в % составляет менее 1% на клеммах двигателя, двигатель функционирует в обычном режиме с номинальной мощностью.

Если асимметрия напряжения превышает 1%, требуется изменить номинальную мощность двигателя в соответствии с кривой на рис. 5.

Коэффициент изменения

**Завод по производству насосов  
ERNST VOGEL GmbH**

Ernst Vogel-Straße 2

A-2000 Stockerau

Телефон: (+43) 2266 / 604

Факс: (+43) 2266 / 65311

Эл. почта:

[vogelau.info@itt.com](mailto:vogelau.info@itt.com)

Интернет:

[www.vogel-pumpen.com](http://www.vogel-pumpen.com)