

ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОПРОМЫШЛЕННОСТИ - СОФИЯ

КОМПЛЕКТНЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ С ВИСОКО-
МОМЕНТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ТИПА 47МВО2С(Р)
И 47МВНЗС(Р)

И Н С Т Р У К Ц И Я

ПО МОНТАЖУ, НАСТРОЙКЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. Введение.

Комплектные электроприводы типа 47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 и 47МВ02С(Р)-8ЕВ23М предназначены для движений подач металлорежущих станков с ЧПУ. Скорость и момент вращения двигателя поддерживаются в широком диапазоне изменения скорости на постоянном уровне при сохранении высокой точности.

В комплект электропривода входят следующие основные части:

- двухкоординатный преобразователь с двумя датчиками тока - 1 шт;
- двухкоординатный силовой трансформатор - 1 шт;
- уравнивающие дроссели - 4 шт;
- двигательные агрегаты - 2 шт.

Структурная схема электроприводов дана на рис.1, где отдельные блоки преобразователя исполняют следующие функции:

- 1 - регулятор скорости;
- 2 - пассивный ограничитель тока;
- 3 - активный ограничитель тока;
- 4 - регулятор тока;
- 5 - блок коррекции коэффициента усиления регулятора тока;
- 6 - блок регулирования эффективного тока двигателя при нулевой скорости;
- 7- управляющий блок логики;
- 8 - блок питания;
- 9 - блок синхронизации;
- 10, 11 - блоки фазового управления.

В электроприводах осуществлена система с подчиненным регулированием, обеспечивающим высокую степень быстроты действия при смещении в задании и нагрузке. Регуляторы скорости и тока являются пропорционально-интегральными. С их помощью компенсируются электрические и механические инерционные факторы двигателя и вводится астатизм второго порядка, что является гарантией высокой точности при работе в установившемся режиме.

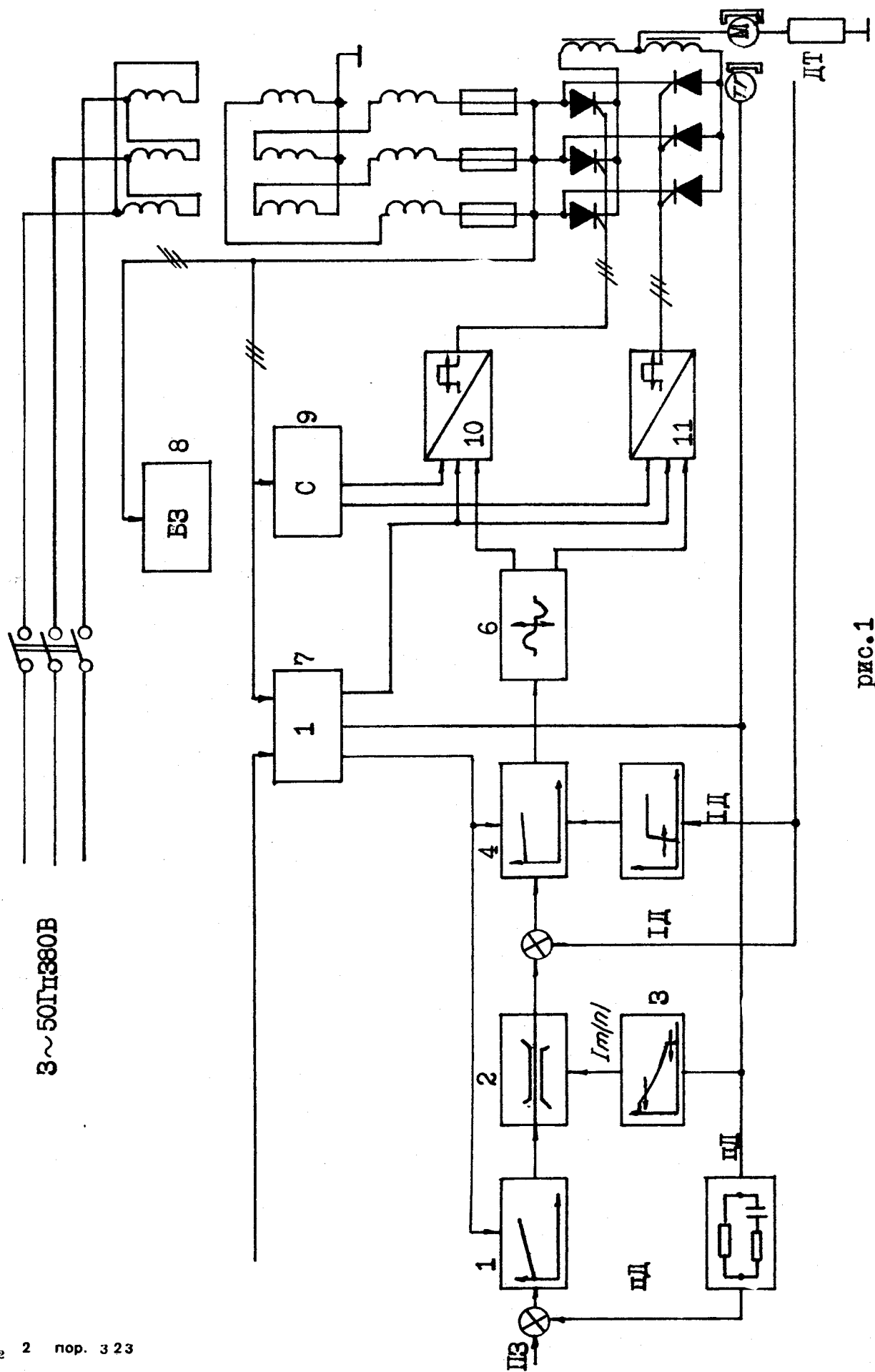


рис.1

Блоками 2 и 3 обеспечивается полное использование двигателя в динамическом режиме работы при оптимальной коммутации. Эти блоки настроены в соответствии с коммутационной кривой высокомоментного электродвигателя. Логический блок 7 осуществляет все сигнализации и защиты блокируя подачу импульсов управления от блоков 10 и 11 к тиристорам.

Преобразователь конструктивно оформлен по модульному принципу в виде отдельных плат. Каждая плата содержит один или несколько блоков и носит название основного в функциональном отношении блока. Так, блоки 2, 3, 4, 5 смонтированы на плате "Регулятор тока". Блоки 10 и 11 расположены на трех платах "Фазовое управление", каждая из которых управляет работой пары тиристоров: одного из анодной и другого из катодной группы.

Каждая из плат с помощью многоконтактного разъема связана с общей монтажной платой, осуществляющей со своей стороны связь между отдельными блоками.

Расположение отдельных плат дано на рис.2, где:

РС - регулятор скорости;

РТ - регулятор тока;

Ф - фазовое управление;

Л - логическое устройство;

З - питание;

УТ - управление тиристорами;

Х,У- соответственно, координаты Х или У.

1.2. Технические данные.

1.2.1. Тиристорный преобразователь типа 8ЕВ23(8ЕВ23М):

- напряжение питания $3 \times 380В. 225В. (-15 + 10\%)$;
- частота напряжения питания $50 Гц +2\%$;
- максимальное выпрямленное напряжение - $150В$;
- номинальный ток - $80А$;
- максимальный ток $600А$;
- управляющее напряжение - $0 \pm 10В$;
- пульсации управляющего напряжения - 2% ;
- входной импеданс - $2кОм$;
- температура окружающей среды - $+5 +45^{\circ}С$;
- влажность воздуха 80% при $30^{\circ}С$;
- высота над уровнем моря - $1000 м$;

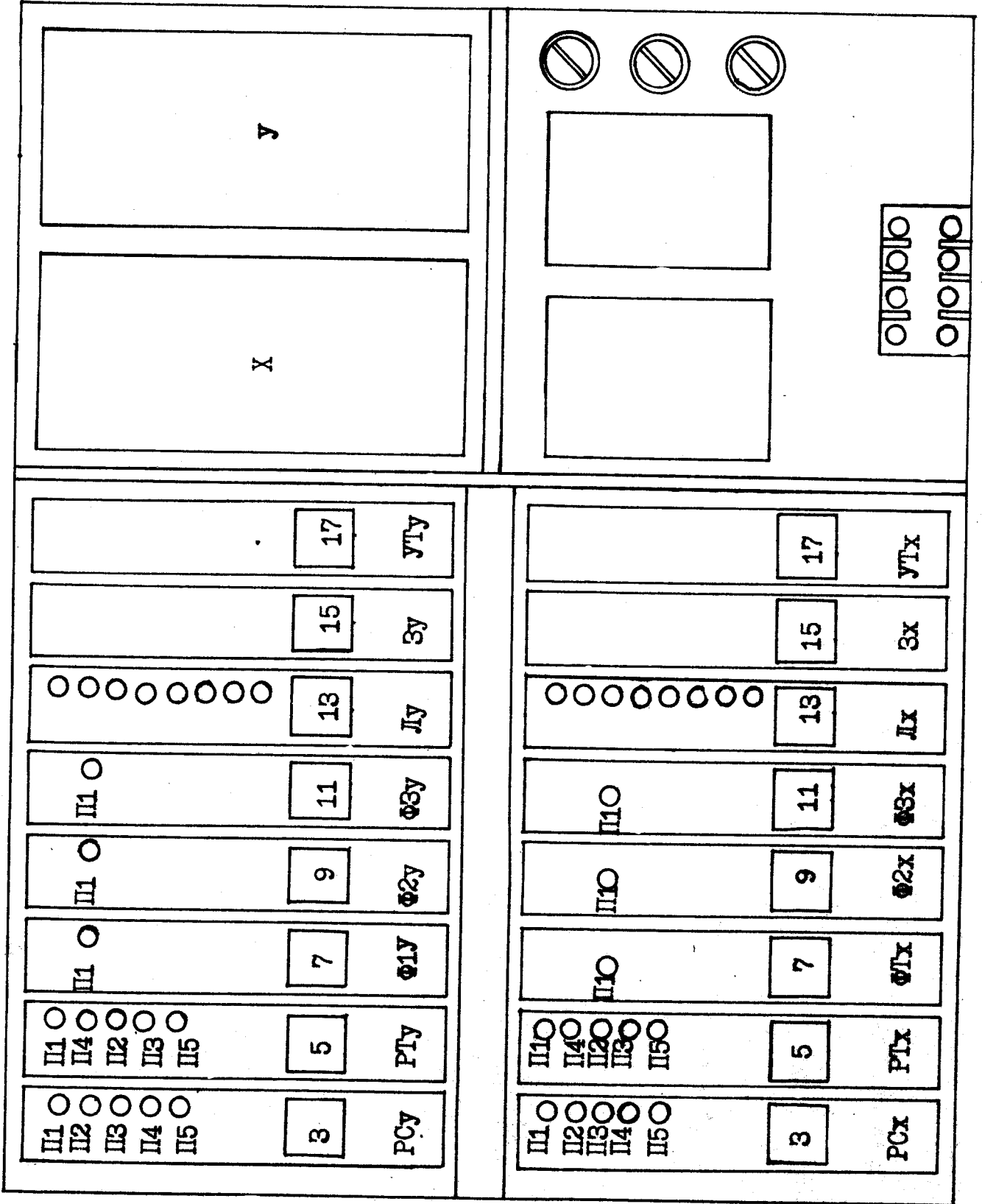


рис. 2

- степень защиты - IP00.

1.2.2. Трансформатор типа Т2ЕВ-3Δ3ZON-0

- номинальное входящее напряжение - 3x 380В (-15% + 10%);

- частота сети питания - 50Гц ±2%;

- температура окружающей среды - +5 + 45°C;

- номинальное линейное напряжение на выходе - 3x225В;

- допустимое отклонение холостого хода в каждой фазе

±1%;

- номинальная мощность - 36 кВА;

- степень защиты трансформатора - IP00;

- схема соединения - Δ / Z_d / Z_o;

- вес - 230 кг;

- режим работы - продолжительный S₁.

1.3. Уравнительный дроссель типа РУ1-15850

- номинальная индуктивность - 1,5 мГ;

- номинальный ток - 80А;

- максимальный ток - 500А;

- степень защиты дросселя - IP00;

- класс теплостойкости обмотки - F;

- температура окружающей среды - +5 +45°C;

- влажность воздуха - 80% при 30°C.

1.2.4. Двигательный агрегат.

1.2.4.1. Высокмоментный электродвигатель постоянного

тока типа 47МВ02С(Р) 47МВНЗС(Р)

- момент длительный 47 Нм;

- напряжение максимальное якоря 109В; 135В;

- ток якоря при длительном моменте 20А; 80А;

- частота номинальная вращения 500 мин⁻¹; 750 мин⁻¹;

- частота максимальная вращения 1300 мин⁻¹; 1500 мин⁻¹;

- момент инерции - 0,088 кгм²; 0,118 кгм²;

- форма исполнения - IM3001, IM3001,

IM3011, IM3011,

IM3031; IM3031

- масса - 77 кг; 101 кг.

1.2.4.2. Тахогенератор

- крутизна характеристики - 30В/1000 мин⁻¹;

- частота максимальная вращения - 4000 мин⁻¹;

- значения пульсаций выходного напряжения - при различных диапазонах изменения частоты вращения - не выше чем:

- от n ном до $0,1 n$ ном - 2%
- от $0,1 n$ ном до $0,01 n$ ном - 3%
- от $0,01 n$ ном до $0,002 n$ ном - 5%
- под $0,001 n$ ном - 10%

Номинальная частота вращения соответствует номинальной частоте вращения соответствующего высокомоментного электродвигателя

- Допускаемый тепловой ток - 50 мА.

1.2.4.3. Тормоз типа СВЕ

- напряжение номинальное питания - постоянное 24В;
- тормозящий (статический момент 47 Нм)

1.2.4.4. Датчик пути (резольвер) типа РК10

- напряжение питания - 8В;
- выходное напряжение - 0,7В;
- частота напряжения - 400Гц;
- частота выходного напряжения - 400Гц;
- число полюсов - 10;
- ошибка - $\pm 5\%$.

1.2.4.5. Вентиляторный электродвигатель типа ВД145-1-4

- номинальная мощность - 0,13кВт;
- номинальный ток - 0,513А;
- класс теплостойкости изоляционных материалов - Е;
- степень защиты - IP14.

1.2.5. Комплектный электропривод постоянного тока для движений подач металлорезающих станков с ЧПУ типа 47МНВЗС(Р)-8ЕВ23 и 47МВ02С(Р) - 8ЕВ23М

- номинальный (длительный) момент - 47 Нм
- номинальная частота вращения - 750/500мин⁻¹
- максимальная частота вращения - 1500/1300мин⁻¹
- диапазон регулирования частоты вращения - 1:5000
- полоса пропускания частот ≥ 20 Гц
- коэффициент формы - 1,2
- номинальный ток - 80А
- максимальный ток - 500А/250А
- управляющее напряжение - 0 + ± 10 В

- пульсации управляющего напряжения - $\pm 2\%$
- входной импеданс - 2кОм
- среднее ускорение - $850/1000\text{рад/с}^2$

Данные относятся к типу 47МВ02СР(Р) - 8ЕВ23М.

Статические и динамические характеристики соответствуют техническим требованиям интерэлектро.

1.2.6. Виды защиты и сигнализации

- "Разнос" - превышение максимальной скорости в границах $+5 + +15\%$. При срабатывании электродвигатель останавливается по инерции. Защита восстанавливается только после переключения цепи между клеммами 12 и 14 ("Работа").

- "Работа" - индикация показывает готовность привода к отработке задаваемого напряжения.

Светодиод "работа" загорается только тогда, когда загорается светодиод "готов" и замкнуты между собой клеммы 12 и 14.

- "Готов" - электропривод готов к работе. При подаче напряжения питания от сети на мгновение загорается светодиод "фаза", а после него - светодиод "готов". Цепь между клеммами 15 и 16 (релейный выход готовности) замыкается и размыкается контактами герконового реле. Если между клеммами 12 и 14 нет гальванической связи (светодиод "работа" не загорается), электропривод не отрабатывает задаваемое напряжение.

- "Фаза" - светодиод загорается при потере одной или нескольких фаз напряжения сети. В этом случае светодиоды "готов" и "работа" не горят.

- "Перегрев" - индикация управляемая потребителем. Светодиод "перегрев" загорается при замыкании цепи, соединяющей клеммы 13 и 14. В этом случае светодиоды "готов" и "работа" не горят, а электродвигатель останавливается по инерции. При размыкании цепи между клеммами 13 и 14 защита автоматически восстанавливается (светодиоды "готов" и "работа" загораются).

- "Стоп" - электродвигатель не вращается.

- "Направо" - электродвигатель вращается направо.

- "Налево" - электродвигатель вращается налево.

1.3. Принципиальные схемы.

Принципиальные схемы плат даны на рис.3, а их конструктивные номера, соответствующие порядковому номеру, в таблице 1:

Таблица 1

Название платы	Поряд- ковый номер	Конструк- тивный номер	Тип привода
Общая монтажная		19 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23М
Управление тиристорами УТ	19	22 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23М
Питание З	17	26 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23
Логическое устройство Л	15	28 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23М
Фазовое управление ФУ	7,9,11	30 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23М
Регулятор тока РТ	5	32 00 03 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23М
Регулятор скорости РС	3	34 00 05 00	47МВНЗС(Р)-8ЕВ23 47МВ02СР-8ЕВ23М

Электрические данные элементов и их расположение приведены на сборочных чертежах и в спецификациях (приложение 1). Обмоточные данные трансформатора питания, синхронизирующих трансформаторов и блокинг-трансформаторов даны на рис.4.

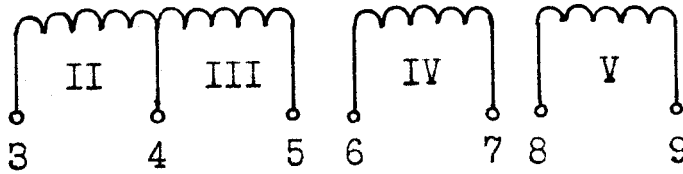
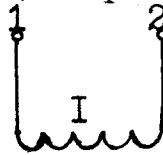
2. ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ

2.1. Монтаж комплектующих изделий.

Тиристорный преобразователь должен быть так смонтирован, чтобы обеспечивалась вертикальная циркуляция воздуха через блок тиристоров. При помещении преобразователя в шкаф необходимо обеспечить между его боковыми стенками и стенками шкафа расстояние, не меньше 30 мм, а между самим преобразователем и другими элементами, помещенными в этом же шкафу - не меньше 100 мм.

- Датчики тока должны быть смонтированы рядом с преобразователем таким образом, чтобы экранированные кабели, обеспечивающие обратную связь, имели минимальную длину. Корпус датчика гальванически изолирован.

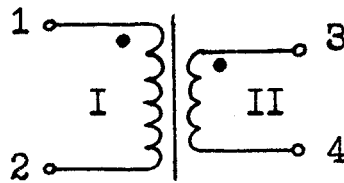
Питающий трансформатор



Обмотка	Вывод №	К-во вит	Размер \varnothing
I	1-2	3927	$\varnothing 0,1$
II	3-4	280	$\varnothing 0,2$
III	4-5	280	$\varnothing 0,2$
IV	6-7	209	$\varnothing 0,31$
V	8-9	150	$\varnothing 0,15$

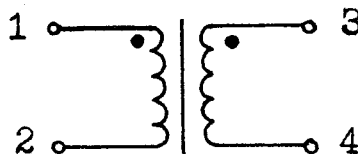
ПЕТ-1В

Синхронизирующий трансформатор



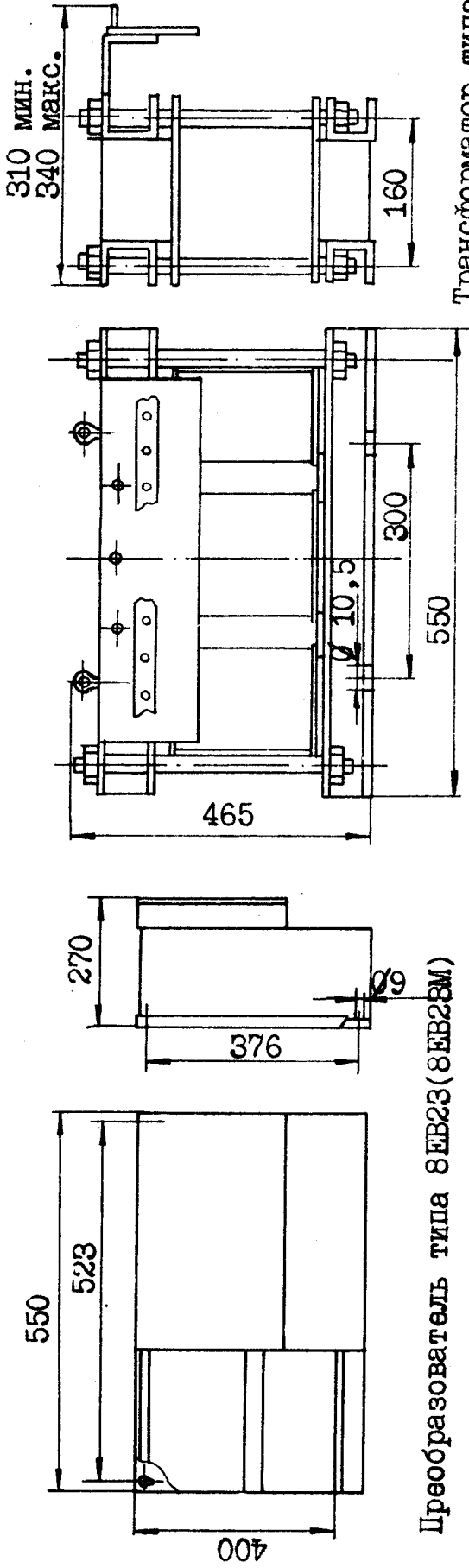
Обмотка	Вывод №	К-во вит	Размер \varnothing
I	1-2	3850	ПЕТ $\varnothing 0,13$
II	3-4	150	ПЕТ $\varnothing 0,13$

Блокинг - трансформатор



Обмотка	Вывод №	К-во вит	Размер \varnothing
I	1-2	150	ПЕТ-1В $\varnothing 0,13$
II	3-4	150	ПЕТ-1В $\varnothing 0,13$

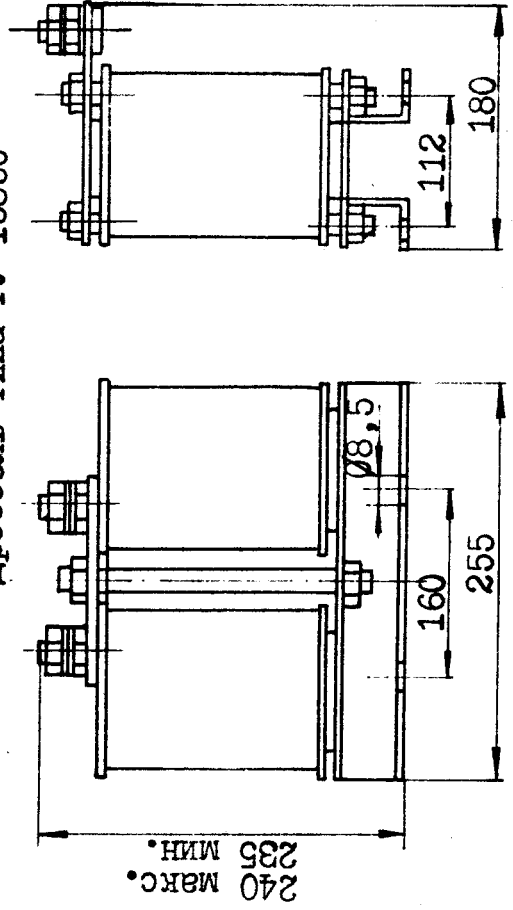
рис. 4



Преобразователь типа 8ЕВ23(8ЕВ23М)

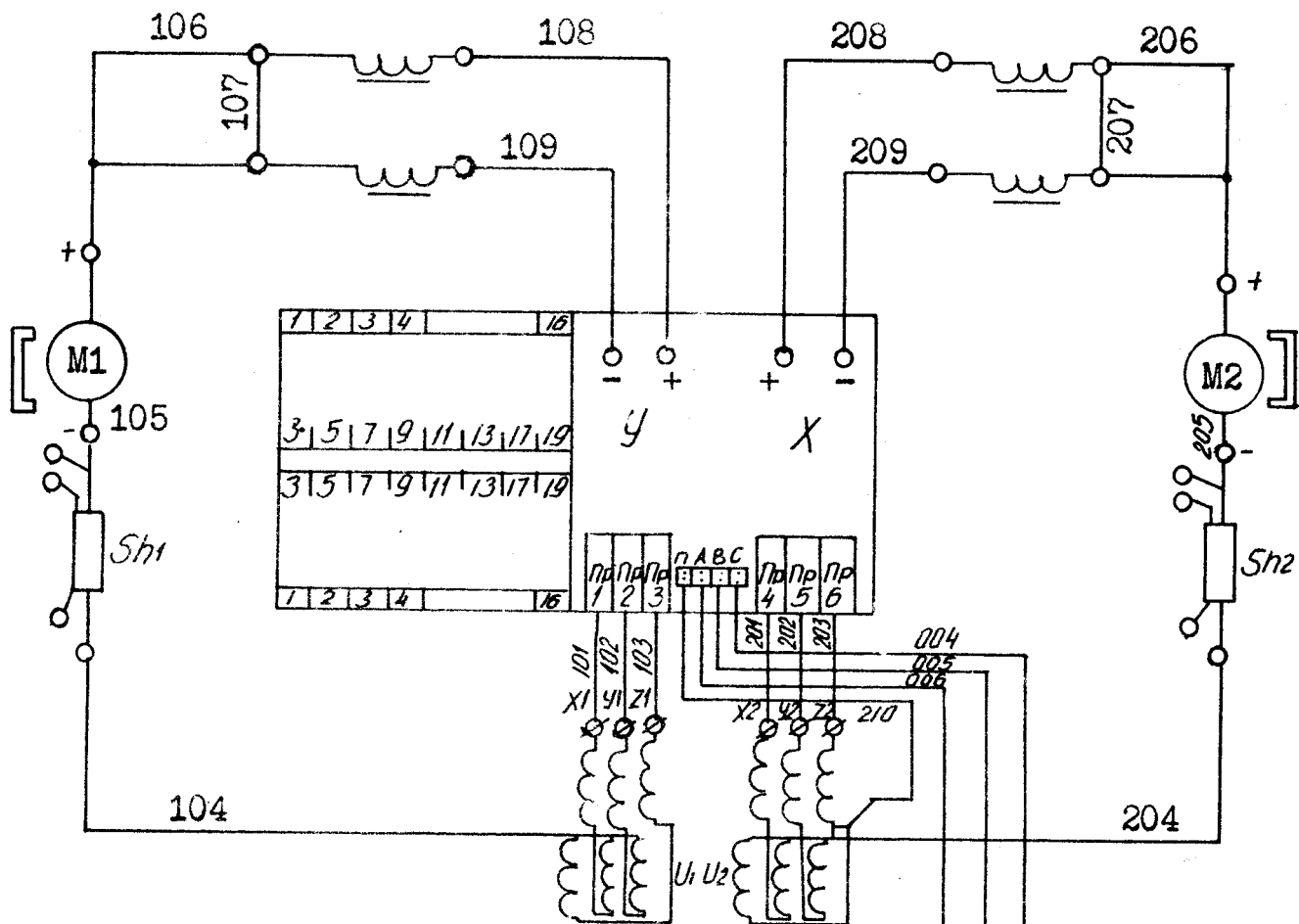
Трансформатор типа Т2ЕВ-343-370N

Дроссель типа РУ-15850



Габаритные присоединительные размеры

рис. 5



Соединение Силовые цепи

Провод №	Сечение [mm ²]
001, 002, 003	10
004, 005, 006	1
101, 102, 103 201, 202, 203	10
104, 204	16
107, 207	16
108, 208, 109, 209	16
210	1
105, 106, 205, 206	16

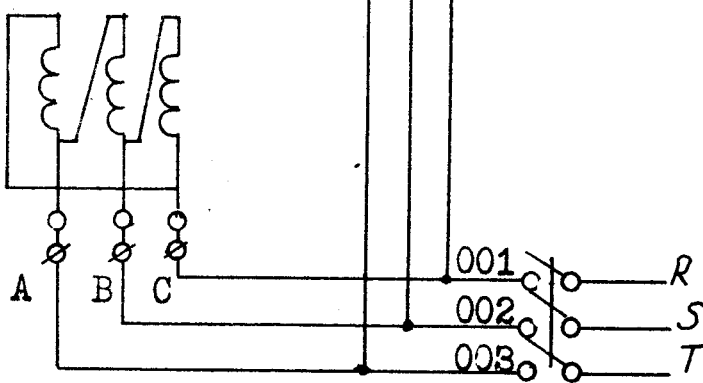


рис. 7

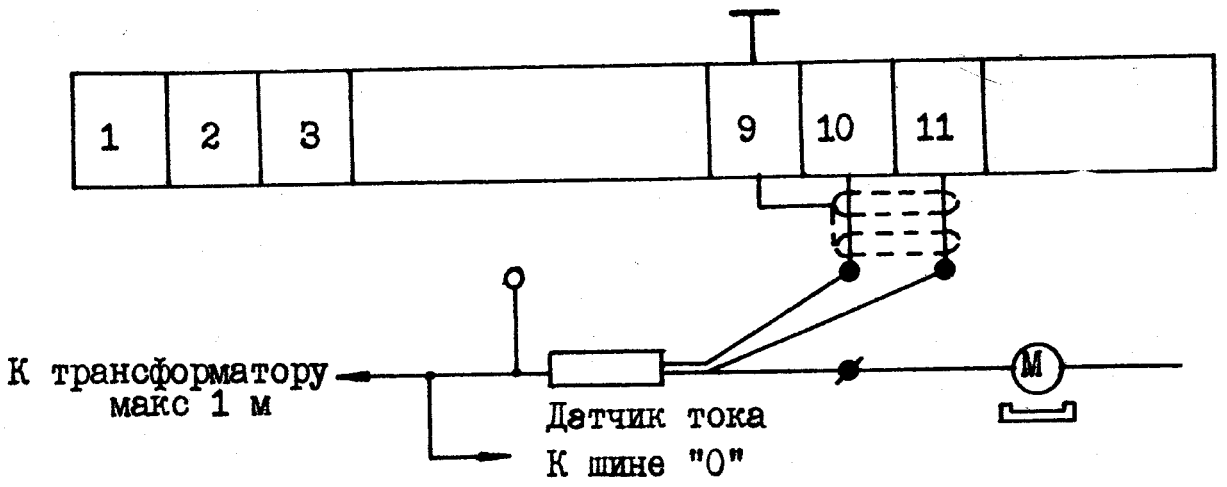


рис. 9

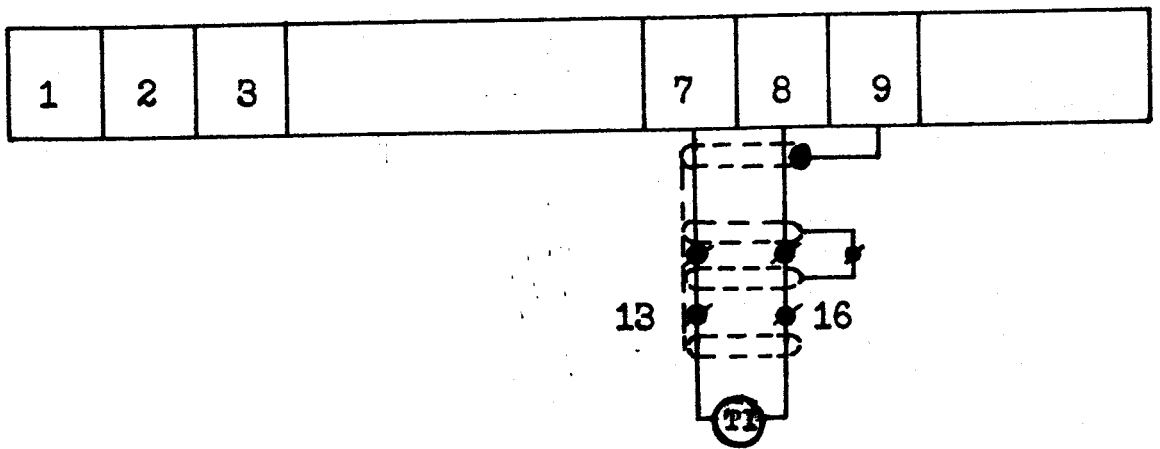


рис. 10

- Монтаж электродвигателя производится согласно инструкции по монтажу и эксплуатации электродвигателей.

2.2. Габаритные и установочные размеры.

Габаритные и установочные размеры комплектующих изделий даны на рис.5.

- установочные и габаритные размеры электродвигателей приведены в Инструкции по монтажу и эксплуатации электродвигателей.

2.3. Электрический монтаж.

Схема электрических соединений показана на рис.6 и следует иметь в виду следующие особенности:

- не надо припаивать проводники к клеммам 7 и 11. Это следует сделать позже, в процессе пуска;
- использовать кабели и проводники возможно наименьшей длины;
- скрутить проводники, по которым течет переменный ток с целью уменьшения электромагнитного излучения;
- расположить как можно дальше от силовых кабелей или других источников электромагнитных помех экранированные провода, связывающие тиристорный преобразователь с источником управляющего напряжения (задания), тахогенератором и датчиком тока.

По окончании обеспечения электрических соединений проверить еще раз качество паяк и механических связей.

2.3.1. Соединение силовых цепей.

Соединение производится согласно рис.7. Сечение проводов указано в таблице, приведенной на рис.7.

2.3.2. Зануление и заземление.

Соединения, которые в этом случае необходимо осуществить, показаны на рис.8. Следует обратить особое внимание на качество выполнения этих соединений. Если одно из них пропущено, не гарантируется точное отработка заданной скорости под нагрузкой.

2.3.3. Соединение датчика тока (рис.9).

Соединение производится с помощью двухжильного экранированного провода сечением $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$.

2.3.4. Соединение тахогенератора (рис.10).

Используйте двухжильный экранированный кабель $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$.

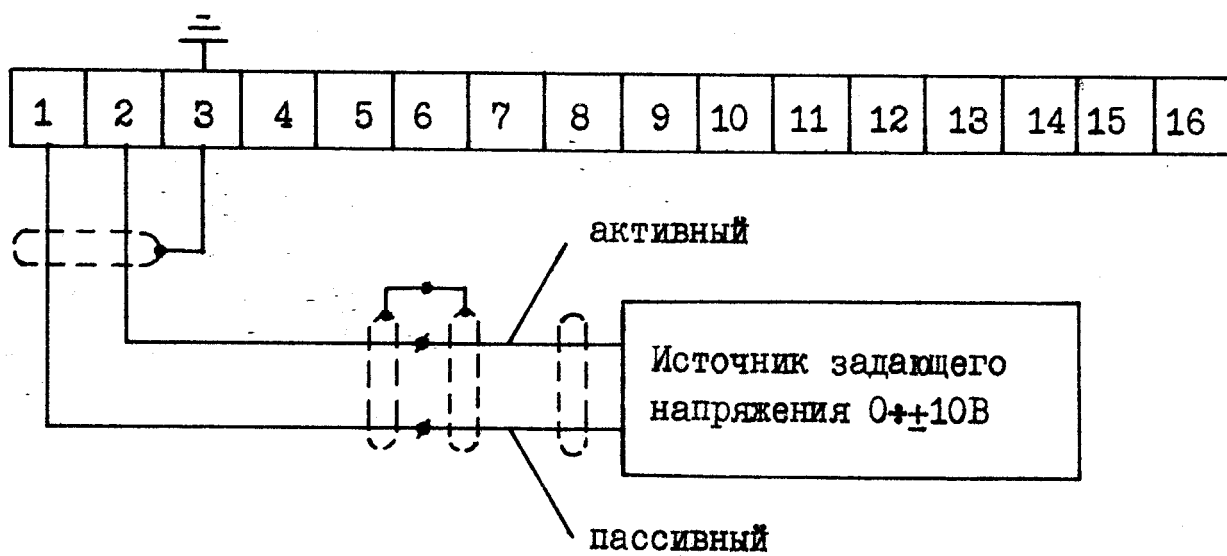


рис.11

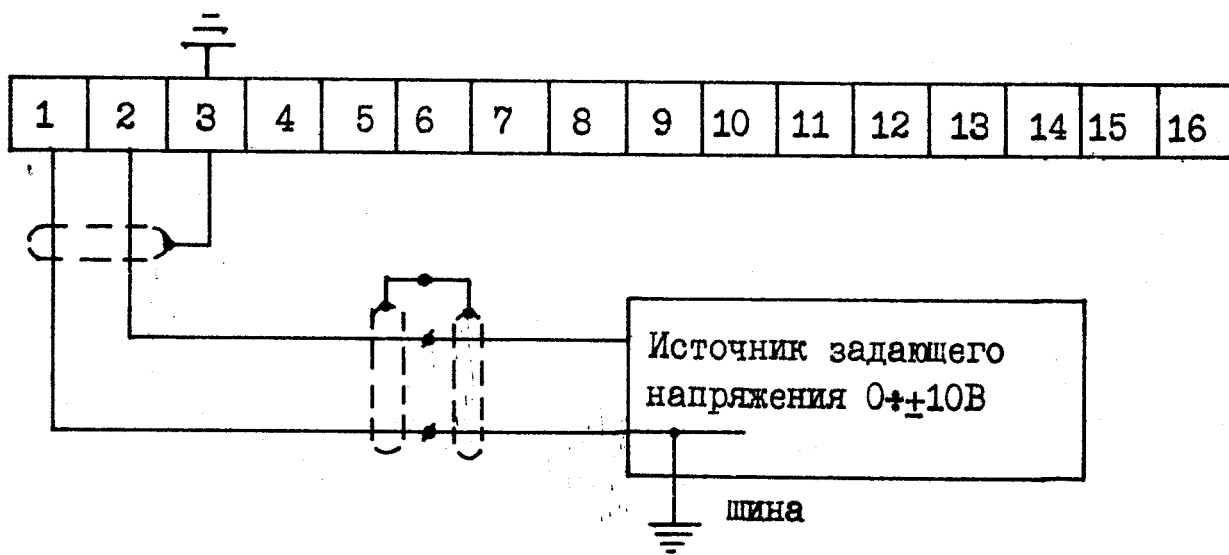


рис.12

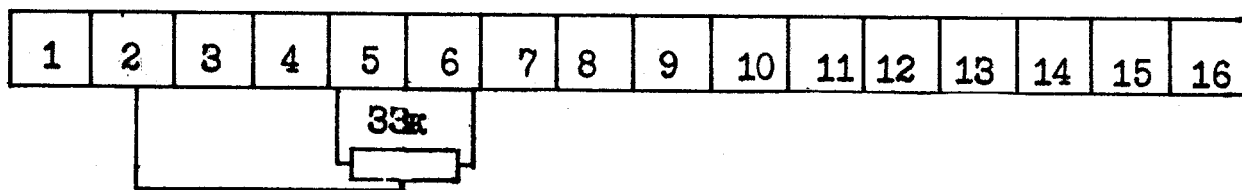


рис.13

При обеспечении электрической цепи через штепсельный разъем или клеммные зажимы следует предусмотреть отдельную клемму для экрана.

2.3.5. Присоединение источника управляющего напряжения (задания).

2.3.5.1. Выход источника управляющего напряжения заземлен.

В этом случае используется дифференциальный вход преобразователя. На плате регулятора скорости (РС), на которой при выпуске её заводом-производителем переключками М2, М5 и М6 обеспечен недифференциальный вход, необходимо припаять переключки М4 и М7, а переключки М2 и М5 выпаять. Схема внешнего соединения показана на рис.12

Рекомендуется использовать и в этом случае экранированный двухжильный кабель $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$.

Рекомендуется использовать и в этом случае экранированный двухжильный кабель $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$.

2.3.5.2. Выход источника управляющего напряжения (задания) плавающий.

В этом случае используется недифференциальный вход (на плате РС припаяны переключки М1, М2, М5 и М6, а не припаяны М3, М4 и М5). Схема внешнего соединения показана на рис.11. И в этом случае подходящим является экранированный двухжильный кабель $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$.

3. МЕТОДИКА ВВЕДЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ И НАСТРОЙКИ ПРИВОДА.

Прежде чем сцепить вал электродвигателя с механизмами металлорежущего станка необходимо:

- убедиться в исправности конечных (путевых) выключателей;
- поставить суппорт в среднее положение;
- перед подачей напряжения убедиться, что тормоз электродвигателя освобожден.

Рекомендуется производить настройку на самом станке, что-бы получить най-лучшие результаты, исходя из реальных моментов инерции, люфтов, коэффициентов трения и пр.

Необходимая измерительная аппаратура:

- двухлучевой запоминающий осциллоскоп;
- цифровой мультиметр с числом разрядов, не менее четырех;
- мультиметр с внутренним сопротивлением, не менее 10 кОм/В;
- амперметр для измерения эффективного тока до значений 30-40А класса точности 1,5.

3.1. Проверка правильности подключения питания к преобразователю.

3.1.1. При вынутых патронах силовых предохранителей подается напряжение сети 3 х 380В на первичную обмотку силового трансформатора на клеммы А, В, С и питания блока управления преобразователя.

3.1.2. Замеряются фазовые и линейные напряжения, подаваемые вторичной обмоткой силового трансформатора на силовые клеммы преобразователя 1, 2, 3, 4, 5, 6 и на клеммы А, В, С. Линейное напряжение должно быть 225В, а фазовое - 130В.

3.1.3. Так как патроны предохранителей вынуты, сигнал "фаза" на плате "логика" должен гореть.

3.1.4. Проверяется наличие напряжения питания $\pm 15В$ на клеммах 6 и 8 по отношению к клемме 3 (допуск $\pm 0,5В$).

3.1.5. При замыкании клеммы 12 на корпус (на клемму 14) не должен загораться сигнал "Работа" в плате "Логика".

3.2. Проверка преобразователя перед первоначальным пуском привода.

3.2.1. Выключается напряжение.

На плате "регулятор тока" припаивается резистор в 51 кОм параллельно конденсатору С3. На плате "регулятор скорости" припаивается резистор в 30 кОм параллельно цепи R 16, R 17. С5, С6. Вместо якоря электродвигателя под соединяется резистор 150 Ом/150 Вт. К клеммам 5 и 6 ($\pm 15В$) для имитирования управляющего напряжения (задания) присоединяются оба конца потенциометра 33кОм, а его движок соединяется с клеммой 2, как показано на рис.13. Между клеммами 2 и 3 включается вольтметр для измерения постоянного напряжения.

3.2.2. Устанавливаются на свои места патроны силовых предохранителей и включается напряжение сети. Вращением движка

присоединенного снаружи потенциометра добиваются показания вольтметра 0В по шкале 15 + 20В.

3.2.3. При исправности преобразователя должен гореть сигнал "готов".

Проверить наличие цепи (с помощью омметра) между клеммами 15 и 16, которая осуществляется контактами герконового реле со следующими механическими данными:

I макс. контакта - 0,5А;

Разрывная мощность контакта - 12Вт

U макс. контакта - 110-150В

3.2.4. При замыкании клемм 12 и 14 (удобнее всего с помощью тумблера) загорается сигнал "работа" (при этом сигнал "готов" продолжает гореть).

3.2.5. С помощью осциллоскопа наблюдается форма напряжения на сопротивлении нагрузки (150 Ом/150 Вт). Напряжение должно иметь форму двухполярных частей синусоиды, причем в интервале из 20 мс должны вмещаться 3 положительных и 3 отрицательных импульса (рис.14).

3.2.6. Проверяется возможность расширения и сужения импульсов путем вращения потенциометра П5 (плата регулятора тока).

3.2.7. Вариант работы с дифференциальным входом. Если источник управляющего напряжения не заземлен, лучше работать с заземленным входом преобразователя, в этом случае следует сразу перейти к пункту 3.2.8.

3.2.7.1. Балансирование дифференциального каскада обеспечивается заводом-производителем. В случае проверки закорачиваются клеммы 1 и 2 и наружным потенциометром задается +1В по отношению к клемме 3. Цифровым вольтметром чувствительностью не менее 0,1 мВ измеряется напряжение на перемычке М7 (на выходе ОУ1). При плавном изменении этого напряжения от +1В до -1В напряжение на выходе ОУ1 (на перемычке М7) не должно изменяться больше чем на 0,1 мВ, что достигается подбором положения движка потенциометра П1 в плате "регулятор скорости".

3.2.7.2. Убрать перемычку между клеммами 1 и 2. С помощью наружного потенциометра получите управляющее напряжение (задание) около 0В и замкните клеммы 12 и 14; в этом случае дол-

жен загореться сигнал "работа". Форма напряжения на сопротивлении нагрузки 150 Ом/150 Вт наблюдается с помощью осциллоскопа, корпус которого присоединен к концу, связанному с датчиком тока. При медленном увеличении управляющего напряжения до 5В при положительном напряжении на клемме 2 с помощью наружного потенциометра получается увеличение отрицательных импульсов. При отрицательном управляющем напряжении, напряжение на сопротивлении нагрузки растет в положительном направлении.

При наличии существенной асимметрии по амплитуде между импульсами тока отдельных фаз необходимо проверить соответствует ли величина напряжения в контрольной точке К2 платы "фазовое управление" действующему значению 2,25В. После этого можно провести дополнительное симметрирование, поворачивая на 1-2 оборота потенциометры платы "фазовое управление".

3.2.7.3. Разомкните цепь между клеммами 12 и 14 (выключите тумблер). Напряжение на сопротивлении нагрузки исчезает и сигнал "работа" гаснет.

3.2.7.4. Выключите главный выключатель. Вместо сопротивления нагрузки присоедините электродвигатель - клемма со знаком "+" присоединяется к средней точке дросселей, а клемма со знаком "-" - к датчику тока.

3.2.7.5. Включите напряжение сети и с помощью наружного потенциометра задайте напряжение около 0В на клемму 2.

3.2.7.6. Тумблером замкните цепь между клеммами 12 и 14. Загорается сигнал "работа" и электродвигатель издает характерный звук.

3.2.7.7. Проследите на экране осциллоскопа сигнал от датчика тока. Ток должен иметь форму двухполярных импульсов (рис.15).

3.2.7.8. Следя за положением механизмов по отношению к путевым выключателям, медленно увеличивайте с помощью наружного потенциометра управляющее напряжение: электродвигатель при этом начинает вращаться. При положительном напряжении на клемме 2 электродвигатель должен вращаться налево. Проверьте напряжение на тахогенераторе. Свободный конец кабеля тахогенератора должен иметь положительное напряжение. Сигнал датчика тока, измеренный по шкале 50 (100) мВ на его свободном выводе должен иметь отри-

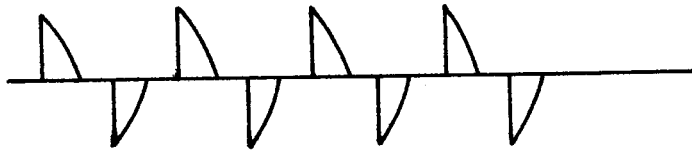


рис.14

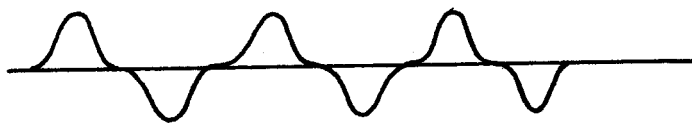


рис.15

цательную полярность.

3.2.7.9. С помощью наружного потенциометра медленно уменьшайте величину и перемените знак управляющего напряжения. В результате этого электродвигатель начинает вращаться направо. Несколько раз меняйте направление вращения электродвигателя, постепенно увеличивая скорость. На экране осциллоскопа наблюдайте напряжение тахогенератора, которое при частоте вращения 1000 мин^{-1} не должно иметь спадающих к нулю однополярных пиков, больших 2% номинального значения напряжения и пульсаций, больших 200–250 мВ. Горизонтальная развертка осциллоскопа должна быть около 1 мс/дел. Управляющее напряжение медленно доводится до 0В, при этом электродвигатель останавливается. Выключите тумблер между клеммами 12 и 14, при этом погаснет сигнал "работа". Выключите главный выключатель.

3.2.8. Вариант работы с заземленным входом.

Поступаем таким же образом, как и в пункте 3.2.7, но при другом соответствии полярностей напряжения. Форма напряжения на сопротивлении нагрузки 150 Ом/150 Вт наблюдается с помощью осциллоскопа, корпус которого присоединен к концу сопротивления, связанного с датчиком тока. При медленном увеличении положительного напряжения на клемме 2 вращением движка наружного потенциометра растет амплитуда положительных импульсов на сопротивлении нагрузки. При отрицательном управляющем напряжении, напряжение на сопротивлении нагрузки растет в отрицательном направлении.

Примечание: напряжение на клемме 2 не увеличивать более 5В по абсолютному значению.

При наличии существенной асимметрии по амплитуде между импульсами тока отдельных фаз, необходимо проверить, имеет ли напряжение в контрольной точке К2 платы "фазовое управление" эффективное значение 2,25В. После этого можно провести дополнительное симметрирование, поворачивая на 1–2 оборота потенциометры платы "фазовое управление".

3.2.8.1. Разомкните цепь между клеммами 12 и 14 (выключите тумблер), напряжение на сопротивлении нагрузки должно исчезнуть, а сигнал "работа" – погаснуть.

3.2.8.2. Выключите главный выключатель. Вместо сопротивления нагрузки подключите электродвигатель – клемму, обозначенную знаком "+", к средней точке дросселей, а знаком "-" – к дат-

чику тока.

3.2.8.3. Включите главный выключатель и с помощью наружного потенциометра задайте на клемму 2 напряжение около 0В.

3.2.8.4. Замкните тумблером цепь между клеммами 12 и 14. Должен загореться сигнал "работа", а электродвигатель издает характерный звук.

3.2.8.5. На экране осциллоскопа проследите форму сигнала от датчика тока, который должен представлять собой двухполярные импульсы (рис.15).

3.2.8.6. Следя за положением механизмов по отношению к путевым выключателям, наружным потенциометром медленно увеличивайте управляющее напряжение. Электродвигатель должен начать вращаться. При положительном напряжении на клемме 2 электродвигатель должен вращаться направо. Проверьте напряжение на тахогенератора. Свободный конец кабеля тахогенератора должен иметь отрицательное напряжение. Сигнал датчика тока, измеренный по шкале 50 (100) мВ на его свободном выводе, должен иметь положительную полярность.

3.2.8.7. Медленно уменьшайте величину и перемените полярность управляющего напряжения с помощью наружного потенциометра, в результате этого электродвигатель начинает вращаться налево. Несколько раз медленно меняйте направление вращения электродвигателя, постепенно увеличивая скорость. На экране осциллоскопа проконтролируйте напряжение тахогенератора, которое при частоте вращения 1000 мин^{-1} не должно иметь спадающих к нулю однополярных пиков, больших 2% номинального значения и пульсаций, больших 200мВ. Горизонтальная развертка осциллоскопа должна быть около 1 мс/дел. Медленно доведите управляющее напряжение до 0В, при этом электродвигатель останавливается. Выключите тумблер, при этом погаснет сигнал "работа", выключите главный выключатель.

3.2.9. Настройка эффективного тока электродвигателя при нулевой скорости.

Закоротите клеммы 1 и 2. В цепь электродвигателя включите амперметр переменного тока. Включите главный выключатель и, убедившись, что сигнал "готов" загорелся, замкните тумблером цепь между клеммами 12 и 14. С помощью потенциометра П5 увеличина тока,

замеряемого амперметром, доводится до 10% величины номинального тока электродвигателя. Разомкните цепь между клеммами 12 и 14. Выключите главный выключатель и снимите закорачивающую перемычку, соединяющую между собой клеммы 1 и 2.

3.2.10. Проверка регулятора тока. Убедившись в правильности подключения электродвигателя, тахогенератора и датчика тока в соответствии с пунктом 3.2.7, соответственно - п.3.2.8, проверьте, соответствует ли сопротивление резистора R_{37} (плата "регулятор тока") максимальному току электродвигателя.

$$R_{37} = 4,25 \cdot 10^{-3} R_{\Delta} \cdot I_{\text{макс}},$$

где:

R_{Δ} - сопротивление датчика тока, для электродвигателей 47МВНЗ и 47МВО2 это значение равно $6,25 \cdot 10^3 \text{ мОм} \pm 5\%$

$I_{\text{макс}}$ - максимальное амплитудное значение тока электродвигателя на низкой скорости (А)

для 47МВО2 $R_{37} = 6,2 \text{ кОм} \pm 1\%$, а

для 47МВНЗ $R_{37} = 12,0 \text{ кОм} \pm 1\%$

3.2.10.1. Проверьте, соответствуют ли значения R_{34} , R_{31} , C_1 , C_2 предусмотренным для данного типа электродвигателя (табл.2). Уберите дополнительный резистор 51 кОм, который был припаян при выполнении пункта 3.2.1 (плата "регулятор тока").

Таблица 2

Электродвигатель	R_{31}, R_{34}	C_1, C_2
47МВО2	15 кОм	0,22 мкФ
47МВНЗ	56 кОм	0,33 мкФ

3.2.10.2. Подключите тахогенератор к клемме 7 и датчик тока - к клемме 11.

3.2.10.3. Вместо дополнительного резистора 30 кОм, поставленного при выполнении требований п.3.2.1 (плата "регулятор скорости"), поставьте резистор 100 кОм.

3.2.10.4. Включите главный выключатель. Если возможно, поверните рукой вал электродвигателя, в результате чего должны загореться сигнализации, соответствующие направлению вращения. Это служит доказательством тому, что сигнал тахогенератора по-

дается в блок управления.

3.2.10.5. Включите тумблер между клеммами 12 и 14 (светится "работа"), но будьте готовы сразу же выключить его, в случае, если электродвигатель начнет вращаться неуправляемо. Если тахогенератор соединен правильно, электродвигатель остается неподвижным или начнет вращаться медленно.

3.2.10.6. Подается ступенчатое управляющее напряжение около 0,5В на клемму 2. При включении и выключении управляющего напряжения (задания) электродвигатель должен быстро вращаться и останавливаться. Если при скачках управляющего напряжения получается раскручивание или раскачивание электродвигателя, надо немедленно выключить тумблер (гаснет сигнал "работа") и проверить еще раз правильность подключения тахогенератора и датчика тока.

3.2.10.7. Постепенно увеличивайте амплитуду скачков управляющего напряжения, наблюдая на экране запоминающего осциллоскопа сигнал от датчика тока. Задайте скорость вращения порядка 250 мин^{-1} , т.е. такую, на которой еще не действует зависящее от скорости ограничение тока. При достаточно длительном переходном процессе, вызванном наличием существенного дополнительного момента инерции или трением, ток должен достигать своего максимального значения после 3-4 импульсов тока. При этом не должно быть перерегулирования. Переходные процессы должны выглядеть приблизительно так, как это изображено на рис.16, а, 2.

Выключите тумблер между клеммами 12 и 14 и главный выключатель.

3.2.11. Настройка регулятора тока.

Настройка регулятора тока осуществляется на заводе-производителе и нет необходимости проводить ее снова. Но, если по какой-либо основательной причине необходимо провести индивидуальную настройку регулятора тока, поступают описанным ниже способом. В противном случае следует перейти к п.3.2.12.

Внимание ! Во время исполнения предписаний пункта 3.2.11 цепь между клеммами 12 и 14 не замыкать ! (Тумблер не включать !).

3.2.11.1. Отсоединить (выпятить) провод от датчика тока, поданный на клемму 11, и на неё подать напряжение с движка

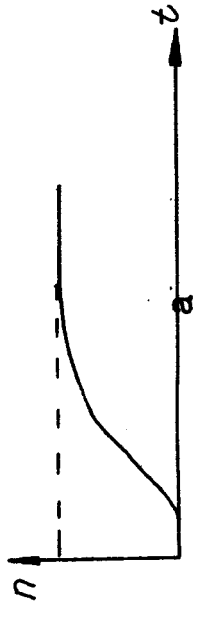
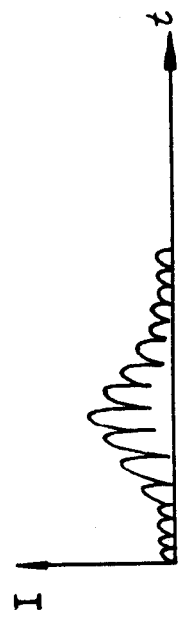
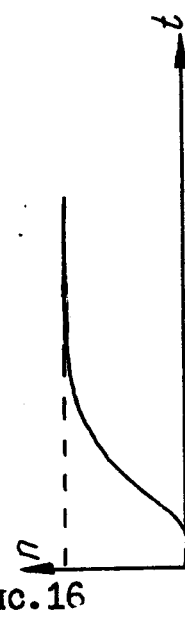
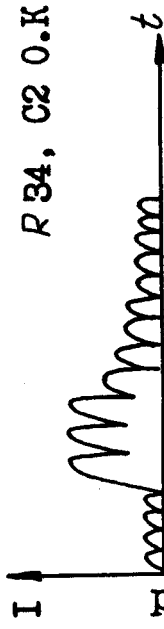
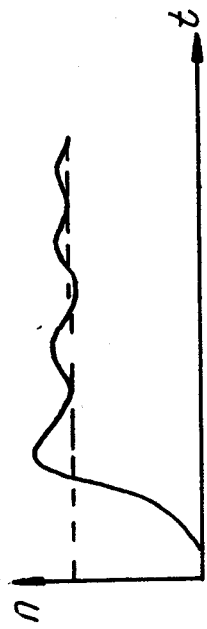
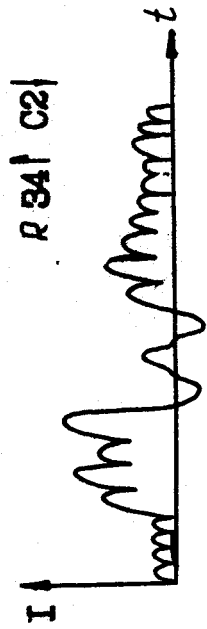
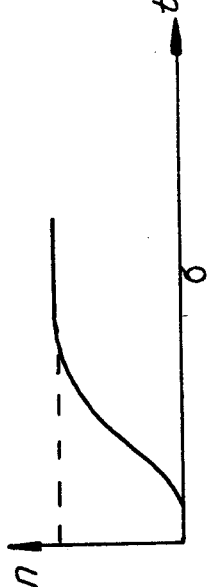
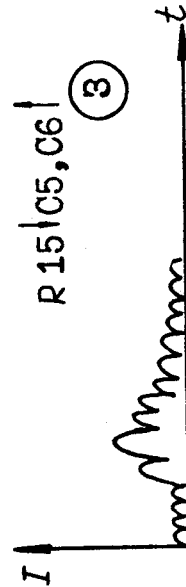
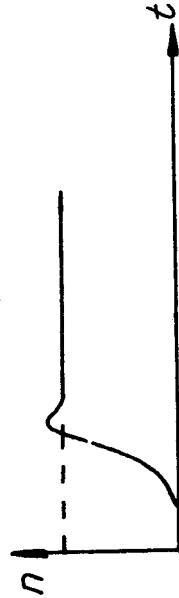
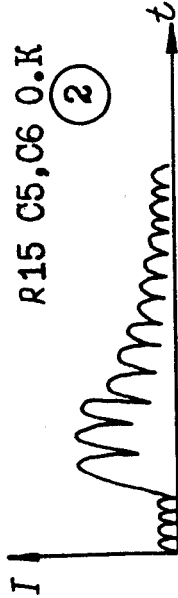
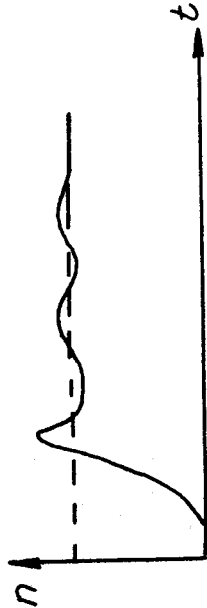
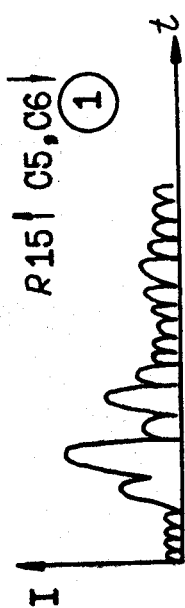
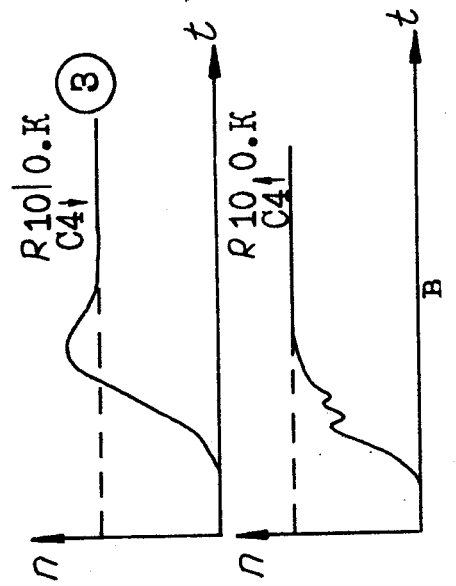
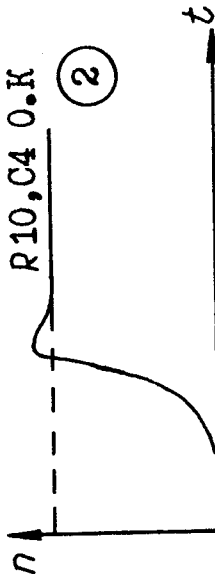
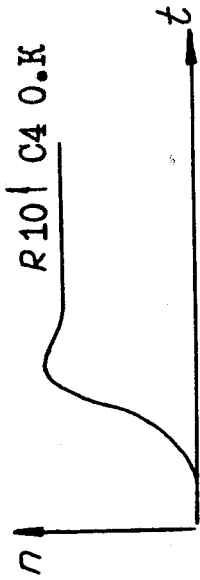
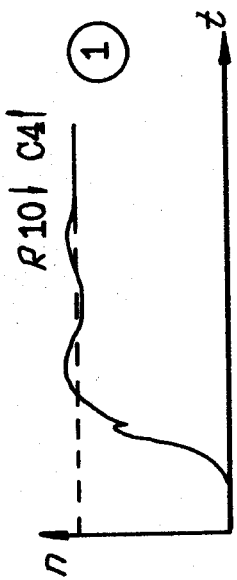


рис. 16

наружного потенциометра. Включить главный выключатель. Напряжение в контрольной точке к 4 (платы "регулятор тока") при низком напряжении на клемме 11 должно быть порядка 30 ± 35 В. Медленно повышая напряжение на клемме 11, установить его значение, при котором напряжение в контрольной точке к 4 резко меняет свое значение на около +15В. Этот скачок должен произойти при напряжении на клемме 11 $(1,00 \pm 0,05)$ В для электродвигателя 47МВО2 и $(1,50 \pm 0,05)$ В для электродвигателя 47МВНЗ. Выполнение этого условия обеспечивается вращением потенциометра П4 платы "регулятор тока". При вращении по часовой стрелке +15В появляются при более низком напряжении на клемме 11. Выключите главный выключатель.

Восстановите подключение кабеля от датчика тока к клемме 11.

3.2.11.2. Вместо R 31, R 34, C 1 и C 2 подключите к соответствующим точкам резисторы и конденсаторы, связанные декадами, как это показано на рис.17. Работа проводится аналогичным описанному в п.3.2.10.7 образом. Перед каждым переключением декад надо выключать тумблер между клеммами 12 и 14. При резисторе в 100 кОм установленном параллельно R 15, R 16, C 5 и C 6 на плате РС, оптимальный переходный процесс должен выглядеть приблизительно так, как это изображено на рис.16, а, 2. Если переходный процесс по току не отвечает требованиям на быстроту действия, проверьте исправность транзисторов Т3 и Т4 платы "РТ".

3.2.11.3. Резисторы и конденсаторы со значениями сопротивления и емкости, соответствующими подобранным значениям для R 31, R 34, C 1 и C 2, припаиваются к соответствующим точкам платы. После этого еще раз проверяется переходный процесс по осциллограмме тока.

3.2.12. Проверка регулятора скорости.

3.2.12.1. Выпаять дополнительный резистор 100 кОм который припаян при исполнении предписаний п.3.2.10.3.

3.2.12.2. Проверьте, соответствуют ли значения сопротивления и емкости R 16, R 17, C 4, C 5, C 6, R 10 необходимым для конкретного типа электродвигателя (табл.3).

Таблица 3

Электродвигатель	R10	R16	R17	C4	C5	C6
47МВ02	2,4 кОм	240 кОм	0	0,33	0,47	0
47МВНЗ	2 кОм	270 кОм	0	0,33	0,33	0,33

3.2.12.3. Масштабирование управляющего напряжения. Вращением потенциометра П2 по часовой стрелке устанавливается масштаб скорости, а именно: максимальная скорость привода должна получаться при значениях ± 10 В управляющего напряжения. Следует иметь в виду, что завод-производитель устанавливает потенциометр П2 так, чтобы при 10В управляющего напряжения получалась наименьшая возможная скорость вращения. Удобно проводить масштабирование грубо на какой-либо более низкой скорости, а на максимальной скорости провести точную настройку.

3.2.12.4. Проверка защиты от превышения максимальных оборотов электродвигателя. Подать нарастающее плавно управляющее напряжение. При значениях $\pm(10,5 + 11)$ В защита должна срабатывать. В случае необходимости настройку можно осуществить с помощью 1 платы "Логика". Защита восстанавливается путем переключения тумблера между клеммами 12 и 14, в результате чего загорятся сигналы "готово" и "работа".

3.2.12.5. Регулятор скорости рассчитан на работу с дополнительным моментом инерции, равным его собственному, электродвигателя или другому, по договоренности с потребителем. В случае, когда реальный дополнительный момент инерции в несколько раз отличается от вышеупомянутого, иногда приходится проводить дополнительную настройку регулятора скорости (см. п.3.2.13).

3.2.12.6. Подайте скачкообразно управляющее напряжение, постепенно увеличивая его величину. Одновременно при этом следите за сигналами датчика тока и тахогенератора с помощью двухлучевого запоминающего осциллоскопа. Корпус осциллоскопа присоединить к клемме 8.

3.2.12.7. Подайте величину управляющего напряжения соответствующую скорости около 300 мин^{-1} . Потенциометр П5 постепенно вращайте направо до появления на осциллограмме скорости перерегулирования. Верните П5 на несколько оборотов назад. Пе-

переходный процесс должен выглядеть приблизительно так, как это изображено на рис.16, б, 2.

3.2.13. В случае, если невозможно получить удовлетворительный переходный процесс при широком диапазоне изменения скорости, на место R_{15} , R_{16} , C_4 , C_5 , C_6 , R_{10} поставьте резисторы и конденсаторы, связанные декадами (рис.18), считая начальными значениями те, которые поставлены заводом-производителем. Прежде всего оптимизируется переходный процесс на низких скоростях путем последовательного подбора R_{15} , R_{16} , C_5 , C_6 - рис.16, б. По мере того, как возможности оптимизирования с их помощью будут исчерпаны, опасность возникновения перерегулирования устраняется подбором R_{10} , C_4 - рис.16, в.

Проверьте переходный процесс на низких и высоких оборотах и припаяйте резисторы и конденсаторы с полученными значениями сопротивления и емкости для R_{15} , R_{16} , C_5 , C_6 , R_{10} , C_4 . Оптимальные переходные процессы изображены на рис.16,б,2 и 16,в,2.

3.2.14. Проверка ограничения тока, зависящего от скорости.

Проверьте соответствие значений R_9 , R_{10} , R_{11} , R_{12} , R_{63} , необходимых для контрольного типа электродвигателя согласно таблице 4.

Таблица 4

Электродвигатель	R_9	R_{10}	R_{11}	R_{12}	R_{63}
47МВО2	8,2 кОм	24 кОм	20 кОм	10 кОм	1,3 кОм
47МВНЗ	8,2 кОм	24 кОм	20 кОм	20 кОм	1,3 кОм

Меняя управляющее напряжение от +10В до -10В, соответственно скорость вращения от - $\Pi_{\text{макс}}$. до + $\Pi_{\text{макс}}$., измерьте напряжения в контрольных точках К2, К3 платы "регулятор тока". Если значения напряжений не соответствует приведенным в таблице, необходимо их скорректировать согласно кривым на рис.19. Рекомендуется проводить работу в следующей последовательности: отпаять от клеммы 7 провод, идущий от тахогенератора; на клеммы 3 и 7 подать стабилизированное выпрямленное напряжение 0+30В, 0,5А, которое будет имитировать напряжение тахогенератора; вклю-

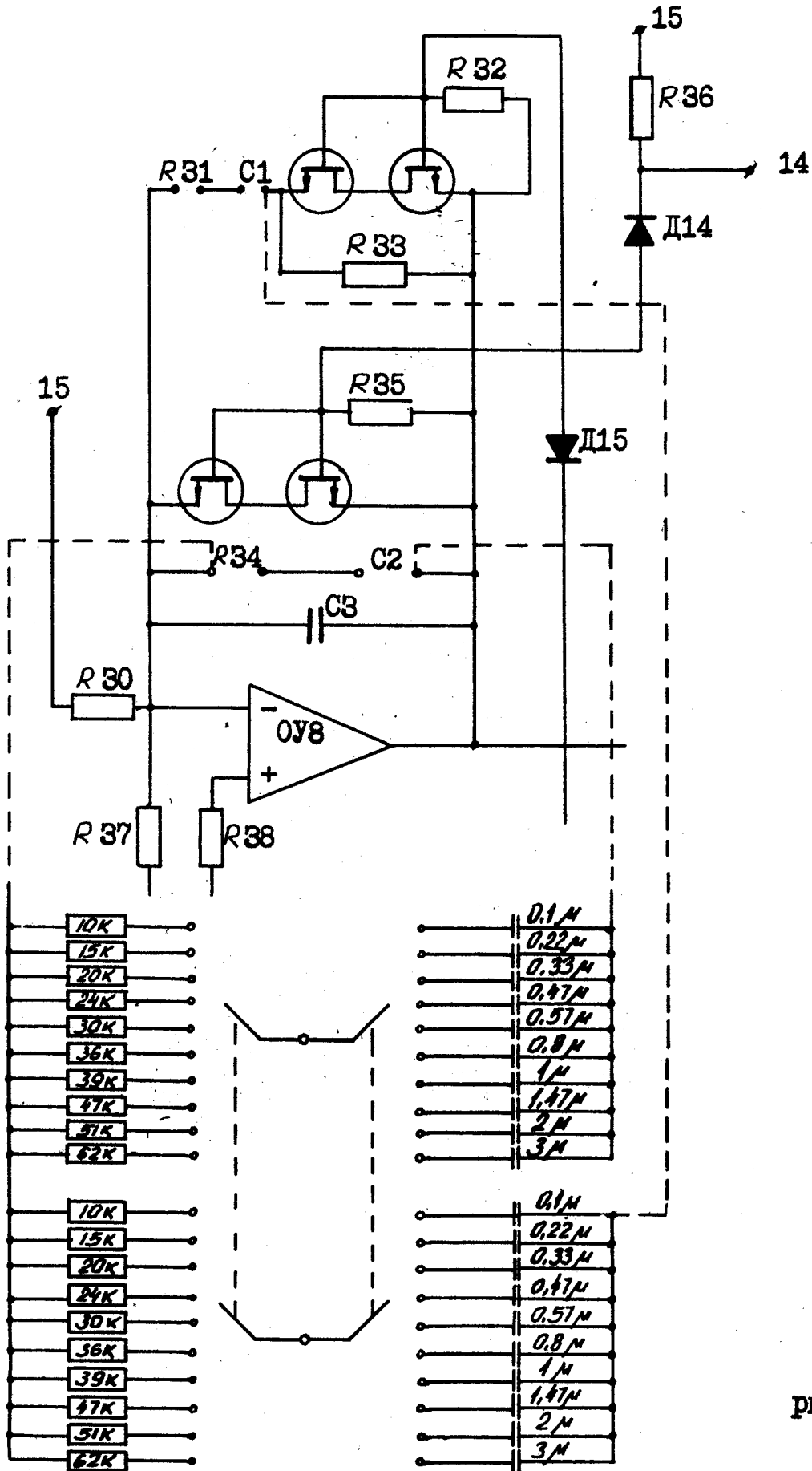


рис. 17

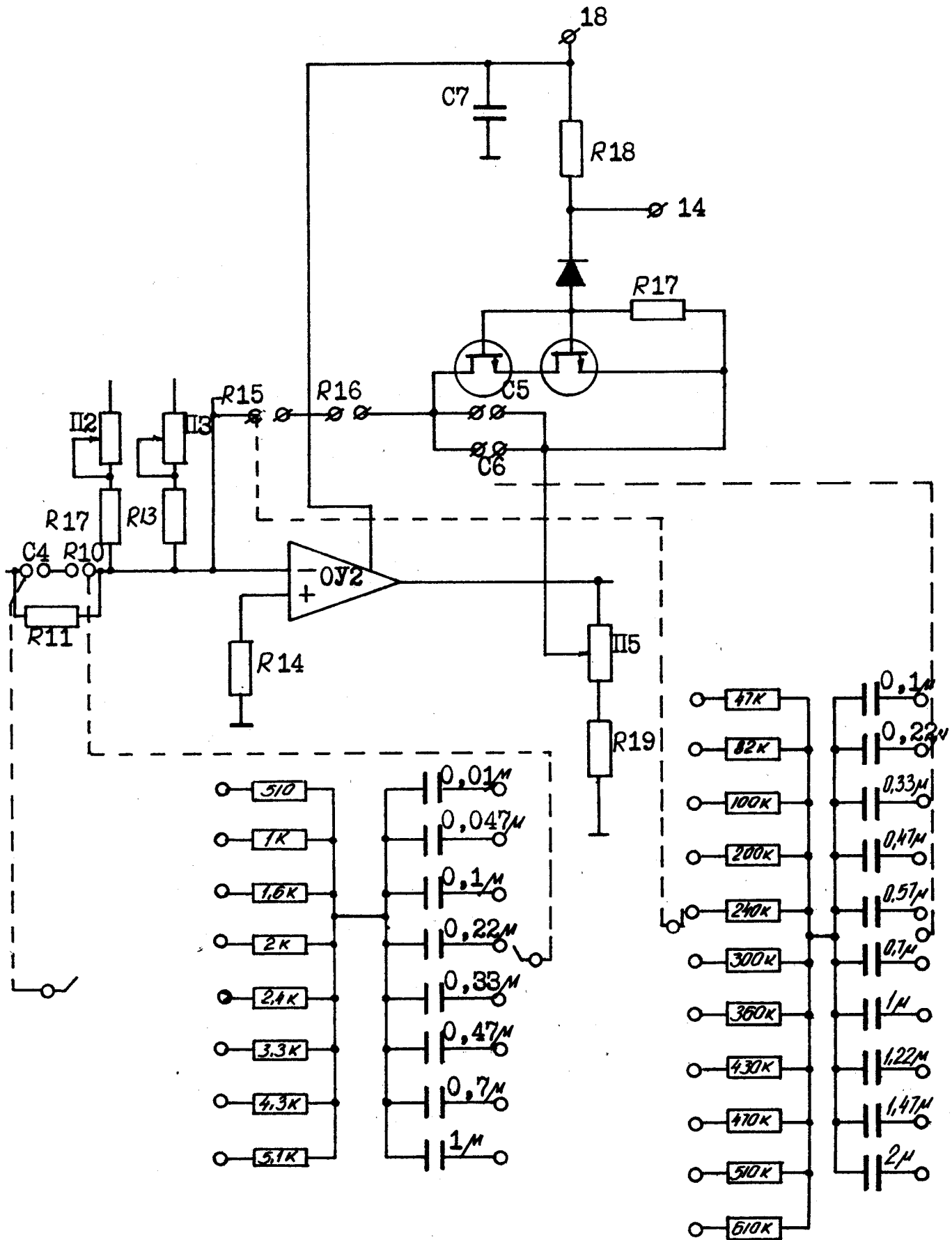
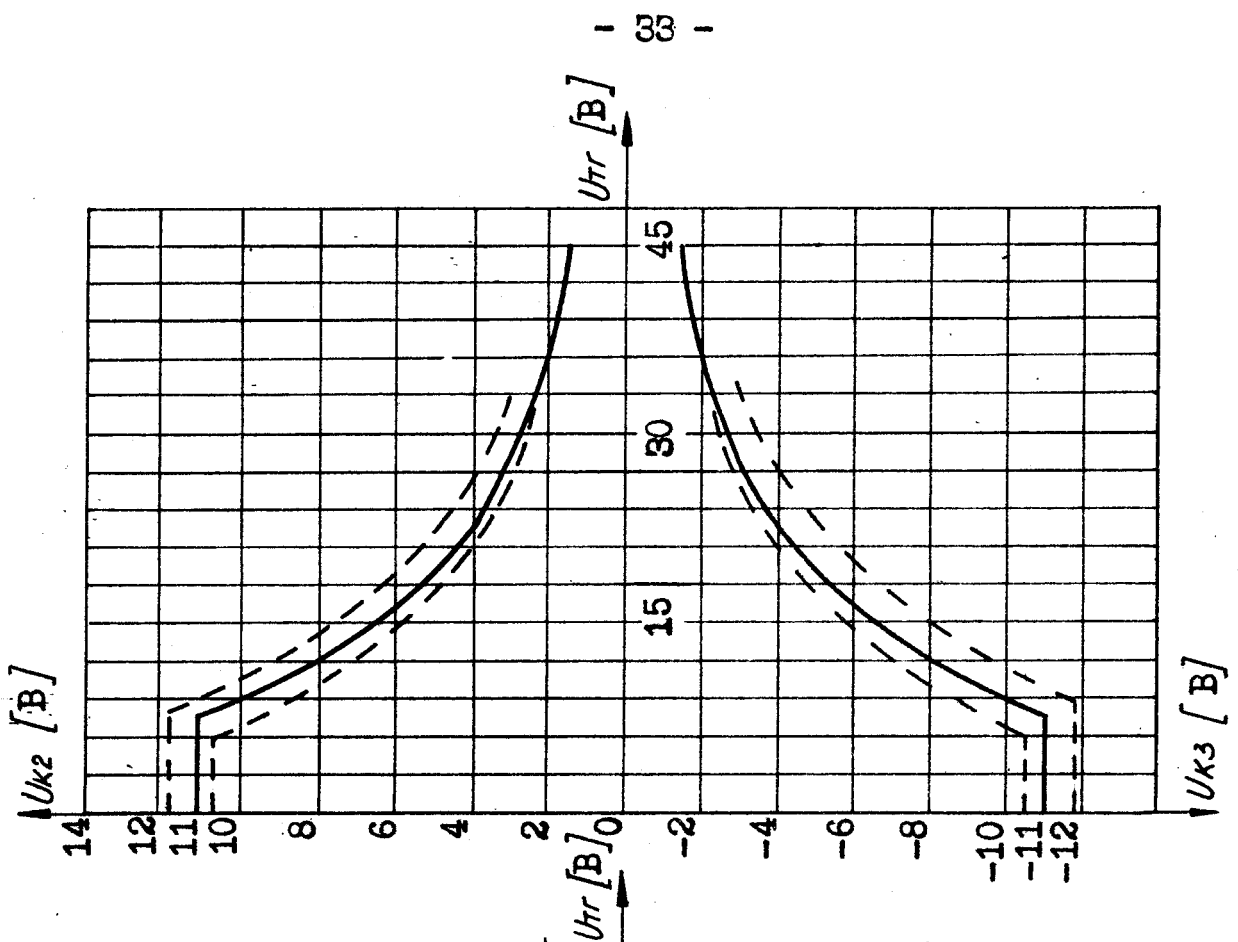
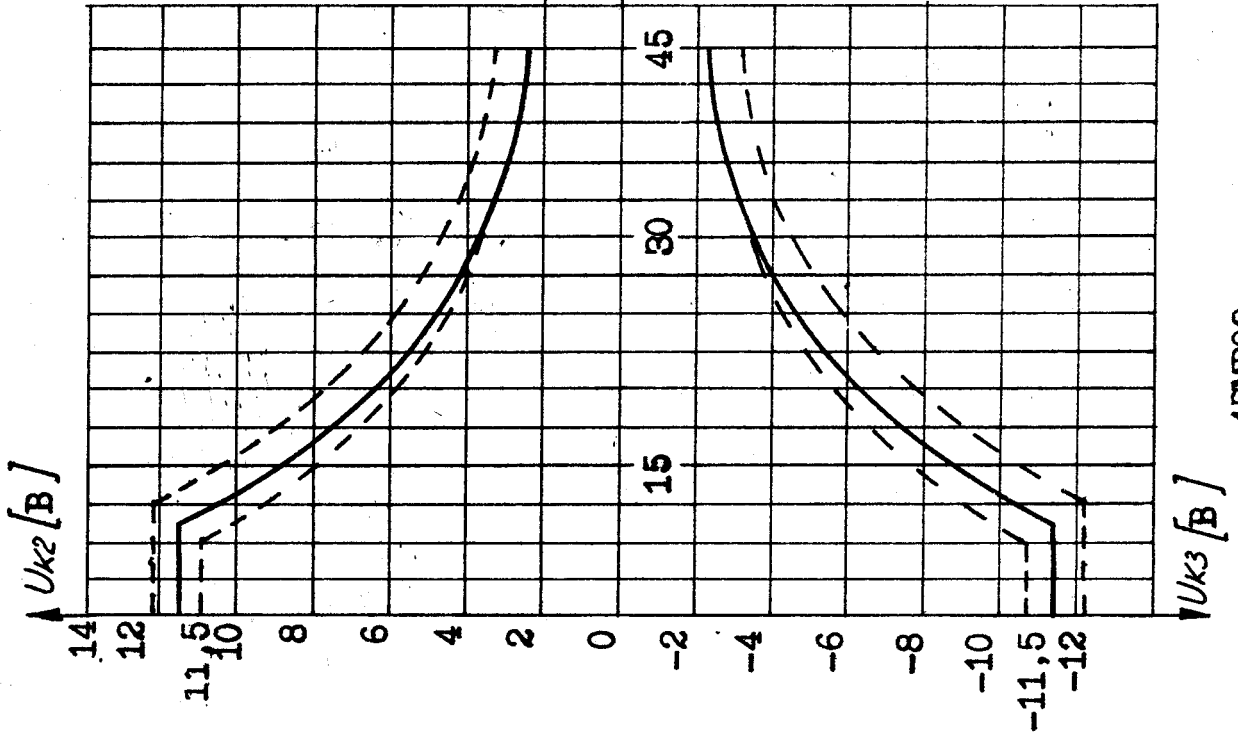


рис. 18



47MBH3



47MB02

рис. 19

чить главный выключатель, но после этого ни в коем случае нельзя включать тумблер между клеммами 12 и 14.

Возможное его включение приведет к раскручиванию электродвигателя из-за отсутствия обратной связи по скорости.

3.2.14.1. Электродвигатель 47МВ02.

При напряжении 0В на клемме 7 с помощью потенциометра ПЗ платы РТ устанавливается напряжение $+(11,5 \pm 0,05)$ В в контрольной точке К2 или $-(11,5 \pm 0,05)$ В в контрольной точке К3.

При напряжении 15,0В на клемме 7 потенциометром П1 платы РТ устанавливается напряжение $+(1,1 \pm 0,05)$ В в контрольной точке К1.

При напряжении 30,0В на клемме 7 потенциометром П2 платы РТ устанавливается напряжение $+(3,5 \pm 0,1)$ В в контрольной точке К2 или $-(3,5 \pm 0,1)$ В в точке К3. Три контрольных значения напряжения вполне достаточны для моделирования кривой на рис.19, но при условии, что сохранены значения сопротивлений перечисленных выше резисторов.

3.2.14.2. Электродвигатель 47МВК3.

Работа проводится так же как и в п.3.2.14.1, но три контрольных значения напряжения составляют соответственно $\pm(11 \pm 0,05)$ В (К2, К3), $+(1,1 \pm 0,05)$ В (К1); ± 3 В (К2, К3).

Отключить источник постоянного напряжения и припаять к клемме 7 провод, идущий от тахогенератора.

3.2.15. Установка нулевой скорости.

Работа с дифференциальным входом.

3.2.15.1. Замкнуть клеммы 1 и 2 перемычкой. В этом случае электродвигатель должен оставаться неподвижным в течение одной минуты. Если этого нет установить нулевую скорость можно вращением потенциометра П4 платы РС.

Работа с недифференциальным входом.

3.2.15.2. Перемычкой замкнуть клеммы 2 и 3.

Далее, как в п.3.2.15.1.

4. ХАРАКТЕРНЫЕ ОСЦИЛЛОГРАММЫ ТОКА В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ.

4.1. Скорости резания.

4.1.1. Скорости резания при небольшой нагрузке.

На рис.20 показана типичная осциллограмма тока на низ-

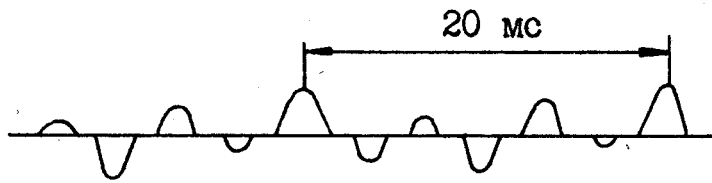


рис. 20

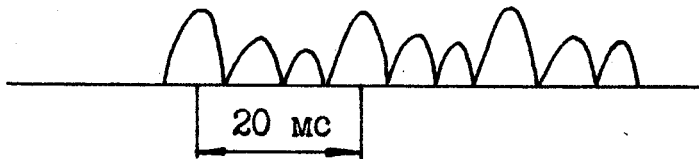


рис. 21

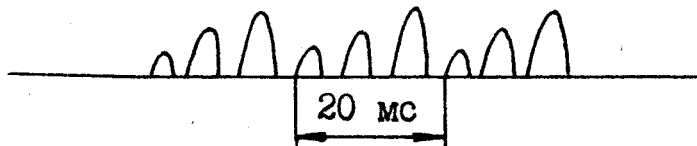


рис. 22

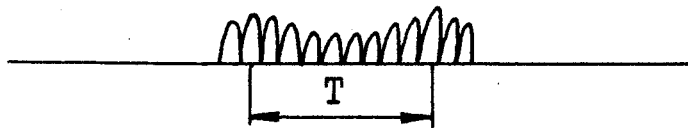


рис. 23

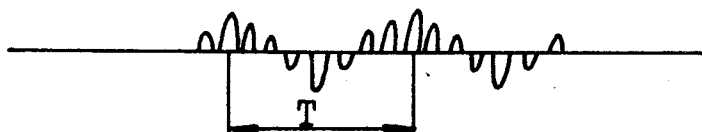


рис. 24

кой скорости при небольшой нагрузке. Допускается разница между амплитудами импульсов тока в пределах одного периода напряжения сети до 50% амплитуды самого высокого импульса.

При стандартной настройке эта модуляция не отражается на работе металлорежущего станка.

При значительной разнице между амплитудами импульсов (более 50%) необходимо проверить: фазовые напряжения на вторичной обмотке силового трансформатора; эффективное значение напряжения сети в контрольной точке К2 платы "фазовое управление".

4.1.2. Скорости резания при большой нагрузке.

Типичная осциллограмма тока в этом случае показана на рис.21. Допускается разница между амплитудами импульсов тока до 50% амплитуды самого высокого импульса. На рисунках 22, 23 и 24 показаны типичные осциллограммы тока при различных скоростях перемещения. Допускается разница между амплитудами импульсов тока (до 50%).

T - время, за которое двигатель совершает один оборот. Например, при скорости вращения 1500 мин^{-1} . T составляет около 40 мс (рис.23, 24).

Период оборотной модуляции импульсов тока, естественно, меняется при изменении скорости вращения электродвигателя.

Возможными причинами оборотной модуляции тока являются: неравномерность в конструктивном исполнении электромагнитной системы электродвигателя в пределах одного оборота; неодинаковое напряжение тахогенератора в пределах одного оборота; большое усиление по скорости.

При стандартной настройке электропривода наличие оборотной модуляции является нормальным.

5. НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

А. Не горят световые сигнализации "готов" и "работа"; двигатель не вращается.

В. Сигнал "готов" горит, но не горит сигнал "работа"; электродвигатель не вращается.

С. Горит сигнализация "фаза", сигнализация "работа" не загорается.

Д. Горит сигнализация "разнос".

Е. Самоход (дрейф) двигателя.

- Г. Неправильные формы тока. Не включается один или несколько тиристоров.
- У. Велика ошибка на низких оборотах электродвигателя.
- Н. Большие вибрации и/или шум при пуске или при "остановке". Вибрации во время работы.
Электродвигатель искрит при пуске во время работы и при "остановке".

Плата печатная монтажная
Регулятор тока
Спецификация

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Кол-ч. (шт.)
1	R 38	Резистор РПМ-0,25 18к±5%	1
2	R 31, R 34	Резистор РПМ-0,25 56к±5%	2
3	У2 + У12	Усилитель операционны МАА 741	11
4	C1, C2	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,33 μ F/63В	2
5	T7	Транзистор 2Т3167	1
6	T3 + T6	Транзистор КФ 520	4
7	C3, C4+C10	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,1 μ F/63В	8
8	R 33, R 36	Резистор ОПМ-0,25 330к±5%	2
9	Д1, Д2	Стабилитрон КС 156А	2
10	R 3, R 50	Резистор РПМ-0,25 33к±5%	2
11	R 2	Резистор РПМ-0,25 910±5%	1
12	R 32, R 35	Резистор РПМ-0,25 1м±5%	2
13	T1, T8	Транзистор 2Т6821	2
14	П1+П4	Потенциометр СП5-14 1вт.6,8к	4
15	Д3, Д5, Д7+Д17	Диод 2Д5607	14
16	R 46,+ R 48	Резистор РПМ-0,25 5,1к±5%	3
17	R 14, R 18, R 42, R 61	Резистор РПМ-0,25 3,9±5%	4
18	R 62	Резистор РПМ-0,25 1,5к±5%	1
19	R 16	Резистор РПМ-0,25 2к±5%	1
20	R 13, R 63	Резистор РПМ-0,25 1,3к±5%	2
21	П5	Потенциометр СП5-14-1вт.2,2к	1
22	R 11, R 12	Резистор РПМ-0,25 20к±5%	2
23	R 10	Резистор РПМ-0,25 24к±5%	1
24	R 9	Резистор РПМ-0,25 8,2к±5%	1
25	R 51	Резистор РПМ-0,25 4,3к±5%	1
26	T2	Транзистор 2Т6551	1
27	R 20, R 27	Резистор РПМ-0,25 2,2к±5%	2

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Колич. (шт.)
28	R 4, R 7, R 8, R 15, R 17, R 19, R 21+ R 26, R 28, R 29, R 39, R 40, R 43+ R 45, R 49, R 53+ R 60.	Резистор РПМ-0,25 10к±5%	
29	R 52	Резистор РПМ-0,25 6,2к±5%	1
30	R 30, R 41	Резистор РПМ-0,25 51к±5%	2
31	R 31	Резистор РПМ-0,25 15к±5%	1
32	Д18	Стабилитрон Д814А	1
33	R 37	Резистор РПМ-0,25 12к±5%	1

Плата печатная монтажная
Группа элементов
Регулятор скорости
Спецификация

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Коллич. (шт.)
1	R 18	Резистор РПМ-0,25 470 \pm 5%	1
2	R 10	Резистор РПМ-0,25 2к \pm 5%	1
3	R 11	Резистор РПМ-0,25 20к \pm 5%	1
4	C3	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,22 μ F/63В	1
5	R 9	Резистор РПМ-0,25 10к \pm 5%	1
6	C4, C5, C6	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,33 μ F/63В	3
7	R 1+ R6, R12, R13	Резистор РПМ-0,25 5,1к \pm 5%	8
8	R 14	Резистор РПМ-0,25 18к \pm 5%	1
9	C1, C2, C7, C8	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,1 μ F/63В	4
10	R 7	Резистор РПМ-0,25 11к \pm 5%	1
11	П1+П3, П5	Потенциометр СП5-14 1вт-6,8к	4
12	R 19	Резистор РПМ-0,25 3,9к \pm 5%	1
13	П4	Потенциометр СП5-14-1вт.10к	1
14	У1, У2	Операционны усилитель МАА-741	2
15	R 15, R 16	Резистор РПМ-0,25 270к \pm 5%	1
16	R 17	Резистор РПМ-0,25 1м \pm 5%	1
17	T1, T2	Транзистор КЕ-520	2
18	Д1	Диод 2Д5607	1
19	R8	Резистор РПМ-0,25 6,8к \pm 5%	1

Плата печатная монтажная
(фазового управления)
Спецификация

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Коллич. (шт.)
1	R 13, R 18, R 19, R 27, R 34	Резистор РПМ-0,25 33к±5%	5
2	Д5, Д6, Д9, Д10	Диод КД 1113	4
3	R 1, R 8	Резистор РПМ-0,25 3,6к±5%	2
4	R 2	Резистор РПМ-0,25 20к±5%	1
5	R 32	Резистор РПМ-0,25 9,1к±5%	1
6	C2	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,47μF/63в	1
7	R 3, R 4	Резистор РПМ-0,25 10к±5%	2
8	R 26, R 33	Резистор РПМ-0,25 12к±5%	2
9	R 7, R 11	Резистор РПМ-0,25 1,6к±5%	2
10	C1	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,22μF/63в	1
11	C3, C6	Конденсатор КМПТ-Пр-96 0,0047μF/63в	2
12	C14, C22	Конденсатор КЕА-II 100 F/25в	2
13	R 25, R 28, R 29, R 30, R 31, R 35	Резистор РПМ-0,25 910±5%	6
14	C4, C7	Конденсатор КСС 220 ρF/63в	2
15	R 9, R 14, R 15, R 20, R 21, R 23, R 24	Резистор РПМ-0,25 3,9к±5%	7
16	C10, C15, C19	Конденсатор ККрД-1- P0-4, 0-8,2ρF/25в	3
17	R 16, R 6	Резистор РПМ-0,25 3,3к±5%	2
18	У1, У2, У3, У4, У5	Операционны усилитель МАА501	5
19	C11, C12, C20	Конденсатор ККрД-1- P0 4,0-5ρF/25в	3
20	R 22	Резистор РПМ-0,25 82к±5%	1
21	П1	Потенциометр СП5.14 1вт. 6,8к	1
22	T2, T3	Транзистор 2Т6551	2
23	Д1+Д4, Д7, Д8	Диод 2Д5607	6
24	C5	Конденсатор КРМЦ-С2 1μF/63в	1

	Обозначение	Наименование	
25	R 12, R 17	Резистор РПМ-0,25 91к±5%	2
26	R 10	Резистор РПМ-0,25 39к±5%	1
27	T1, T4	Транзистор ФТ 308	2
28	T5, T6	Транзистор 2Т6821	2
29	C8, C9, C12, C13, C17, C18, C21, C23	Конденсатор КМШТ-Пр-96 0,1 Ф/63в	8
30	R 5	Резистор РПМ-0,25 22к±5%	1
<p><u>Примечание:</u> Стоимость R 6 выбирается при настройке платы из номиналов 1,3; 1,5; 1,8; 2,0; 2,2; 2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6; 3,9; 4,3; 4,7; 5,1к.</p>			

Печатная плата монтажная
Питание
Спецификация

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Кол-во (шт.)
1	C5, C8	Конденсатор КМЛТ-Пр-96 0,047 μ F/63В	2
2	C4, C7	Конденсатор КЕА-II 220 F/25В	2
3	R 11	Резистор РПМ-0,5 11к \pm 5%	1
4	R 10	Резистор РПМ-0,5 3,6к \pm 5%	1
5	D27	Диод Д814А (стабилитрон)	1
6	R 8, R 9	Резистор РПМ-0,5 3,3к \pm 5%	2
7	T3	Транзистор 2Т6821	1
8	СТ1, СТ2	Стабилизатор интегральный МАА723	2
9	C6	Конденсатор КСС 100рF/63В	1
10	T1, T2	Транзистор 2Т9137-БДС 206-78	2
11	C1, C2	Конденсатор КЕА-II 100 μ F/25В	2
12	D23, D24	Диод Д816В (стабилитрон)	2
13	R 1, R 2	Резистор РПМ-0,5 24 \pm 5%	2
14	D1 + D22	Диод КД 1113	22
15	R4	Резистор РПМ-0,5 3,9к \pm 5%	1
16	R5, R6	Резистор РПМ-0,5 6,2к \pm 5%	2
17	C3	Конденсатор КСС 510рF/63В	1
18	R 3	Резистор МЛТ-0,5 10 \pm 5%	3
19	C9	Конденсатор КЕА-II 47 μ F/25В	1
20	D25, D26	Диод 7VZ 70	2
21	R 14	Резистор РПМ-0,5 330 \pm 5%	1
22	R 12, R13	Резистор РПМ-0,5 220 \pm 5%	4
23	R 7	Резистор РПМ-0,5 8,2 \pm 5%	1

Примечание: Стоимость R 10 выбирается при настройке платы из номиналов: 3,1; 3,3; 3,6; 3,9; 4,1к.
Стоимость R 5 выбирается из номиналов: 5,1; 5,6; 6,2; 6,8к.

Плата печатная монтажная
(логика)
Спецификация

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Кол-ч. (шт.)
1	Д1+Д16; Д19+Д23; Д26+Д40; Д42+Д46	Диод 2Д5607	41
2	R 4, R 15+ R 17, R 19, R 20, R 41; R 48.	РПМ-0,25 33к±5% - Резистор	8
3	R 2, R 3, R 5, R 48, R 50, R 60, R 63.	РПМ-0,25 16к±5% - Резистор	7
4	R 6, R 9, R 11, R 12, R 13, R 18, R 44, R 21, R 51, R 67, R 70, R 73.	Резистор РПМ-0,25 6,2к±5%	13
5	C2, C8, C13, C15	Конденсатор КСС 220рF/63В	4
6	У1 + У4	Операционны усилитель МАА 501	4
7	C3, C9	Конденсатор КЕА-II 22μ F/25В	2
8	C1, C7, C12, C14	Конденсатор ККрД- -4,0 10рF/25В	4
9	T1+T7, T10+T14	Транзистор 2Т3167	12
10	R7, R8, R10, R22, R23 R27+ R29.	Резистор РМП-0,25 12к±5%	8
11	C4	Конденсатор КСС 100рF/63В	1
12	R24, R25, R32	Резистор РМП-0,25 8,2к±5%	3
13		Магнито-управляемое реле РМК 12 А/5В	1
14	T15+T17, T20	Транзистор 2Т6821	4
15	R26	Резистор РМП-0,25 3,9к±5%	1
16	R 17, R 56, R 57, R 68, R 71 R 74 .	Резистор РМП-0,25 1,6к±5%	6
17	R 31	Резистор РМП-0,25 330к±5%	1
18	R 30	Резистор РМП-0,25 820±5%	1
19	R 49, R 54	Резистор МЛТ-0,25 5,1к±5%	2
20	R 52, R 66, R 69, R 72	Резистор РМП-0,25 30к±5%	4
21	R 55	Резистор РМП-0,25 7,5к±5%	1

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Колич. (шт.)
22	C10, C11, C16+C18	Конденсатор КМПП-Пр-96 0,1 мкФ/63В	5
23	СД1-СД8	Светодиод WQA-13	8
24	T18, T19	Транзистор 2Т6551	2
25	R45, R47	Резистор РМП-0,25 750±5%	2
26	R61, R62	Резистор РМП-0,25 100±5%	2
27	R58, R59, R64, R65	Резистор РМП-0,25 10к±5%	4
28	R46	Резистор РМП-0,25 1,3к±5%	1
29	C6	Конденсатор КЕА-II 1 Ф/63В	1
30	R1	Резистор РМП-0,25 51к±5%	1
31	R35	Резистор РМП-0,25 24к±5%	1
32	R75	Резистор РММ-0,25 100к±5%	1
<p><u>Примечание:</u> Стоимость R 1 опре- делена для тахогенератора с напряжением 30В/1000 мин⁻¹ и максимальной частоты вращения двигателя 1500 мин⁻¹. При макс. частоты вращения двига- теля 1300 мин⁻¹ стоимость R 1 - 47к.</p>			

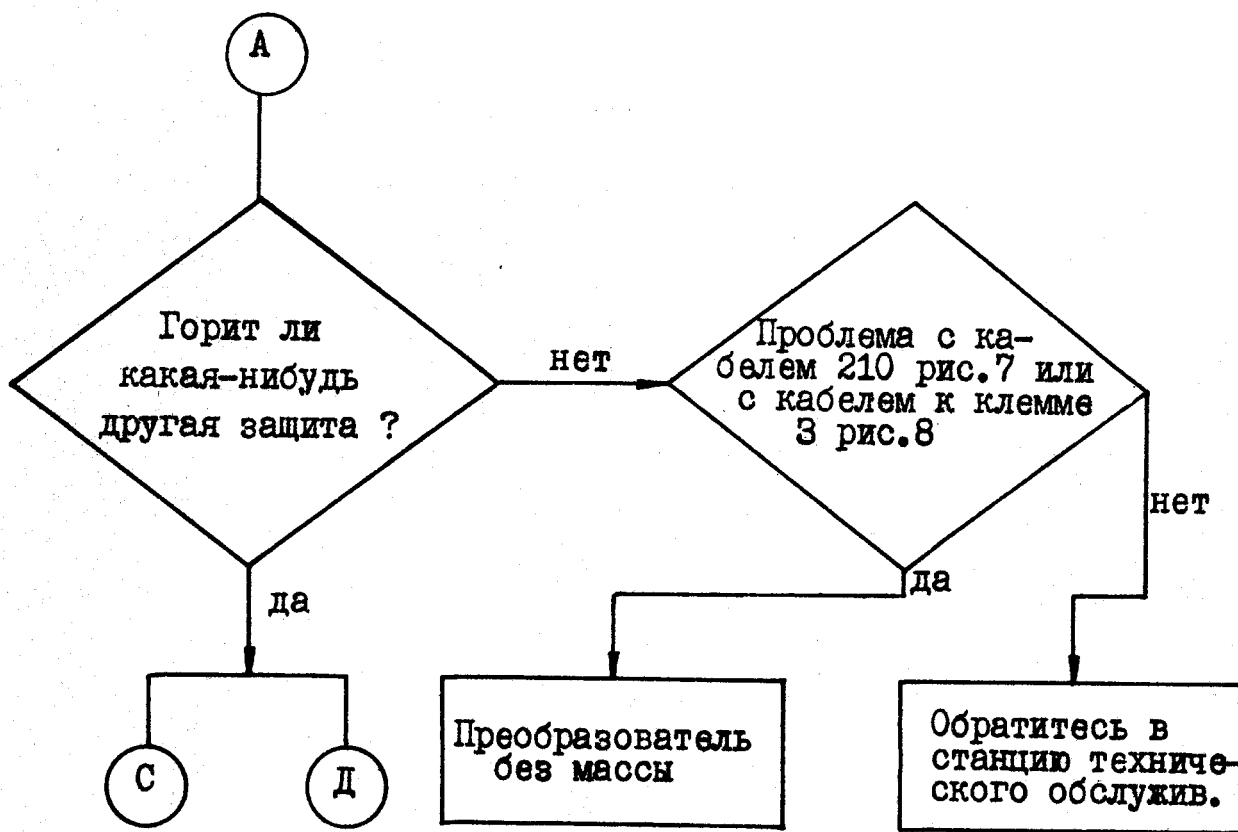
Плата печатная монтажная
Управление на тиристорах
Спецификация

	Обозначение	Наименование	
1		Трансформатор блокирующий	6
2	R 1 + R 6	Резистор МЛТ-0,5 10±5%	6
3		Сцепление прямое СВ 075282249	1
4	Д1 + Д6	Диод КД 1113	6
5		Сцепление прямое СВ 075282248	3

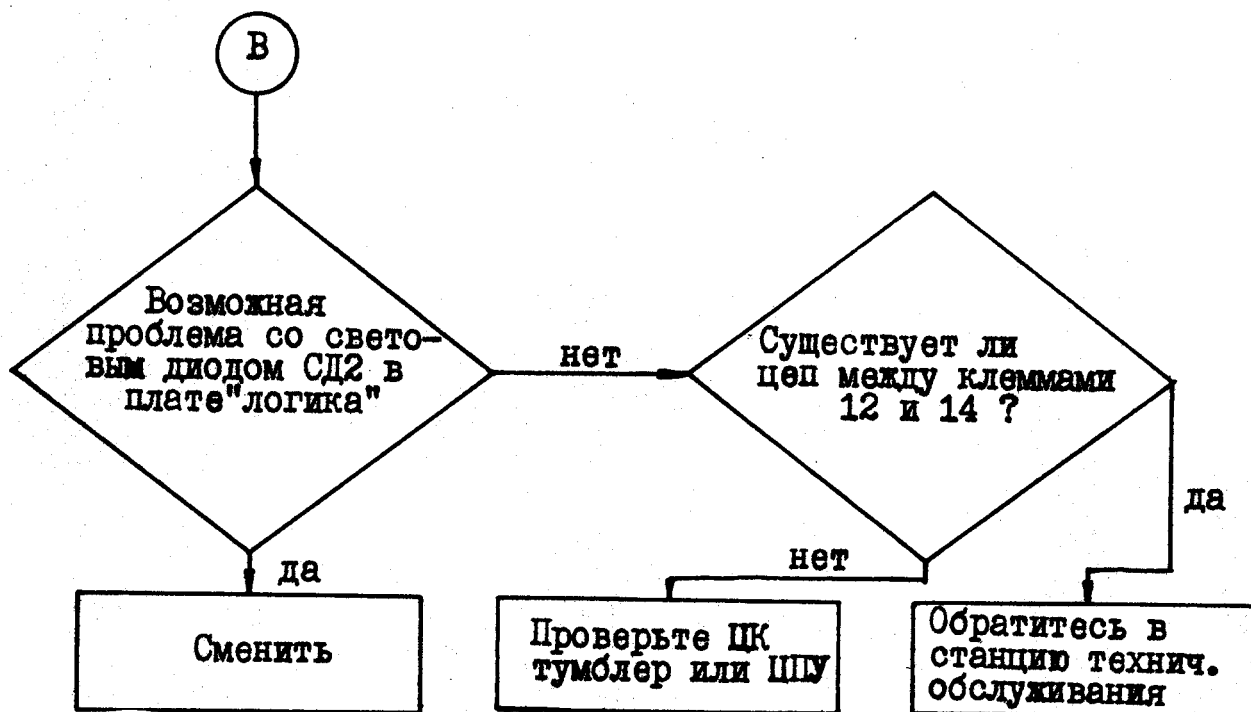
Плата печатная (нижняя)
Монтаж
Спецификация

Пози- ция	Обозначение	Наименование	Колич. (шт.)
1.	K1 + K16	Кушлунг РПМ1Т-52-3	16
2.	1 + 4	Резистор РПМ-0,25 1,5к±5%	4
3.		Винт II МЗх5-БДС 832-74/4,8	32
4.		Шайба ЗН-БДС 833-71	32
5.		Наконечник кабельны 396775.99.30	32

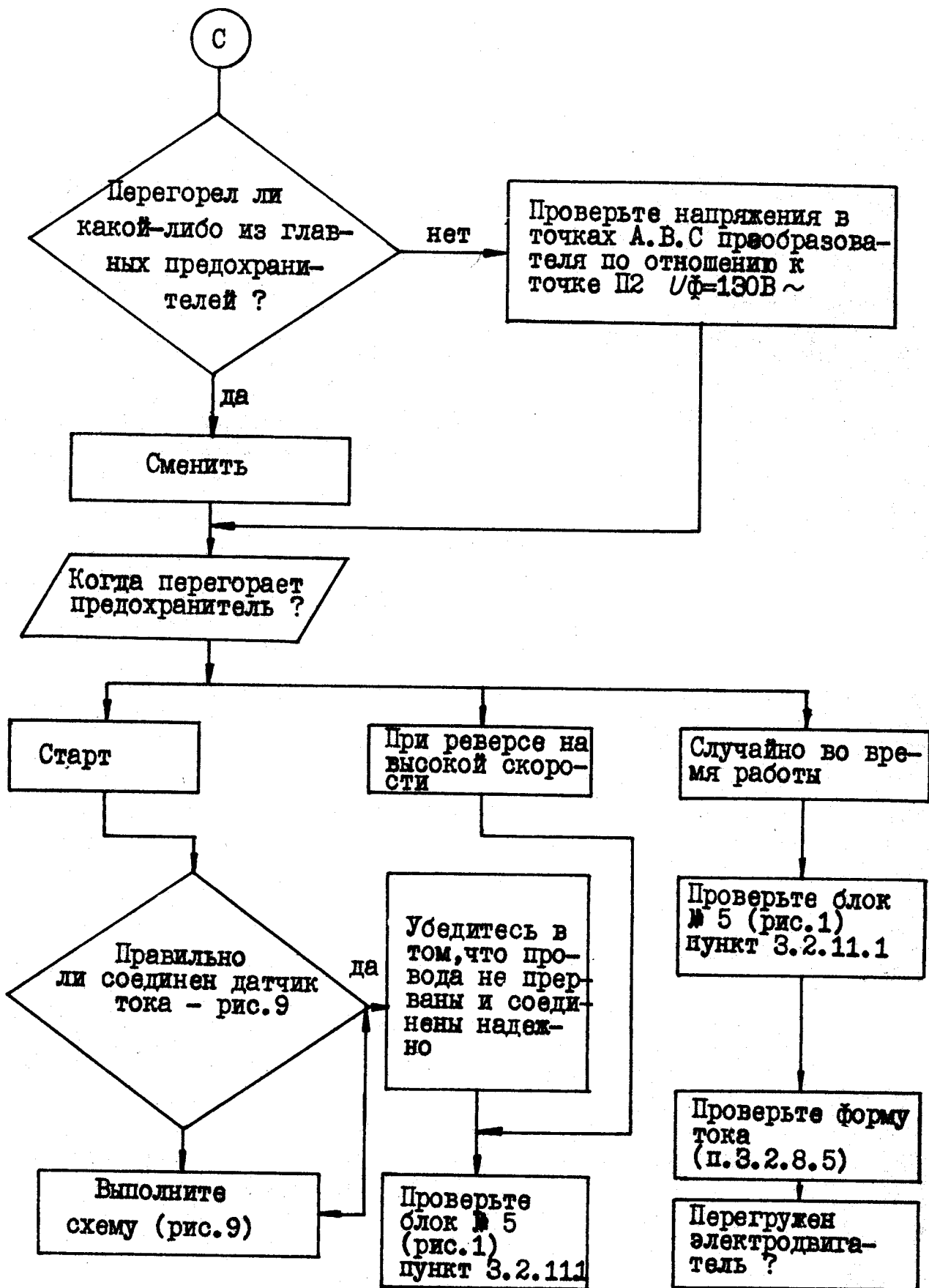
А. Не горят индикации "готов" и "работа", электродвигатель не вращается.



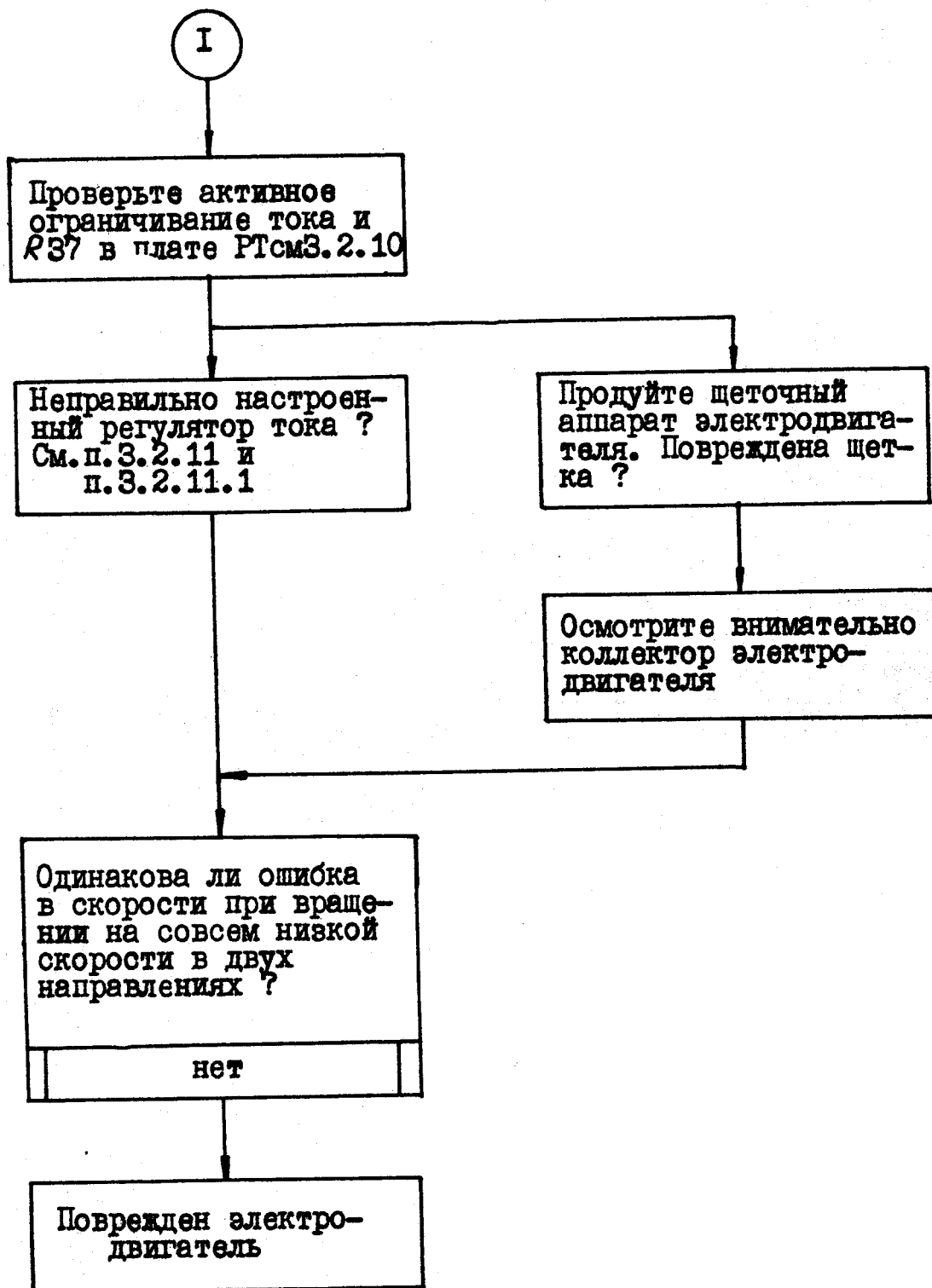
В. Сигнал "готов" горит, а сигнал "работа" - нет. Электро-
двигатель не вращается.



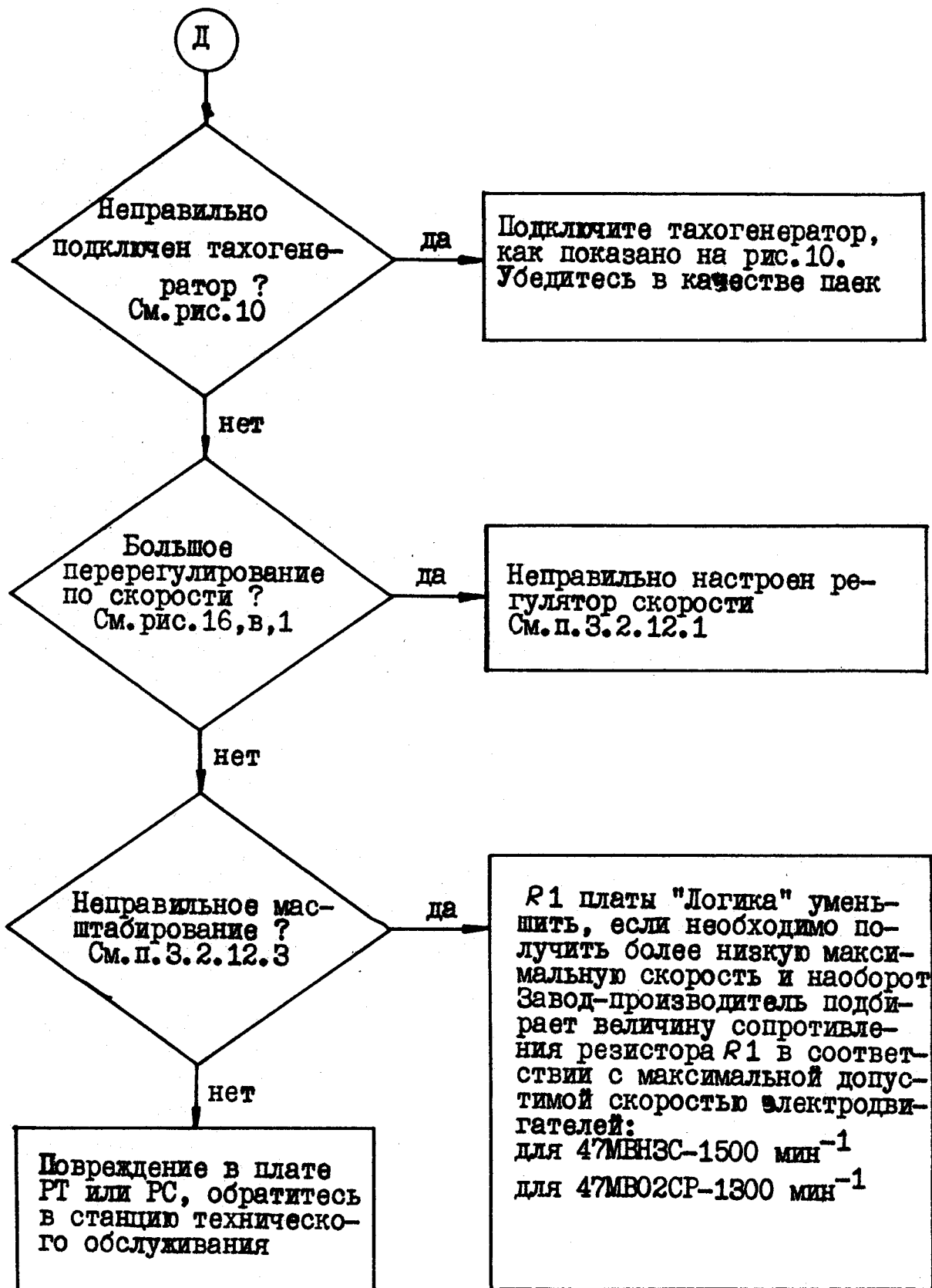
С. Горит индикация "фаза", сигнал "работа" не может включиться



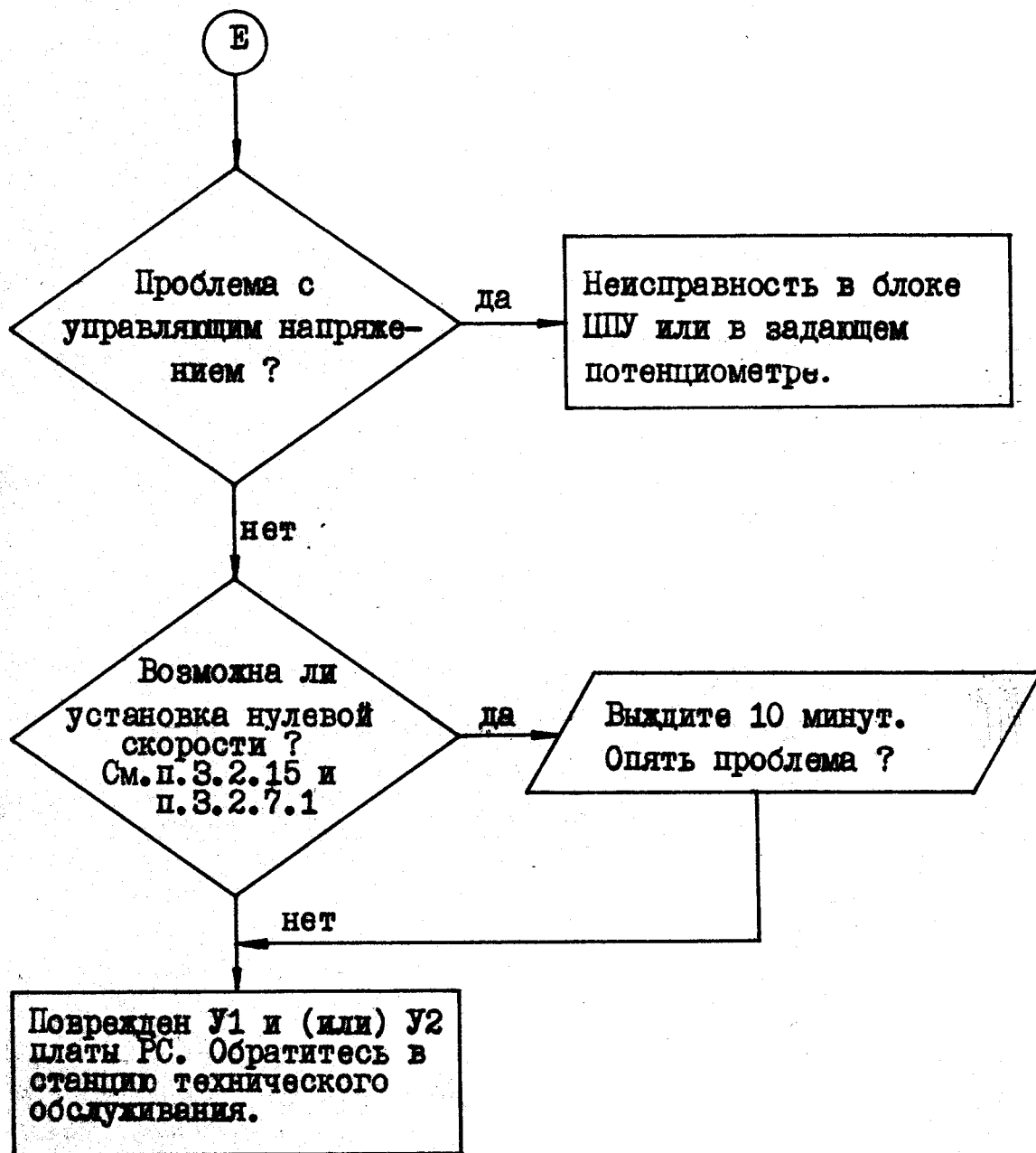
I Электродвигатель пускает искры на старте, во время работы и при "стоп"



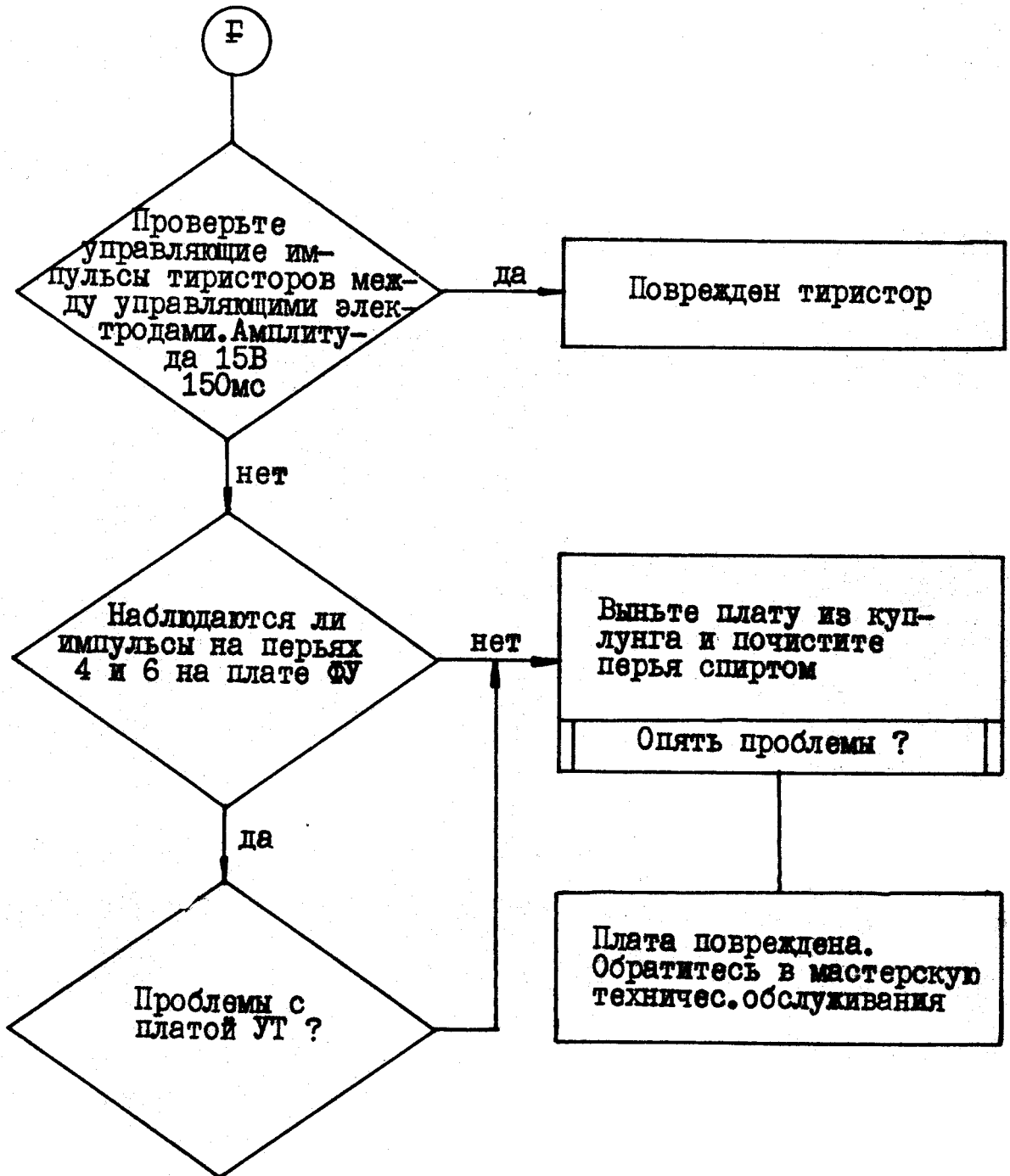
Д. Горит сигнализация "разнос"



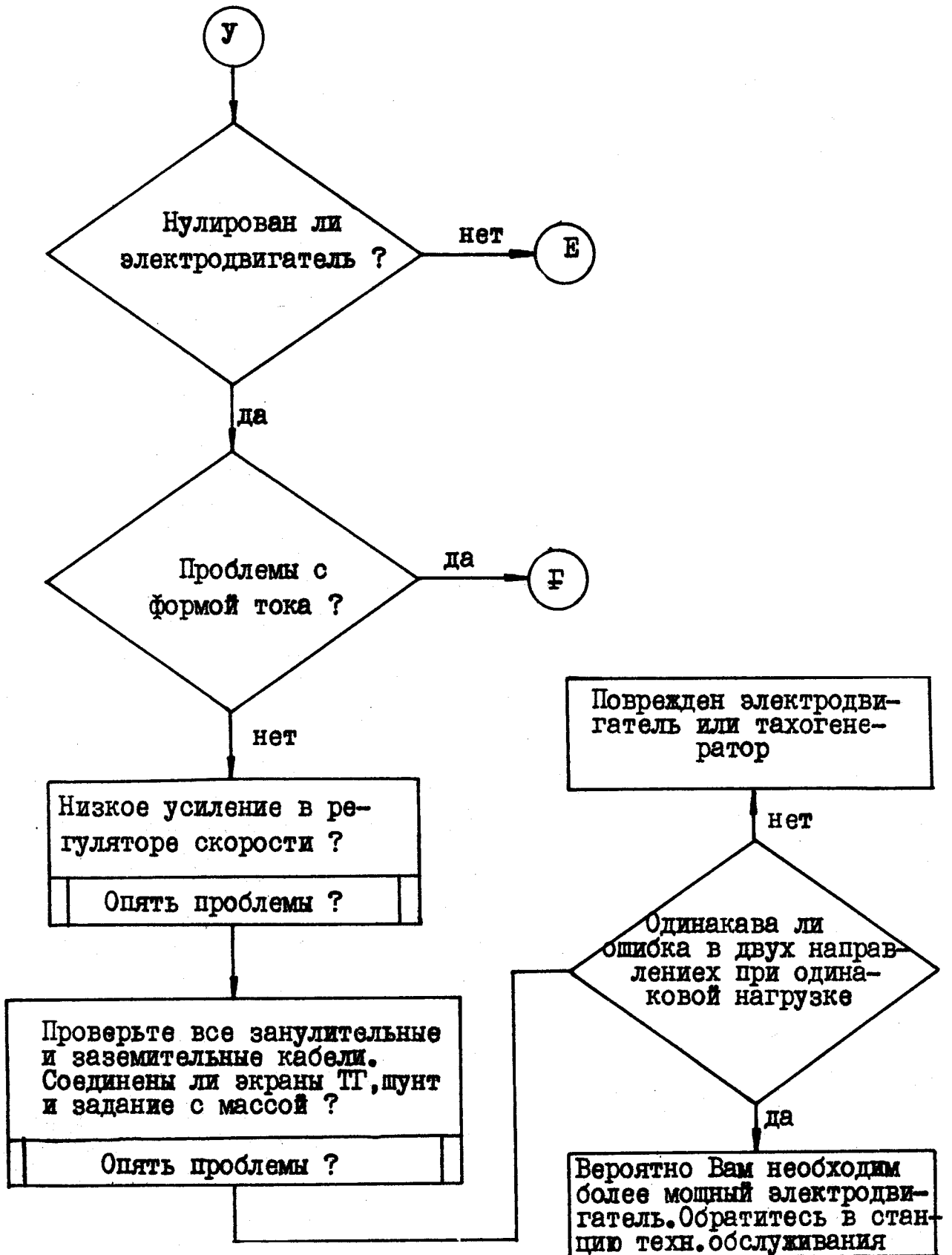
Е. Самоход (дрейф) двигателя.



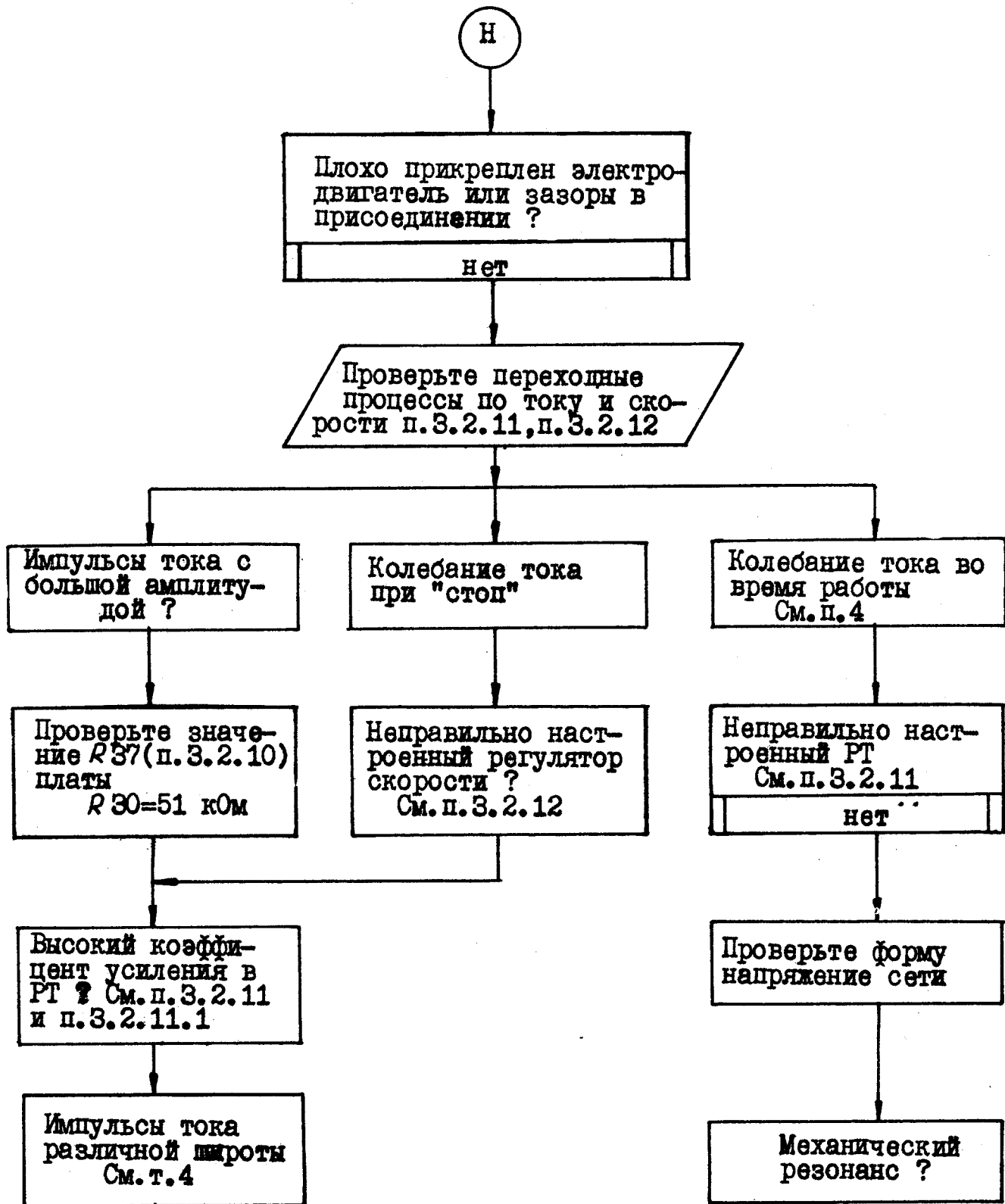
Г. Неправильная форма тока. Не включается один или несколько тиристоров.

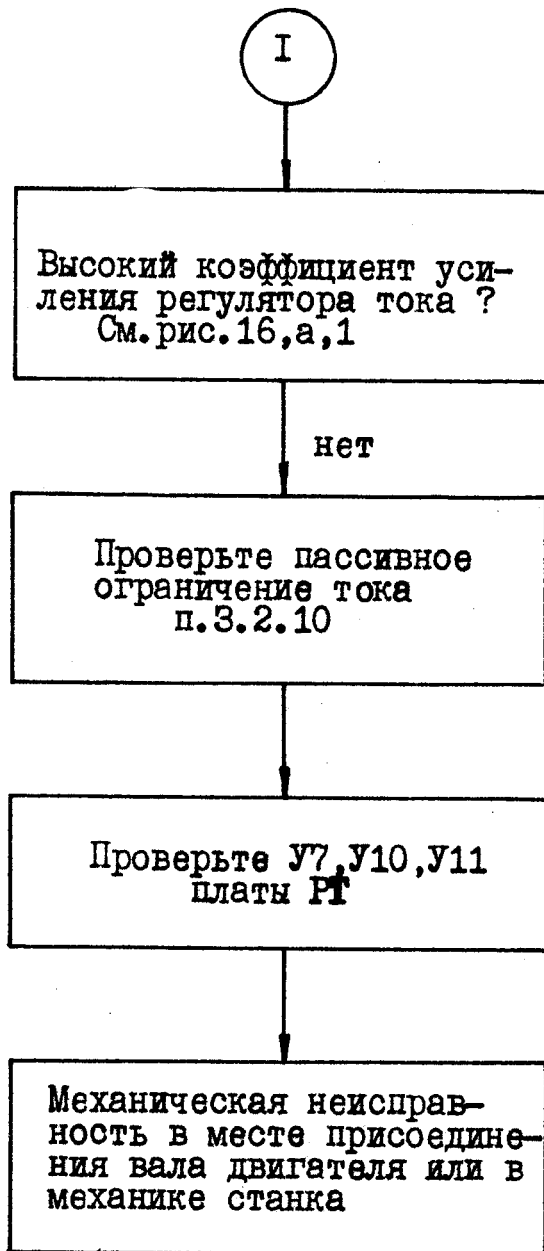


У. Большая ошибка при низких оборотах электродвигателя



Н. Большие вибрации и/или шум на старте или при "стоп".
Вибрации во время работы.





И Н С Т Р У К Ц И Я

по монтажу и эксплуатации высокомоментного двигательного агрегата с продолжительным моментом 47 Нм

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1.1. Введение.

Высокомоментный двигательный агрегат с продолжительным моментом 47 Нм является частью высокомоментного привода и предназначен для привода механизмов подачи в металлорежущих станках с ЧПУ, в роботах, трансманипуляторах и др. Он выполнен в двух вариантах, различающихся габаритными размерами. Вариант с меньшим диаметром имеет типовое обозначение 47 МВО ЗСР и обдувается самостоятельным вентилятором, прикрепленном аксиально в агрегате. Вариант с большим диаметром имеет типовое обозначение 47 МВН ЗСР и не обдувается. Первый тип условно называется II-ым габаритом, а второй тип - III-ым габаритом.

1.2. Описание отдельных элементов с техническими данными.

Двигательный агрегат состоит из высокомоментного электродвигателя с встроенным тахогенератором и датчиком для тепловой защиты и с пристроенными электромагнитным тормозом, резольвером и вентиляторным электродвигателем (при варианте обдувания).

1.2.1. Высокомоментный электродвигатель.

Конструкция высокомоментного постояннотокового электродвигателя является конструкцией обратного типа. В роторе помещены постоянные магниты с высокой энергией, оси намагничивания которых направлены касательно. При всех возможных режимах работы электродвигателя гарантируется их устойчивость к размагничиванию. Таким образом, в роторе не существует электрических потерь, и его охлаждение не представляет проблем.

Якорная обмотка помещена в статоре, где условия для теплоотдачи с ребристому телу являются наиболее благоприятными. Там же находится и неподвижный коллектор, а на валу расположены вращающиеся щеткодержатели со щетками, трущимися по коллекторным ламелям.

В электродвигателях II-го габарита дополнительно обеспечивается внешнее обдувание вентилятором, который приводится в действие трехфазным асинхронным электродвигателем с внешним ротором. Таким образом, обеспечивается защита IP44 как в электродвигателях без обдувания (II габарит), так и в обдуваемых электродвигателях.

Технические данные даны в таблице 1:

Таблица 1

Обозначение электродвигателя	Габарит	Продолжительный момент Нм	Ном. частота вращения мин ⁻¹	Макс. частота вращения мин ⁻¹	Момент при макс. частоте вращения Нм	Инерционный момент кгм ²	№ фланца	Диаметр вала двигателя мм	Вид охлаждения
47МВНЗСР	3	47	750	1500	23	0,13	300	48	без охлаждения
47МВОЗСР	2	47	500	1300	23	0,032	215	38	с охлаждением

На рис.5 (II габарит) и рис.3 (III габарит) показано, какой момент нагрузки допустим при какой частоте вращения электродвигателя. Кривая отражает работу электродвигателя только во время переходных процессов.

На рис.4 (II габарит) и рис.2 (III габарит) показано время работы соответствующего электродвигателя при номинальной частоте вращения и заданном моменте, который больше номинального.

1.2.2. Тахогенератор.

Тахогенератор является двухполюсным. Статор тахогенератора - без обмотки. Для создания потока возбуждения служат литые постоянные магниты.

Ротор закреплен на валу электродвигателя и вращается

вместе с ним. Таким образом, тахогенератор не обладает собственной системой подшипников. Роторный пакет - со скошенными каналами. Каждый щеткодержатель имеет по две щетки. В общей сложности, по коллектору ротора трутся четыре щетки. Технические данные:

- крутизна характеристики $\geq 20V/1000 \text{ мин}^{-1}$
 - максимальная частота вращения - 4000 мин^{-1}
 - максимально допустимый термический ток - 50 мА
 - значение максимальных пульсаций при различных диапазонах изменения частоты вращения
- | | | | |
|----------------------|----|--------------------|----|
| от 1 н | до | $0,1 \text{ н}$ | 2% |
| от $0,1 \text{ н}$ | до | $0,01 \text{ н}$ | 3% |
| от $0,001 \text{ н}$ | до | $0,0001 \text{ н}$ | 5% |

Пульсации измеряются с помощью фильтра, изображенного на рис.1:

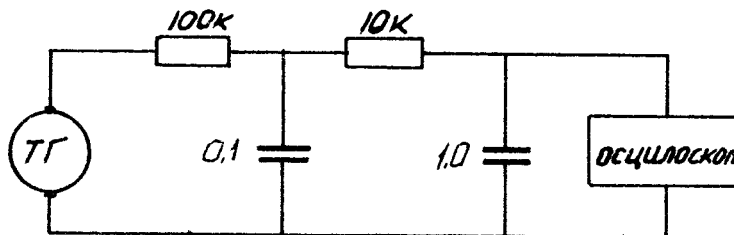


рис.1

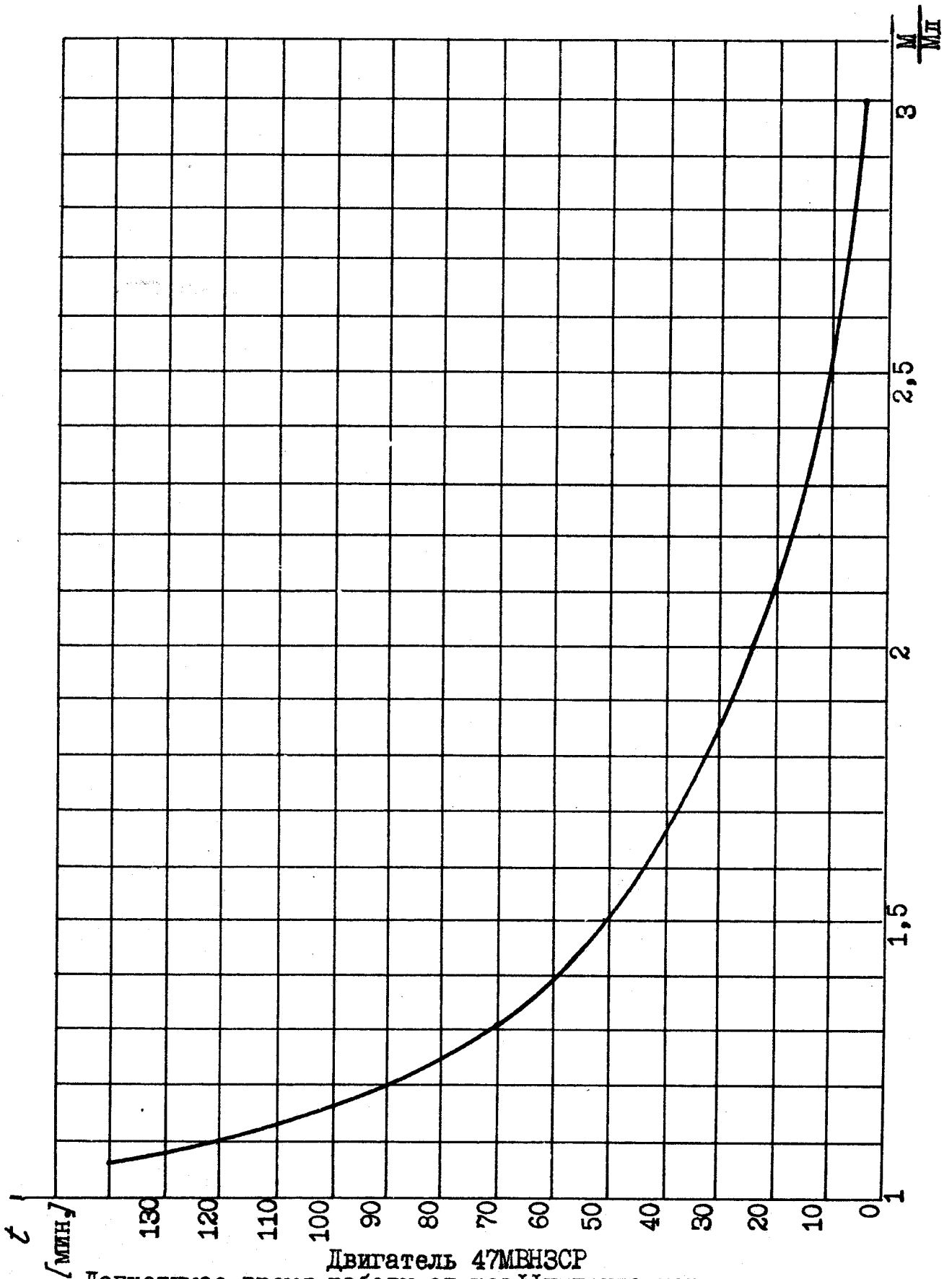
1.2.3. Электромагнитный тормоз.

Электромагнитный тормоз монтируется в высокомоментном электродвигателе; при этом он должен отвечать техническим данным.

Тормоз состоит из электромагнита, тормозного диска, диафрагмы, безлюфтовой муфты и крепежных элементов.

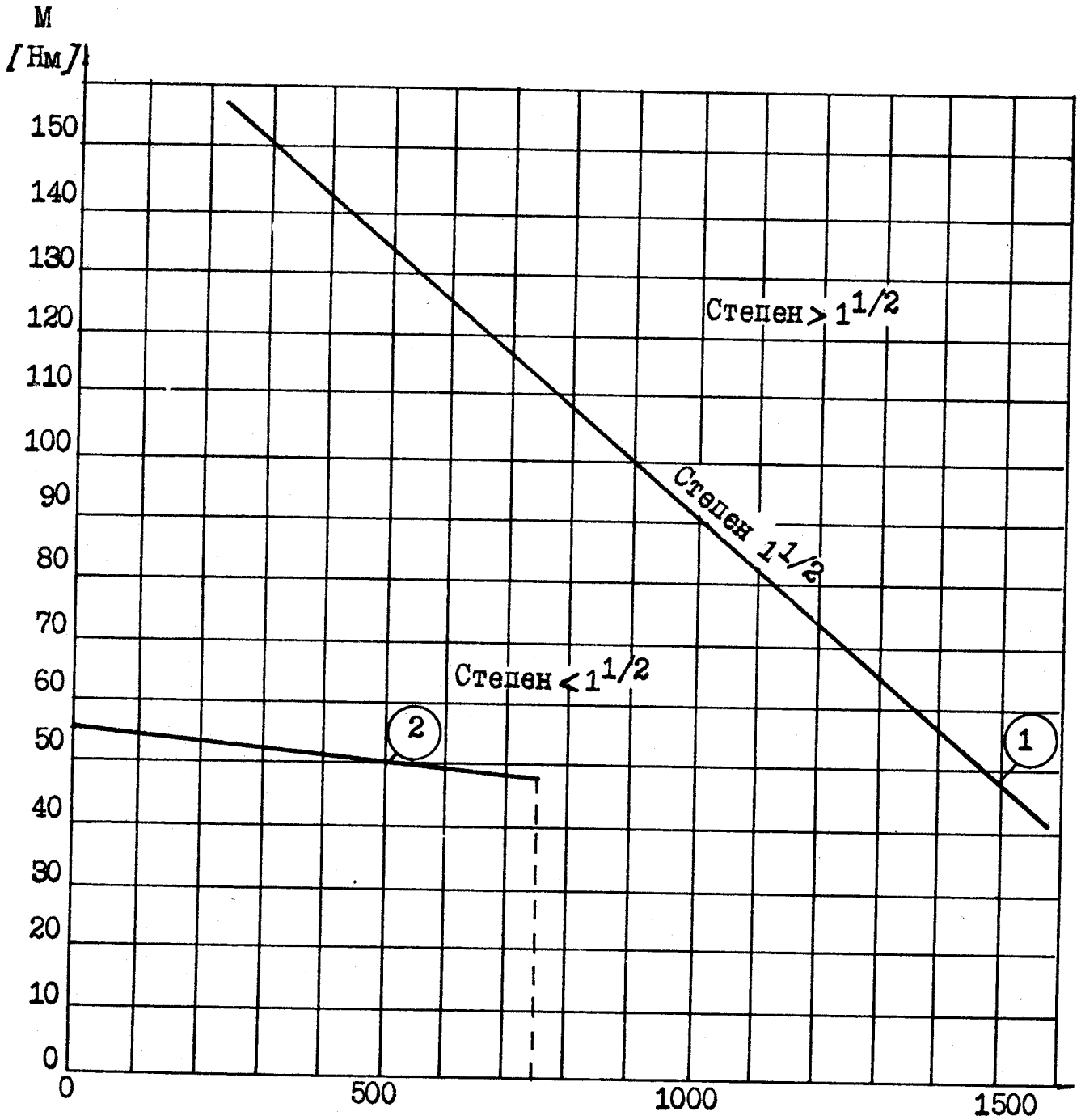
Основное качество безлюфтовости достигается применением эластичных элементов в конструкции и посредством специально сконструированной для этой цели безлюфтовой муфты.

Тормоз не снабжен собственной защитой. Защита обеспечивается общим кожухом машины или узла, в котором монтирован



Двигатель 47МВНЗСР
Допустимое время работы от коэффициента нагрузки в режимах S_2 при номинальной скорости

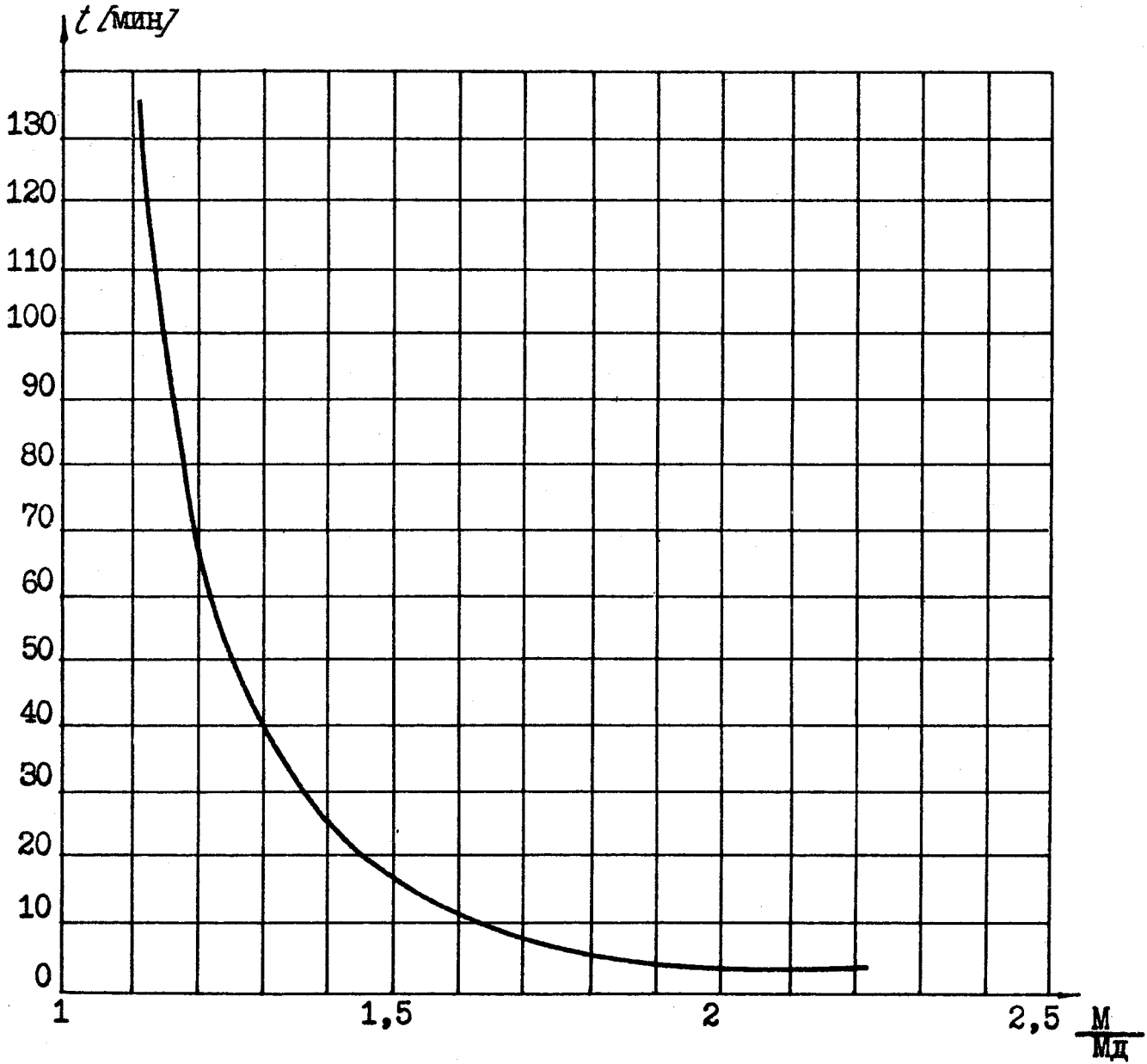
рис.2



Двигатель 47МВНЗСР

Диаграммы моментов длительно / (2) S 1 / и кратковременно / (1) S 2 / допустимых в зависимости от скорости вращения.

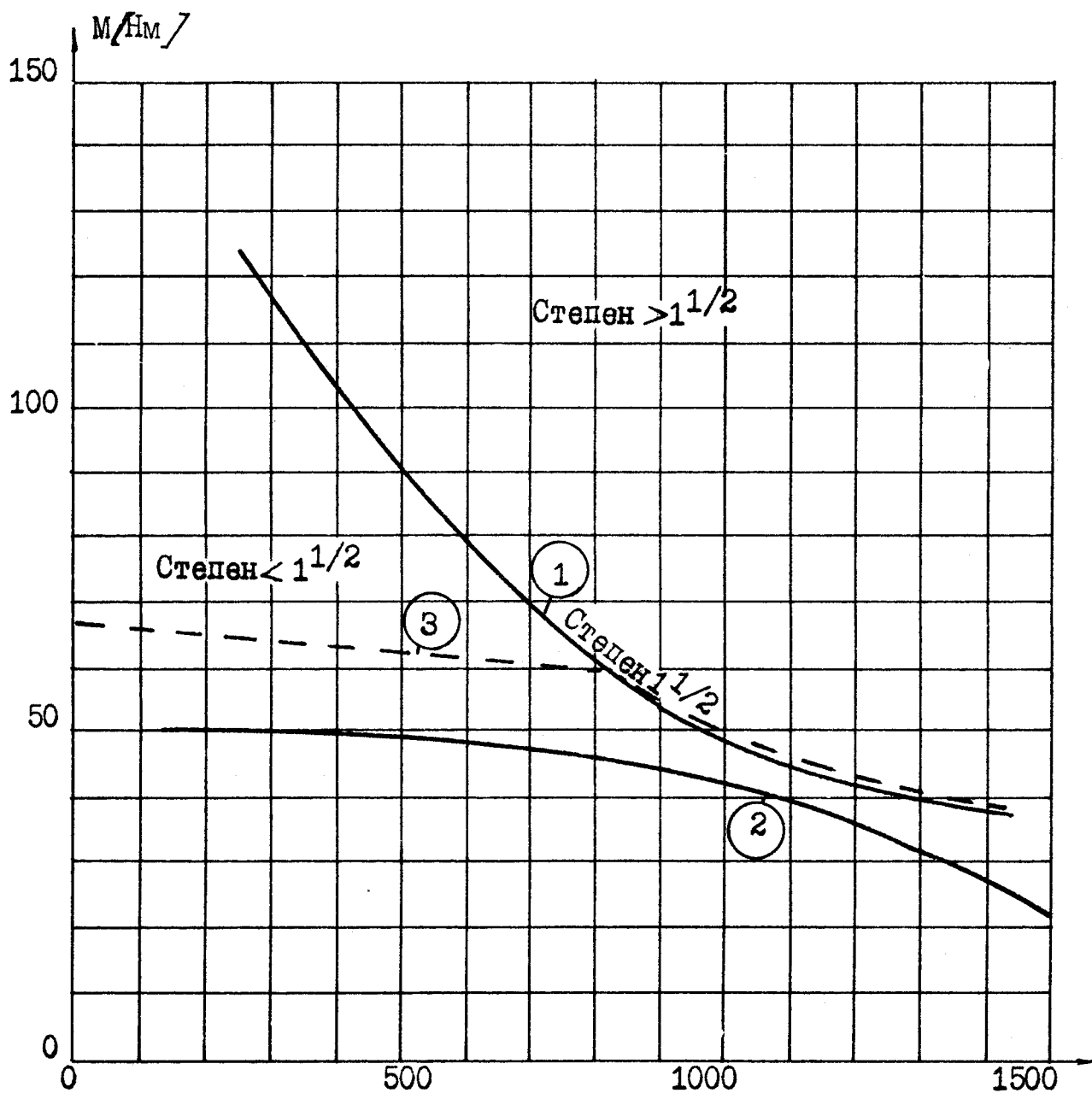
рис.3



Двигатель 47MB02CP

Допустимое время работы от коэффициента нагрузки в режимах S 2 при номинальной скорости.

рис. 4



Двигатель 47MB02CP
Диаграммы моментов длительно / (2) 5 1 / и кратковременно / (1) 5 2, (3) 2 - 30 мин. / допустимых в зависимости от скорости вращения.

рис. 5

Тормоз.

При выключенном питании якорь под натиском тормозных пружин смещается наружу, прижимая тормозной диск к неподвижному диску. При этом возникает необходимый тормозной момент и подвижные части, соединенные с валом электродвигателя, фиксируются в неподвижном положении. Реактивные тормозные моменты практически наполовину принимаются неподвижным тормозным диском и посредством якоря, через диафрагму магнитопровода.

Наоборот, при включении питания якорь притягивается к магнитопроводу, прижимая при этом тормозные пружины и освобождая тормозной диск. Последний под действием эластичных усилий, освобождаясь и от неподвижного диска, возвращается в исходное положение, создавая при этом условия для беспрепятственного движения (вращения) всех подвижных частей, в том числе, и тормозного диска, относительно вала.

Наличие эластичных связей в тормозном диске и в диафрагме создает условия как для почти беспрепятственного отклонения при включении и выключении, так и для безлюфтового приема, соответственно, подачи тормозного момента, т.е. без углового смещения после остановки.

Электрическая характеристика:

Тормозной момент	47 Нм
Пытающее напряжение постоянное	24В
Постоянный ток	2,9А

1.2.4. Резольвер.

Резольвер предназначен для передачи информации об угловом положении вращающегося вала электродвигателя в систему цифро-программного управления (ЧПУ) металлорежущих станков.

Статор резольвера снабжен так называемой "синусной" обмоткой, которая обеспечивает изменение коэффициента взаимной индуктивности между обмотками статора и ротора по синусоидальному закону.

Бесконтактность резольвера осуществляется при помощи вращающего трансформатора.

Технические данные:

Тип	РБ2
Питающее напряжение	12В
Выходное напряжение	5В±5%
Частота питающего напряжения	400 Гц
Число полюсов	2
Ошибка	5 мин.

Связь между резольвером и валом двигателя осуществляется парой шестерен выполненных с высокой точностью и гарантирующих безлюфтовую передачу угла. Есть возможность нулирование резольвера.

1.2.5. Вентиляторный двигатель.

Вентиляторный двигатель монтируется к двигательному агрегату только II-го габарита. Он представляет собой трехфазный асинхронный электродвигатель с внешним ротором типа ВД 145-1-2. На роторе монтированы лопасти вентилятора.

Технические данные:

- номинальная мощность	0,13кВт
- номинальная частота вращения	1330 мин ⁻¹
- номинальный ток	0,54 А
- коэффициент полезного действия	49%
- фактор мощности	0,75
- кратность пускового тока	7,5
- кратность пускового момента	2,2
- уровень шума	80 дБ
- масса	6,1 кг
- режим работы	1
- класс теплоустойчивости электро- изоляционных материалов	Е
- степень защиты	IP44

2. ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ

2.1. Монтаж комплектующих изделий.

Все комплектующие изделия прочно и надежно соединены с высокомоментным электродвигателем и представляют собой единый

агрегат в следующей последовательности:

Самым первым в переднем щите находится электромагнитный тормоз, за ним следует высокомоментный электродвигатель, тахогенератор, резольвер. При варианте с обдуванием резольвер помещен внутрь вентиляторного двигателя.

Весь агрегат прикрепляется к металлорежущему станку посредством переднего щита (со стороны привода) при помощи четырех болтов М14 при II-ом габарите или М18 при III-ем габарите, которые вставляются в отверстия диаметром соответственно \varnothing 215 или \varnothing 350.

После распаковки двигательный агрегат осматривается с целью обнаруживания видимых дефектов. Если таковых нет, то смазанные консистентной смазкой поверхности очищаются при помощи тряпки, смоченного чистым бензином; конец вала и анзац переднего щита, покрытые при консервировании легко снимающимся перхлорвиниловым эмайлесым лаком ХВ 7137 БДС 13126-75, очищаются механически. В случае, если лаковое покрытие не может быть целиком устранено, его остатки удаляют ватным тампоном, смоченным растворителем ПХВ.

2.2. Габариты и соединительные размеры.

Монтажно-габаритные размеры двигательных агрегатов II-го габарита даны на рис.6, а агрегатов III-ьего габарита - на рис.7.

Данные размеры и массы относятся к целому двигательному агрегату, укомплектованному всеми описанными узлами.

2.3. Эл.монтаж, монтаж датчика тепловой защиты.

Электрическая схема подсоединения показана на рис.8. Схема двигательных агрегатов III-ьего габарита дана без вентилятора.

Выводы, через которые происходит питание электродвигателя, отделены самостоятельно и представляют собой две шпильки М8, обозначенные знаками "+" и "-".

Отделены и выводы электромагнитного тормоза и вентиляторного двигателя (при наличии такового), которые представляют собой присоединительные клеммы, обозначенные "+" и "-" и соответственно "1А, 1В, 1С" (для вентиляторного двигателя).

К соединительной муфте с 16 выводами подсоединены сле-

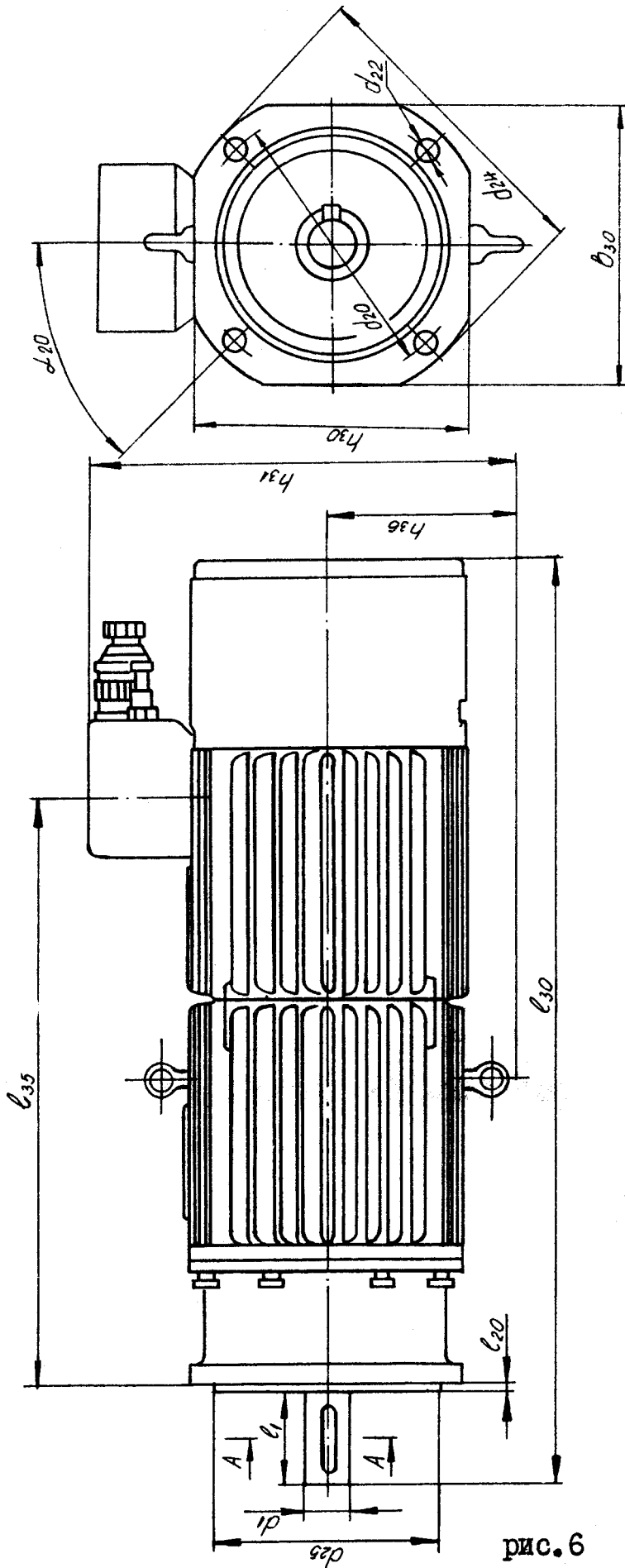
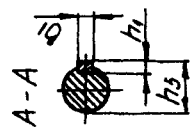
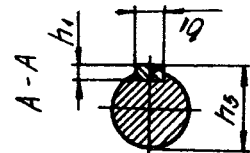
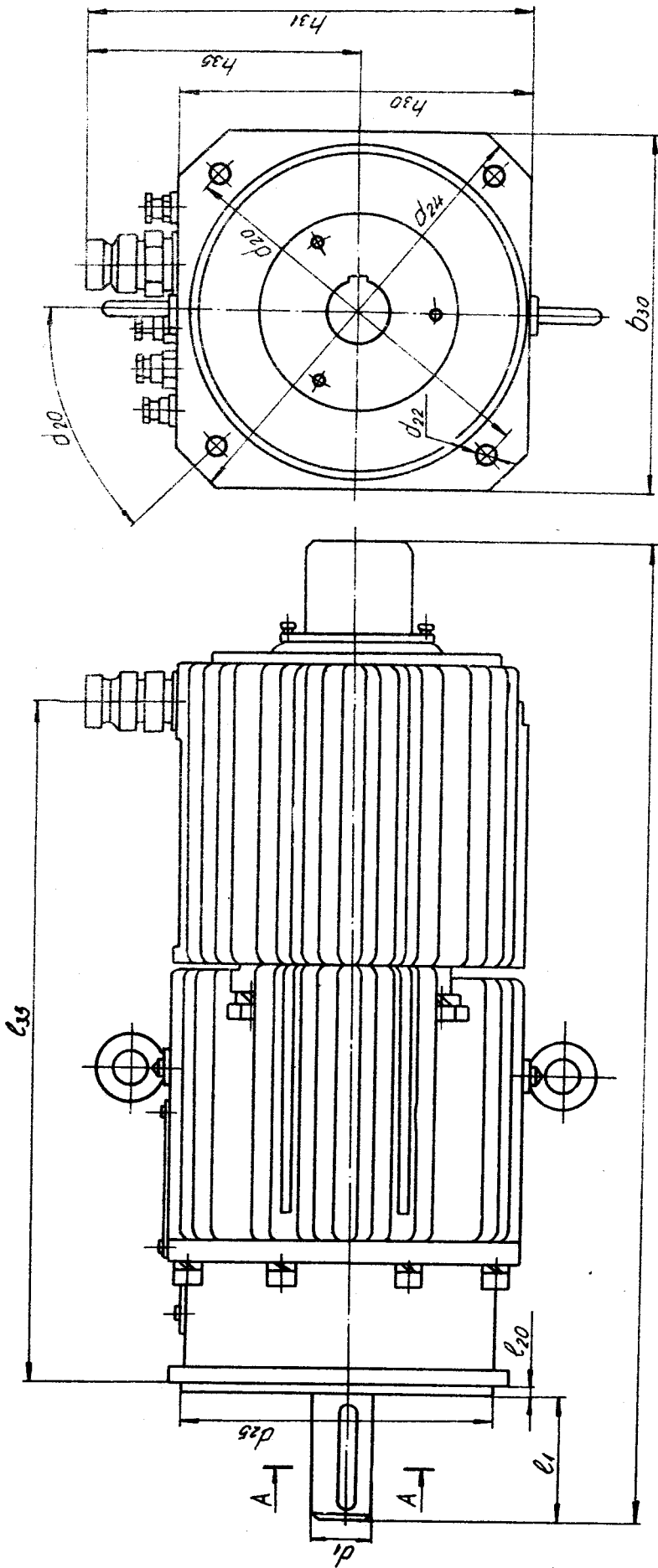


рис. 6

Тип	Ма- са	В 1	В 30	В 4	В 5	В 6	В 7	В 8	В 9	В 10	В 11	В 12	В 13	В 14	В 15	В 16	В 17	В 18	В 19	В 20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
47МВ02СР	77	10	220	28x6	215	15	250	180	80	4	745	465	8	41	220	365	155	45°		





Тип	Ма- са	$\theta 1$	$b 30$	$d 1$	$d 20$	$d 22$	$d 24$	$\ell 1$	$\ell 30$	$\ell 35$	$\ell 20$	$h 1$	$h 5$	$h 30$	$h 31$	$h 35$	$d 20$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
47МВНЗСР	100	14	280	48r6	300	19	350	250/6	110	745	419	5	9	51,5	280	350	211	45

рис. 7

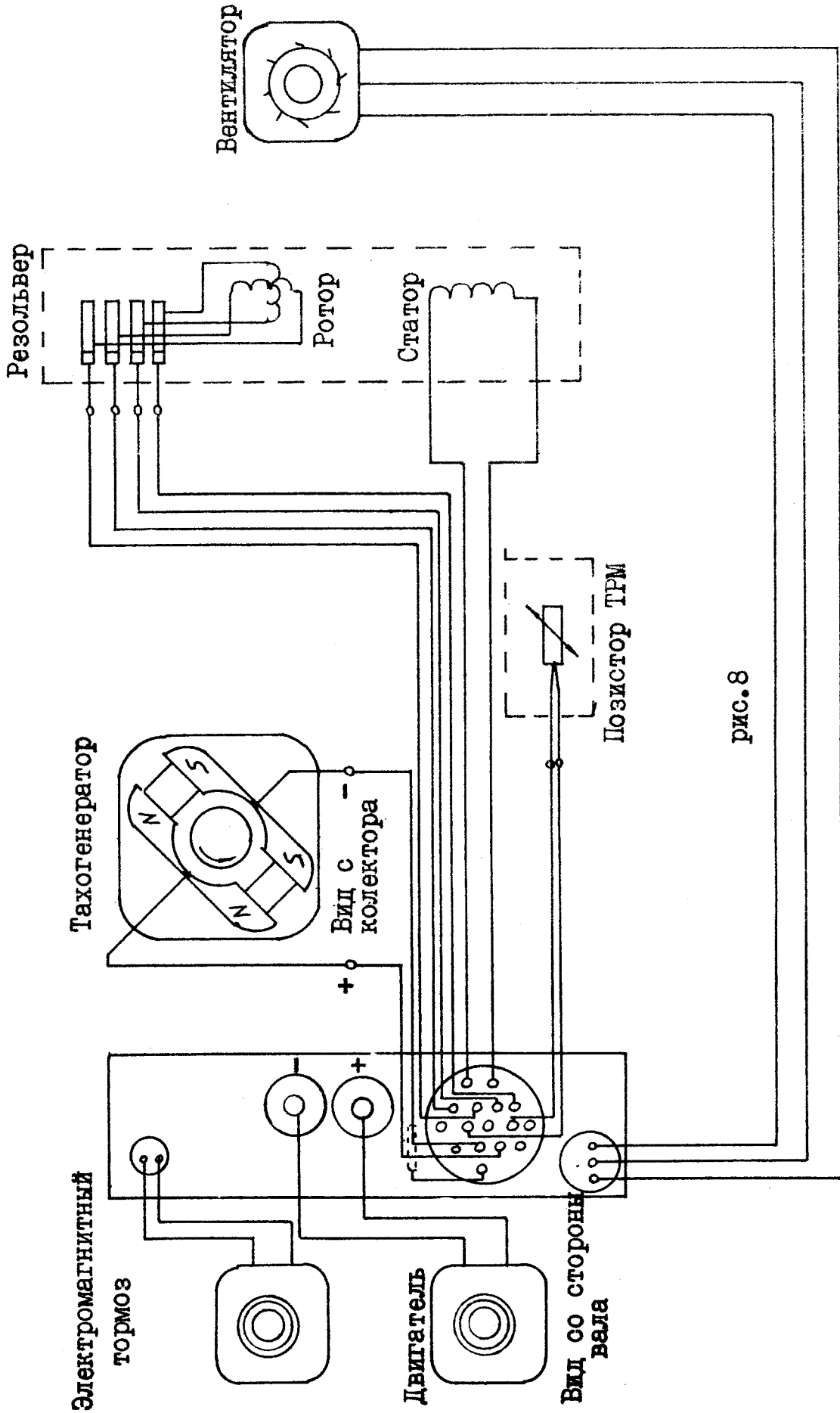


рис. 8

дующие провода:

К клеммам с номерами 1 и 2: выводы от статора резольвера (выходящее напряжение).

К клеммам с номерами 3 и 4 и соответственно 5 и 6: выводы обеих роторных обмоток резольвера (питающее напряжение).

К клеммам с номерами 8 и 9: выводы позистора, встроенного в электродвигатель (датчик температурной защиты).

К клеммам с номерами 13 и 14: соответственно положительный и отрицательный выводы тахогенератора.

К клемме с номером 16: ширмовка кабеля с проводами тахогенератора.

При доставке электродвигателя без встроенного резольвера или электромагнитного тормоза соответствующие клеммы не используются. То же самое относится к клеммам, не указанным выше. При подсоединении необходимо соблюдать полярности выводов электродвигателя и тахогенератора.

При первоначальном пуске двигательных агрегатов II-го габарита с встроенным вентиляторным двигателем нужно следить за направлением вращения лопастей. Если это направление не совпадает с обозначенным на вентиляторе, следует сменить дорожку двух питающих проводов. Асинхронный двигатель должен быть занулен или заземлен через одну или две защитных клеммы (одна из них находится в коробке клемм, а другая - снаружи, на заднем щите).

Электродвигатель снабжен встроенными элементами тепловой защиты, которая состоит из двух отдельных частей:

- встроенной части - полупроводникового элемента с положительным температурным коэффициентом - позистора, встроенного во внешнее питающее кольцо;

- коммутирующего аппарата - реле - монтированного в панели управления электродвигателя и подсоединенного согласно данной ниже схеме к выходам позисторов и к оперативной цепи контактора, который питает панель;

Высокомоментные двигатели снабжены позисторами фирмы: VEB "Keramische Werke" - ГДР и реле типа MVA фирмы VEB "Schaltelektronik" - ГДР.

Они могут быть замещены изделиями другой фирмы или кооперации фирм, могущих обеспечить защиту в целом.

3. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.1. Эксплуатация высокомоментного электродвигателя.

Периодически через каждые 1000 рабочих часов необходимо проверять изнашивание щеток и состояние рабочих поверхностей коллектора и контактных колец, продувая последние сухим сжатым воздухом.

Для этой цели надо отвинтить винты, прикрепляющие люк к корпусу электродвигателя. Люк снимается вместе с уплотнителем.

Для двигателей II-ого габарита изнашивание щеток проверяется через специальное отверстие, находящееся в щетковых гнездах. Когда из упомянутого отверстия показывается ребро щетки или наконечник бечевки щетки, это значит, что все двойные узлы должны быть подменены. Двойные узлы состоят из двух щеток, двух пружин и соединяющего их провода. Для изъятия щеток из их гнезд надо освободить пластинки, прижимающие пружины. Новые узлы должны соответствовать технической документации. Не допустимо использование щеток других марок ! После того, как щетки с пружинами снова вставятся в гнезда, они неподвижно закрепляются прижимающими пластинками.

Для двигателей III габарита снимается каждый сдвоенный щеткодержатель путем отвинчивания болтов крепящих его, до получения возможности освободить щеткодержатель, а все болты остаются на их месте. После снятия каждого щеткодержателя, щетки вынимаются из их гнезд и проверяется их изнашивание. Если длина коллекторной щетки меньше 18 мм , надо сменить весь щеточный узел. Для изъятия щеток из их гнезд надо освободить только шплинт со стороны коллекторной щетки. При поставке нового щеточного узла в первое гнездо поставить коллекторную щетку с пружиной с задней стороны гнезда, потом вставить шплинт и фиксировать его. В другом гнезде сначала вставить пружину и потом щетку, которую нажимают на пружину при помощи тонкой пластинки и так совместно с пластинкой вставляют весь щеткодержательный узел на свое место. После завинчивания крепящих болтов освободить вспомогательную пластинку.

При продувании контактных колец сухим сжатым воздухом должен быть снят и нижний люк электродвигателя. Через это отвер-

стие удаляется накопившаяся на щетках пыль. Если контактные поверхности коллектора или контактных колец остаются в плохом состоянии и после продувания, тогда их надо почистить наждачной бумагой или отшлифовать. Шероховатость обработки этих поверхностей должна быть 1,25. Допустимое биение поверхности коллектора относительно внутренней поверхности статорного пакета составляет 0,02. Поверхность коллектора может обрабатываться до получения размера 7 мм, считая от края корпуса до коллектора.

Подшипники высокомоментного и вентиляторного электродвигателей во время эксплуатации не нуждаются в уходе до первого капитального ремонта, который должен быть произведен не раньше чем через 7000 рабочих часов. Во время ремонта подшипники высокомоментного электродвигателя промываются газойлем, проверяется их состояние и 2/3 объема магазинов ММ наполняется смазкой ЛИТОЛ 24 (ГОСТ 21150-75).

Поскольку подшипники вентиляторного электродвигателя являются двойнозакрытыми, то они не нуждаются в смене смазки. Проверяется только их состояние.

При необходимости подшипники подменяются новыми. Монтажная схема (рис.9) дает сведения о соответствующих подшипниках и их типах для электродвигателей II-го габарита и электродвигателей III-ьего габарита (в последнем случае - без подшипников 3 и 4 вентиляторного двигателя).

3.2. Эксплуатация электромагнитного тормоза.

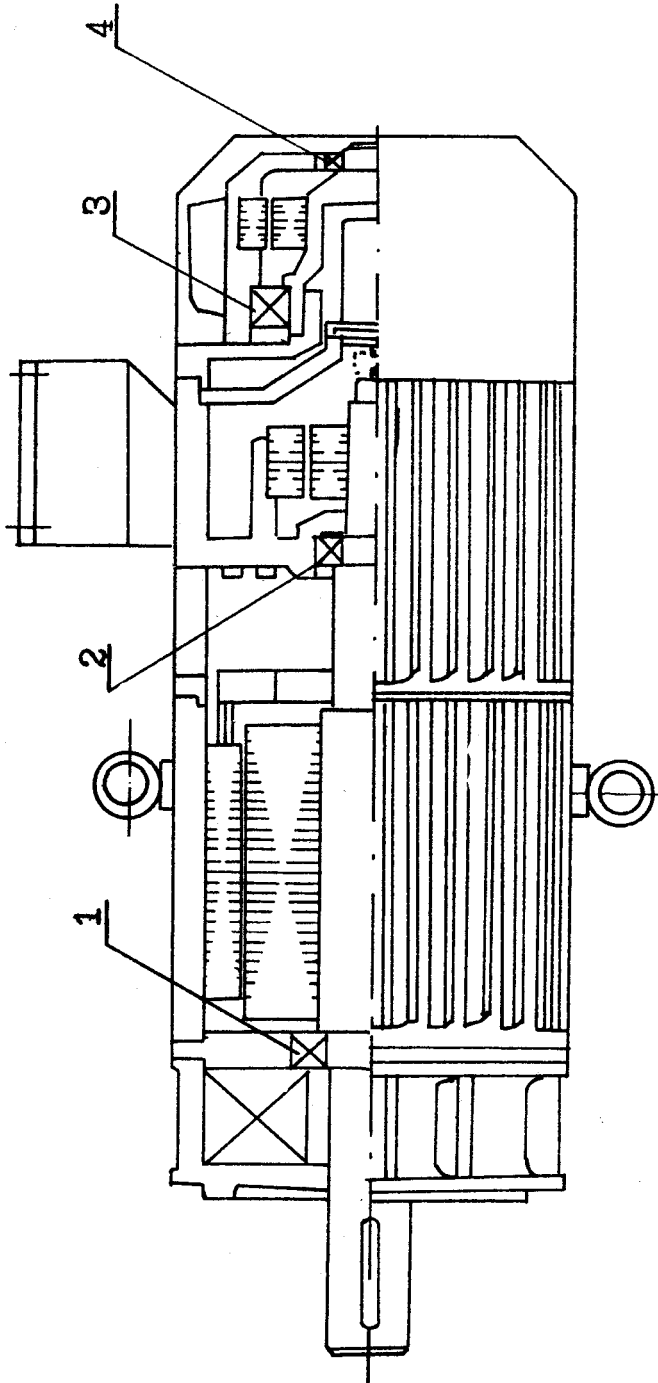
Характер работы электромагнитного тормоза таков, что он не изнашивается интенсивно. Надежность тормоза равна надежности электродвигателя. Поэтому осмотр и регулировку тормоза проводят во время общего периодического осмотра всего агрегата.

Во время осмотра следует очистить тормоз от изношенного материала и осмотреть трущиеся поверхности. Новая регулировка производится только при необходимости, при зазоре $0,6 + 0,7$ мм следующим образом:

- Прежде всего отвинчивается крышка на переднем щите. После этого тормоз стопорится. Для этой цели в отмеченные другим цветом отверстия якоря завинчиваются два винта до упора.

Чтобы упомянутые отверстия оказались точно напротив винтов, вал с диафрагмой необходимо повернуть вручную, предва-

Схема установки подшипников в двигателе



№	Наименован.	Тип	Стандарт	Размеры		Производит.	Шт.
				a	b		
1	Шарико-подшипник	6308Z	ТЭ/ 2981	40	90	ГДР	1
2	Шарико-подшипник	6206/P66	БИС 4884-78	30	62	Болгария	1
3	Шарико-подшипник	80115	ГОСТ 7242-70	75	115	СССР	1
4	Шарико-подшипник	80104	ГОСТ 7242-70	20	42	СССР	1
1	Шарико-подшипник	6410	ТЭ/ 2981	50	90	ГДР	1
2	Ролико-подшипник	NU 208	ТЭ/ 2388	30	62	ГДР	1

рис.9

рительно подав питание тормозу.

Потом выключается питающее напряжение.

- Ослабляется безлюфтовая муфта и снимается передний щит двигателя агрегата. Смазка трущихся поверхностей якоря и тормозного диска очищается подходящим растворителем. Тормозной диск фиксируется на валу с зазором $0,4 \pm 0,1$ мм относительно якоря. Для получения данного зазора используются 3 пластинки определенной толщины, которые должны быть прижаты диском приблизительно через 120° . Головку прижимают к валу путем последовательного и равномерного завинчивания "на крест" (или диаметрально) затягивающих винтов М8 - с моментом $14 + 18$ Нм. Перед снятием трех пластин устанавливаются размеры трущихся поверхностей диска до упорной поверхности фланца промежуточного щита, с которым соединен тормоз. На таком расстоянии, увеличенном на один зазор (т.е. на $0,4 \pm 0,1$ мм) монтируется неподвижный тормозной диск в подвижном щите. Это положение регулируется подложными пластинами и фиксируется при помощи трех винтов с фрезенковой головкой. Очищается и эта пара трущихся поверхностей, после чего передний щит монтируется к двигателю и соответствующие винты завинчиваются. Производится проверка путем поворота вала электродвигателя вручную, при этом тормозной диск не должен издавать характерный шум при трении. Тогда, поворачивая вал, доводят оба диаметральных отверстия диска до винтов, фиксирующих тормоз. Винты отвинчиваются и освобождают тормоз. В заключение устанавливается защитная крышка. Монтаж окончен.

3.3. Эксплуатация резольвера и тахогенератора.

Во время эксплуатации резольвер и тахогенератор не нуждаются в специальных заботах.

В случае аварии, когда возникает необходимость снять ротор тахогенератора, надо предварительно демонтировать токоснимающее устройство, потом ротор и на его место установить кольцо из магной стали размером $\emptyset 94 \times \emptyset 24 \times 35$.