



УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ
АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ АЭ92-4

(Всего страниц – 45, рисунков – 3, список литературы)

<http://pomogala.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. История электрификации железных дорог на переменном токе.

Цель работы

1 Краткая характеристика асинхронного электродвигателя АЭ92-4

2 Технология ремонта асинхронного электродвигателя АЭ92-4

2.1 Система технического обслуживания и ремонта электровозов

2.2 Общие положения по ремонту электродвигателей

2.3 Разборка электрических машин

2.4 Износы и повреждения

2.5 Ремонт корпуса

2.6 Ремонт статорной обмотки

2.7 Ремонт ротора

2.8 Пропитка, сушка, окраска

2.9 Сборка и испытание электрических машин

2.10 Требования к организации рабочего места

3 Техника безопасности

Заключение

Литература

| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | | |
|--|--------|----------|---------|------|------------------|------|--------|
| Разраб. | Иванов | | | | Лит. | Лист | Листов |
| Провер. | Иванов | | | | | 2 | 45 |
| Реценз. | Иванов | | | | ПУ-1гр. № 1 | | |
| Н. Контр. | Иванов | | | | | | |
| Утверд. | Иванов | | | | | | |
| Устройство и ремонт асинхронного электродвигателя АЭ92-4 | | | | | | | |
| | | | | | | | |

ВВЕДЕНИЕ. ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ

Электрификация железных дорог в СССР началась в 1926 г. Тогда был электрифицирован пригородный участок Баку — Сабунчи — Сураханы Азербайджанской дороги на постоянном токе при напряжении в контактном проводе 1200 В. Следующий участок, также пригородный, Москва—Мытищи Московской дороги был электрифицирован в 1929 г. на постоянном токе при напряжении в контактном проводе 1500 В.

Электрификация первого магистрального участка, главным образом для грузового движения, Хашури—Зестафони Закавказской дороги на постоянном токе при напряжении 3 кВ была осуществлена в 1932 г. Электрификация железных дорог на напряжении 3 кВ постоянного тока, прогрессивном для того времени, продолжалась включительно до конца 1959 г. На начало 1982 г. на электрическую тягу переведено около 44 тыс. км, из которых свыше 18 тыс. км на переменном токе напряжения 25 кВ и частоты 50 Гц.

Производство электропоездов для пригородных участков электрифицированных железных дорог было организовано на московском заводе «Динамо» и Мытищинском вагоностроительном заводе, а производство электровозов ВЛ19 и ВЛ22 для магистральных участков, начиная с 1932 г., — на московском заводе «Динамо» и Коломенском машиностроительном заводе.

В 1934 г. на московском заводе «Динамо» им. Кирова начались работы по созданию электровозов переменного тока промышленной частоты 50 Гц при высоком напряжении в контактном проводе. Основными достоинствами системы электрической тяги на переменном токе являются: простота тяговых подстанций, большая экономия цветных металлов и лучшие тяговые свойства электровозов, что при прочих равных условиях достигается постоянным параллельным соединением тяговых двигателей.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 3 |

Однако создание электровозов переменного тока в те годы было исключительно трудным делом. Для этого требовались прежде всего приемлемые в условиях железных дорог выпрямители — ионные или электронные вентили большой мощности. Отсутствие таких вентилях было основным препятствием для применения переменного тока при электрификации железных дорог. Работы завода «Динамо» им. Кирова по созданию первого электровоза переменного тока промышленной частоты 50 Гц при напряжении 20 кВ в контактном проводе были закончены в 1938 г. выпуском опытного образца мощностью 2000 кВт. На этом электровозе типа **ОР (однофазный ртутный)** был установлен металлический многоанодный ртутный выпрямитель с откачной системой для поддержания вакуума и сеточным регулированием.

Наибольшее применение электрическая тяга на переменном токе получила после окончания Великой Отечественной войны. В 1947—1954 гг. Заводы Новочеркасский электровозостроительный (НЭВЗ) и «Динамо» им. Кирова проводили работы по созданию электровозов переменного тока промышленной частоты высокого напряжения, используя в качестве выпрямителей тока **игнитроны** (одноанодные запаянные ртутные вентили) большой мощности. В 1954—1956 гг. была изготовлена партия шестиосных электровозов **ВЛ61** для опытного участка Ожерелье — Павелец, электрифицированного на переменном токе 50 Гц.

Открытие первого магистрального участка на переменном токе промышленной частоты напряжением 25 кВ Чернореченская — Клюквенная Восточно-Сибирской дороги состоялось в г. Красноярске 31 декабря 1959 г. Для этого участка НЭВЗ изготовил большую партию шестиосных электровозов ВЛ-60 с игнитронными выпрямителями.

В 1961 г. Новочеркасским заводом были изготовлены опытные образцы восьмиосных электровозов переменного тока **ВЛ-80**.

В 1964 г. была оборудована на базе электровозов ВЛ61 опытная партия шестиосных электровозов ВЛ61д двойного питания для работы на линиях

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | Лист |
| | | | | | | 4 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

как постоянного тока напряжением 3 кВ, так и переменного 25 кВ; в обоих режимах работы использовалась полная мощность электровоза. В 1966 г. выпущены опытные образцы восьмиосных электровозов двойного питания **ВЛ82**.

Начиная с 1958 г. проводились работы по созданию электровозов переменного тока (при игнитронных выпрямителях) с рекуперативным торможением. Эти работы были успешно закончены в 1964 г. выпуском большой партии электровозов ВЛ60р.

В 1961—1962 гг. Всесоюзный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) впервые с успехом применил силовые кремниевые полупроводниковые вентили в качестве выпрямителей тока на электропоездах переменного тока. В 1962 г. полупроводниковые установки применили на электровозе ВЛ60к. С 1965 г. прекратили установку игнитронных выпрямителей на электровозах переменного тока, и с этого времени перешли исключительно на полупроводниковые.

Применение полупроводниковых выпрямительных установок значительно повысило эксплуатационную надежность электровозов, их коэффициент полезного действия и коэффициент мощности. Начиная с 1966 г. при производстве заводского ремонта на электровозах ВЛ60 выпрямительные игнитронные установки заменили кремниевыми полупроводниковыми. В последнее время эти установки комплектовались полупроводниковыми лавинными вентилями.

Опытные образцы электровозов ВЛ80р (р - с рекуперативным торможением) были выпущены в 1969 г., в следующем году — электровоз ВЛ80в - 661 с бесколлекторными вентильными тяговыми двигателями и в 1971 г.— электровоз ВЛ80а - 751 с короткозамкнутыми асинхронными двигателями. В 1976 г. был изготовлен восьмиосный электровоз переменного тока ВЛ83 с одноmotorными двухосными тележками и вентильными тяговыми двигателями. В 1977 г. был создан первый опытный грузовой

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 5 |

электровоз переменного тока ВЛ81 с опорно-рамным подвешиванием тяговых двигателей.

Начиная с 1968 г. все электровозы переменного и постоянного тока, изготавливаемые в СССР для отечественных железных дорог, выполняются восьмиосными на четырех двухосных тележках. Отечественное электровозостроение непрерывно развивается и совершенствуется на основе новейших достижений науки и техники.

Всем электровозам отечественного производства присвоено обозначение ВЛ в честь Владимира Ильича Ленина. Номер в наименовании соответствует определенным типам электровозов: от 1 до 18 — восьмиосные постоянного тока (например, ВЛ8, ВЛ10), от 19 до 39 — шестиосные постоянного тока (ВЛ19, ВЛ23); от 40 до 59 четырехосные переменного тока (ВЛ40, ВЛ41); от 60 до 79 шестиосные переменного тока (ВЛ60к); от 80 — восьмиосные переменного тока и двойного питания (ВЛ80к, ВЛ82М).

На электровозах, помимо механического, может быть применено электрическое торможение. Различают электрическое торможение рекуперативное и реостатное. К обозначению серии электровозов с рекуперативным торможением добавляют букву «р», а с реостатным — букву «т»: например, ВЛ80р, ВЛ80т.

Электровозы, имеющие обозначение ВЛ, были предназначены для грузового движения, хотя довольно часто используются и для тяги пассажирских поездов. Конструктивная скорость электровозов ВЛ обычно не превышает 110 км/ч. В 70-е гг. был реализован переход на более мощные 12-осные электровозы на базе двух 6-осных секций, в каждой из которых кузов опирался на три 2-осные тележки (постоянного тока ВЛ15 и переменного тока ВЛ85, ВЛ86). Однако одновременно получила распространение и концепция более гибкого типажного решения, когда выпускались 4-осные секции, из которых можно было формировать тяговые единицы из 2-4 секций (постоянного тока ВЛ11М, переменного тока ВЛ80С. В начале 90-х гг. произошло значительное снижение перевозочной работы, вследствие чего

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 6 |

потребность в сверхмощных электровозах сократилась, имевшийся парк электровозов стал вполне достаточным для выполнения перевозок; выпуск новых электровозов сократился. Электровоз ВЛ85, имевший наиболее отработанную конструкцию, начали выпускать в односекционном исполнении (ВЛ65). Для возможности использования электровоза в пассажирском сообщении было применено опорно-рамное подвешивание тяговых двигателей, в результате чего конструктивная скорость повысилась до 140 км/ч. Было предусмотрено электрическое отопление пассажирского поезда от электровоза. Такой электровоз фактически относится к классу универсальных - грузопассажирских.

В сер. 90-х гг. были изменены обозначения новых электровозов: в обозначение грузовых электровозов ввели букву Э (например, Э1, Э2, Э3 и т.д.), а для пассажирских и универсальных - буквы ЭП, в частности электровоз ВЛ65 получил обозначение ЭП1, электровоз, выполненный на базе его механической части, с возможностью питания от сети как постоянного, так и переменного тока, ЭП10.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Заданием на письменную экзаменационную работу было предложено описать назначение и конструкцию трехфазного асинхронного электродвигателя АЭ92-4, технологию его ремонта в объеме ТР-3, изучить безопасные приёмы труда, применяемое оборудование, инструмент и приспособления.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | Лист |
| | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

1 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ АЭ92-4

Трехфазные асинхронные двигатели, применяемые для привода вспомогательных машин электровозов, в сравнении с двигателями постоянного тока обладают как достоинствами, так и недостатками.

Достоинства: простота конструкции, так как ротор выполнен с короткозамкнутой обмоткой без коллектора и щеток; высокая надежность в работе; требуют минимального ухода в эксплуатации и проще при ремонте.

Недостатки:

- имеют малый пусковой момент при большом пусковом токе (в 5—7 раз больше номинального тока), в связи с чем имеют завышенную примерно в 2 раза мощность, что увеличивает расход электроэнергии на собственные нужды также примерно в два раза;
- асинхронные двигатели имеют меньший КПД (70 % вместо 90 % для двигателей постоянного тока);
- асинхронные двигатели могут работать только при незначительном изменении питающего их напряжения и при снижении напряжения в контактной сети ниже 19 кВ может произойти остановка асинхронных двигателей под нагрузкой при значительном пусковом токе $I_{\text{пуск}} = (5-7) I_{\text{ном}}$, что может привести к выходу из строя обмотки статора, примерно через 20 с, если не сработает защита. Такое явление называется опрокидыванием асинхронного двигателя.

Назначение. Асинхронные трехфазные электродвигатели типа АЭ92-4 с короткозамкнутым ротором служат для привода вспомогательных машин электровоза (компрессора МК и центробежных вентиляторов МВ1—МВ4).

Технические характеристики АЭ92-4

| | |
|--------------------------------|-----|
| Номинальное напряжение, В..... | 380 |
| Номинальная мощность, кВт..... | 40 |
| Номинальный ток, А..... | 90 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 8 |

| | |
|--|---------|
| Частота тока, Гц..... | 50 |
| Частота вращения ротора, об/мин..... | 1425 |
| КПД, %..... | 85,5 |
| Класс изоляции..... | Н |
| Число полюсов..... | 4 |
| Воздушный зазор, мм..... | 1,1 |
| Схема соединения обмоток статора..... | звезда |
| Пределы изменения питающего напряжения, В..... | 280+470 |
| Масса двигателя, кг..... | 390+400 |

Принцип работы трехфазного асинхронного двигателя

Принцип работы трехфазного асинхронного двигателя основан на явлении образования вращающегося магнитного поля внутри статора. Для его образования должны быть выполнены два условия: пространственный сдвиг обмоток статора в пазах сердечника и сдвиг токов в этих обмотках во времени (сдвиг токов по фазе). Трехфазный асинхронный двигатель состоит из станины, статора, ротора и двух подшипниковых щитов.

Статор — состоит из шихтованного сердечника (пластин в виде колец) с пазами внутри. В пазах сердечника статора уложены три обмотки, сдвинутые относительно друг друга на 120° .

Эти три обмотки статора соединяются между собой в звезду (при трехфазном напряжении 380 В) или в треугольник (при трехфазном напряжении 220 В).

Когда к обмоткам статора подводится трехфазное напряжение, то по каждой из трех обмоток статора пойдет свой переменный ток, сдвинутый относительно тока в двух других обмотках на 120° электрических градусов (т.е. на $1/3$ периода). Тогда внутри статора образуется вращающийся магнитный поток Φ_c . (Для практического доказательства образования Φ_c необходимо внутрь статора поместить стальной шарик, который начнет вращаться.)

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | Лист |
| | | | | | | 9 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Скорость вращения магнитного потока статора (об/мин) определяется формулой $n_{cm} = 60f/p$, где 60 — число секунд в минуте; f — частота тока (50 Гц); p — число условных пар полюсов.

Каждые три обмотки статора образуют одну условную пару полюсов. Если статор имеет три обмотки, то $p = 1$ и $n_{cm} = 3000$ об/мин.

Внутри статора помещен **ротор**. На его вал напрессован шихтованный сердечник с наружными пазами. Эти пазы ротора вдоль заливаются алюминием вместе с боковыми короткозамыкающими кольцами, т.е. ротор имеет короткозамкнутую обмотку в виде беличьего колеса.

При пуске вращающийся Φ_c статора пересекает проводники неподвижного ротора и наводит в них по закону электромагнитной индукции ЭДС, под действием которой по проводникам ротора и через боковые короткозамыкающие кольца пойдет свой внутренний переменный ток ротора. Теперь проводники ротора с током начинают выталкиваться из магнитного потока статора и образуется вращающий момент ротора, ротор начнет вращаться в сторону вращения магнитного потока статора, но со скоростью чуть меньшей чем на величину скольжения.

При пуске проводники ротора пересекаются Φ_c с самой большой скоростью. Из-за этого при пуске в проводниках ротора наводится самая большая ЭДС и по проводникам ротора идет самый большой ток, при этом возрастает пусковой ток по обмоткам статора $I_{пуск} = (5-7) I_{ном}$.

После пуска ротора его проводники будут пересекаться вращающимся Φ_c статора с меньшей скоростью, в результате чего уменьшается ЭДС ротора, уменьшается ток ротора и в итоге ток статора снижается до номинального.

Устройство. Асинхронный трехфазный электродвигатель типа АЭ92-4 (рис. 1) состоит из станины, статора, ротора и двух подшипниковых щитов. Станина — выполнена сварной в виде цилиндра из двух торцевых колец, к которым приварены продольные ребра. Снаружи приварена обшивка в виде двойного цилиндра из листовой стали. Снизу к станине приварены четыре лапы для крепления к кузову. Сверху в ребро станины вкручен рым-болт для

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 10 |

транспортировки. Сбоку с одной стороны к станине приварена клеммная коробка для выводов.

Статор — состоит из шихтованного сердечника и трехфазной обмотки. Сердечник статора набран из отдельных листов электротехнической стали (толщиной 0,5 мм) в виде колец с пазами с внутренней стороны (48 пазов). При сборке все листы сердечника складываются и с боков ставятся утолщенные листы. Затем все листы сердечника спрессовываются снаружи четырьмя скобами, при этом загнутые концы скоб привариваются к боковым утолщенным листам (длина сердечника 200 мм).

Собранный сердечник запрессовывается внутрь станины, в ее продольные ребра.

Обмотка статора является трехфазной и состоит из трех отдельных обмоток, уложенных изнутри в пазы сердечника статора под углом 120° друг к другу.

Каждая из трех обмоток выполнена из медного изолированного провода (сечением 3х5 мм) в виде отдельных катушек. Крепятся обмотки в пазах сердечника статора магнитными стальными клиньями (в каждом пазу 6 проводников). Лобовые части всех трех обмоток статора изолируются и крепятся скобами сбоку к станине.

Все три обмотки статора двигателя АЭ92-4 постоянно соединены звездой на трехфазное напряжение 380 В и в клеммную коробку двигателя выведены только начала трех обмоток статора, которые обозначены С1, С2, С3. Ротор — состоит из вала, на который напрессовывается шихтованный сердечник с наружными косыми пазами (60 пазов) и с вентиляционными отверстиями. Все пазы сердечника заливаются сплавом алюминия вместе с боковыми короткозамыкающими кольцами и вентиляционными лопатками, т.е. обмотка ротора короткозамкнутая в виде беличьего колеса. Изоляцией между обмоткой ротора и сердечником служит пленка окиси алюминия, образующаяся при застывании алюминия.

После заливки пазов сердечника алюминием ротор обтачивается снаружи для

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 11 |

большей точности (так как зазор между ротором и сердечником статора 0,5 мм).

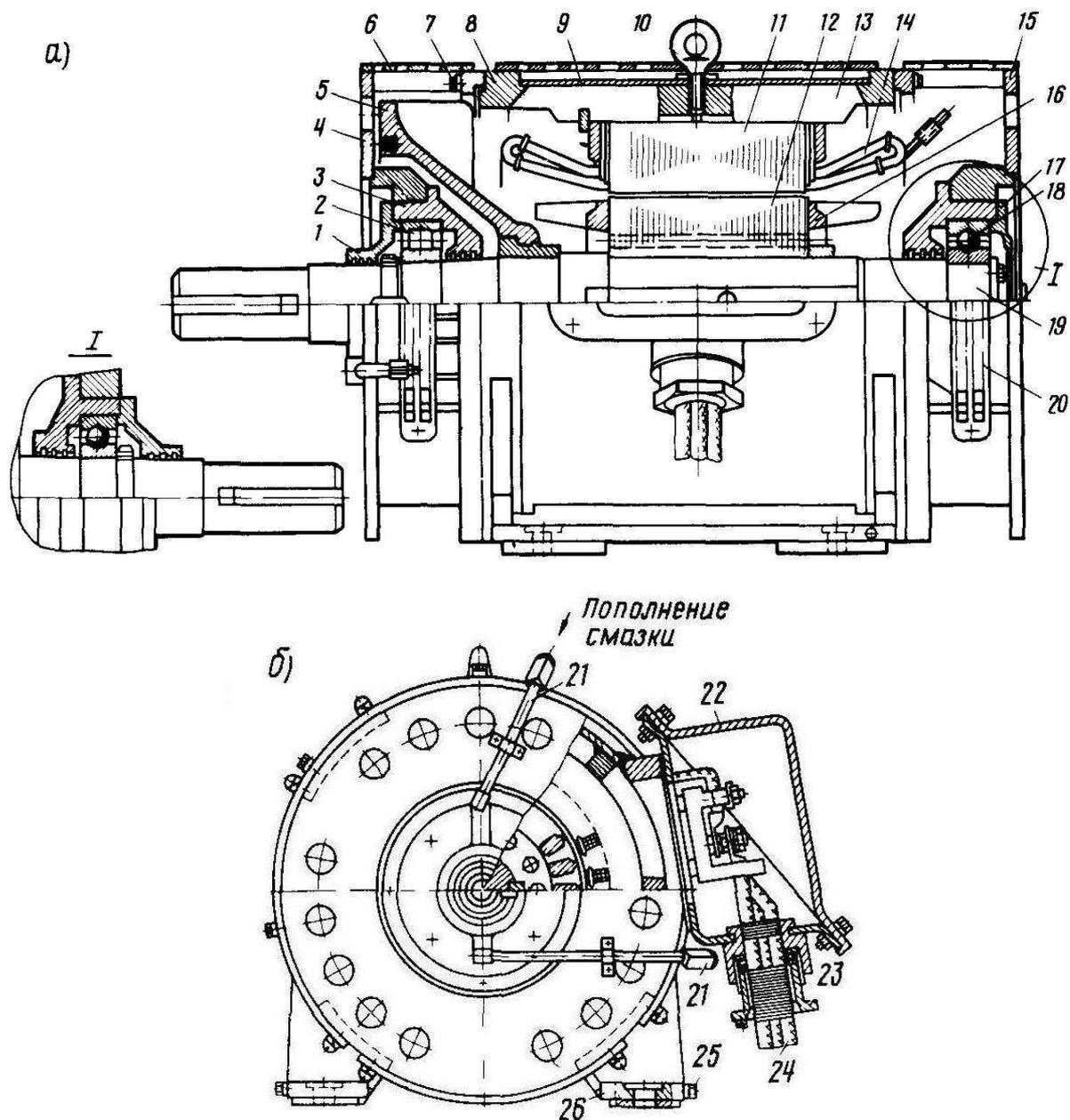


Рисунок 1 - Продольный (а) и поперечный (б) разрезы электродвигателя АЭ92-402: 1 - крышка лабиринтная; 2, 18 - подшипники; 3 - капсуля подшипника; 4, 15 - подшипниковые щиты; 5 - вентилятор; 6, 20 - сетки; 7 - болт; 8 - кольцо стопорное; 9 - обшивка станины; 10 - болт грузовой; 11, 12 - сердечники статора и ротора соответственно; 13 - ребро станины; 14 - обмотка статора; 16 - клетка ротора; 17 - крышка подшипника; 19 - вал; 21 - маслопровод; 22 - коробка выводов; 23 - гайка сальника; 24 - провод; 25 — болт заземления; 26 — лапа станины

| | | | | |
|------|------|----------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |
| | | | | |

ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР

Лист

12

