



УСТРОЙСТВО И РЕМОНТ ФАЗОРАСЩЕПИТЕЛЯ НБ-455А  
(Работа содержит 36 страниц, 6 рисунков, список литературы)

<http://pomogala.ru>

## Содержание

Введение. История электрификации железных дорог на переменном токе.

Цель работы

1 Общие сведения о фазорасщепителе

1.1 Принцип работы фазорасщепителей

1.2 Устройство фазорасщепителя НБ-455А

1.3 Технические характеристики фазорасщепителя НБ-455А

2 Технология ремонта расщепителя фаз НБ-455А

3 Требования техники безопасности при ремонте и испытании электрооборудования

Заключение

Литература

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР		
Разраб.	Иванов				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Иванов					2	35
Реценз.	Иванов				ПУ-1 ар. № 1		
Н. Контр.	Иванов						
Утверд.	Иванов						
					<b>Устройство и ремонт фазорасщепителя НБ-455А</b>		

## 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

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

постоянным параллельным соединением тяговых двигателей.

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**.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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 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

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

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 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 изучить назначение, конструкцию и принцип работы и ремонта фазорасщепителя НБ-455А установленного на электровозах переменного тока. Я также должен детально описать технологию ремонта фазорасщепителя, его основные неисправности, разборку, ремонт основных узлов, сборку и испытание, инструмент и оборудование, применяемое при

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

ремонте этого электрического аппарата.

Очень важное значение имеет соблюдение правил техники безопасности, которые я также должен отразить в своей письменной работе.

Теоретическую работу я должен увязать с производственной практикой, ознакомиться, как выполняется ремонт фазорасщепителя, и научиться самостоятельно выполнять технологические операции, соответствующие квалификации слесаря 3 разряда.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8



## 1 Общие сведения о фазорасщепителе

### 1.1 Принцип работы расщепителя фаз

Преобразование однофазного тока трансформатора в трехфазный для питания асинхронных двигателей на электровозах осуществляют расщепители фаз. Расщепитель фаз представляет собой асинхронную машину, выполняющую одновременно функции однофазного двигателя и трехфазного генератора.

Рассмотрим, как работает однофазный асинхронный двигатель. При питании его обмотки однофазным синусоидальным током возникает переменное синусоидальное магнитное поле. В неподвижном однофазном двигателе в отличие от трехфазного создается не вращающееся, а пульсирующее магнитное поле, которое в течение одного полупериода имеет одно направление вдоль оси обмотки, а в течение другого — противоположное направление (рис.1). Пульсирующее поле можно рассматривать как два вращающихся с одинаковой скоростью в противоположных направлениях поля, создаваемых потоками  $0,5 \Phi$ . Такое представление о пульсирующем поле справедливо для неподвижного двигателя.

При питании однофазным током асинхронный двигатель с места не тронется, так как нет вращающегося поля. Однако, если ротор двигателя с помощью какой-либо посторонней силы запустить и придать ему частоту вращения  $n$ , он будет продолжать вращаться. В этом случае поле вращающегося ротора почти полностью гасит составляющую пульсирующего поля, вызванную потоком  $0,5 \Phi$ , которая вращается встречно по отношению к ротору. Другая составляющая поля движется в одном с ротором направлении, как у обычного асинхронного двигателя, и поддерживает его вращение. Так как однофазные асинхронные двигатели не развивают пускового момента и у них плохо используется мощность, то их

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		9

не применяют для привода вспомогательных механизмов электровоза, но принцип их действия используют в расщепителях фаз.

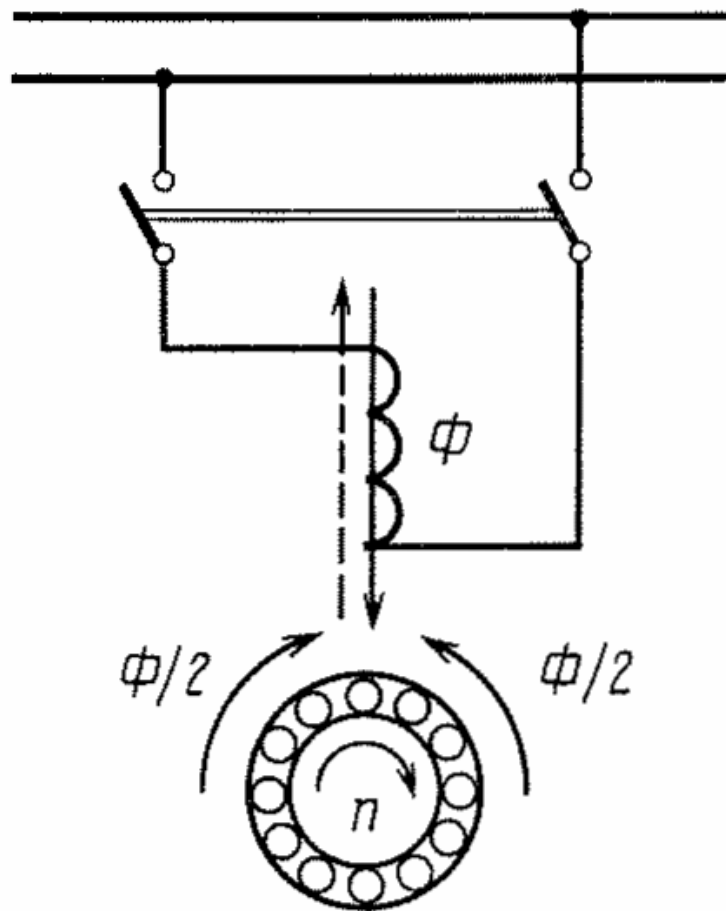


Рисунок 1 - Схема, поясняющая действие магнитного потока в неподвижном однофазном двигателе

На электровозах применен расщепитель фаз НБ-455А, обмотки которого соединены в трехфазную несимметричную звезду (рис. 2). Две фазы звезды  $c1 = m2$  и  $m1 = c2$  составляют двигательную обмотку, а третья фаза  $c3 - c4$ —так называемая генераторная. Вначале эту третью обмотку используют для запуска расщепителя фаз. Известно, что только от двигательной обмотки пуск его осуществить невозможно. Если же к двигательной обмотке присоединить обмотку, в цепи которой имеется резистор, то такой двигатель приходит во вращение. Поясним это.

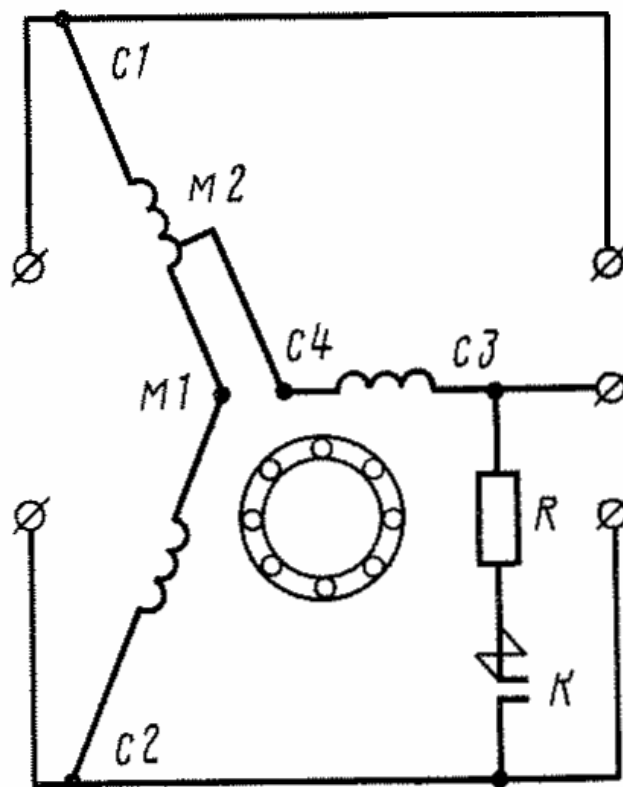


Рисунок 2 – Принципиальная схема соединения обмоток статора фазорасщепителя НБ-455А

В момент включения двигательных обмоток расщепителя на однофазное напряжение трансформатора контактор К замкнут и генераторная обмотка получает питание по цепи, проходящей через пусковой резистор R. Из-за введения активного сопротивления резистора R цепи двигательной и генераторной обмоток имеют разные соотношения индуктивных и активных сопротивлений. От этих соотношений зависит сдвиг тока относительно питающего напряжения. Ток генераторной обмотки оказывается сдвинутым по фазе на некоторый угол по сравнению с током в двигательных обмотках, и хотя при этом не образуется симметричной трехфазной системы токов, все же этого сдвига оказывается достаточно для разгона расщепителя без нагрузки при отключенных вспомогательных двигателях.

Этим исчерпывается действие генераторной обмотки в процессе пуска

расщепителя фаз.

Когда частота вращения достигает 1430 об/мин, срабатывает реле оборотов, отключающее контактор К. После отключения контактора расщепитель работает как однофазный асинхронный двигатель на холостом ходу, получая питание от вторичной обмотки собственных нужд трансформатора. При этом вращающееся магнитное поле, образованное двигательной обмоткой и ротором, пересекает витки генераторной обмотки, наводя в ней э.д.с, сдвинутую примерно на  $90^\circ$  эл. по отношению к напряжению обмотки вспомогательных цепей трансформатора. Необходимый сдвиг по фазе э.д.с. в генераторной обмотке обусловлен расположением этой обмотки на статоре под углом примерно  $120^\circ$  относительно двигательных обмоток. Таким образом, создается трехфазная система, у которой под напряжением находятся три выхода: с1 и с2 от вторичной обмотки собственных нужд трансформатора и один с3 от генераторной обмотки расщепителя фаз. Если присоединить трехфазный двигатель к этим трем выводам, то он начнет вращаться и будет развивать необходимый момент для привода вспомогательного механизма — вентилятора или компрессора. Чтобы получить симметричную трехфазную систему напряжений, обмотки расщепителя фаз выполняют с различным числом витков: 28 витков у с1 - м2, 44 витка у м1 - с2 и 54 витка у с3 –с 4.

Если при работающем расщепителе фаз измерить напряжение между всеми его выводами, то можно построить диаграмму напряжений (см. рис. 136), из которой видно, что напряжения между выводами с1 - с3, с3-с2, с2-с1 равны и образуют симметричную трехфазную систему. При симметричной нагрузке мощность расщепителя фаз составляет одну треть мощности, потребляемой вспомогательными машинами электровоза, т. е. мощности, которая преобразуется в генераторной обмотке.

Остальные две трети мощности потребляются непосредственно из сети от вторичной обмотки собственных нужд трансформатора.

					<b>ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

## 1.2 Устройство фазорасщепителя НБ-455А

Исполнение расщепителя фаз защищенное с самовентиляцией, горизонтальное, на лапах, с одним укороченным свободным концом вала, на котором размещается реле оборотов.

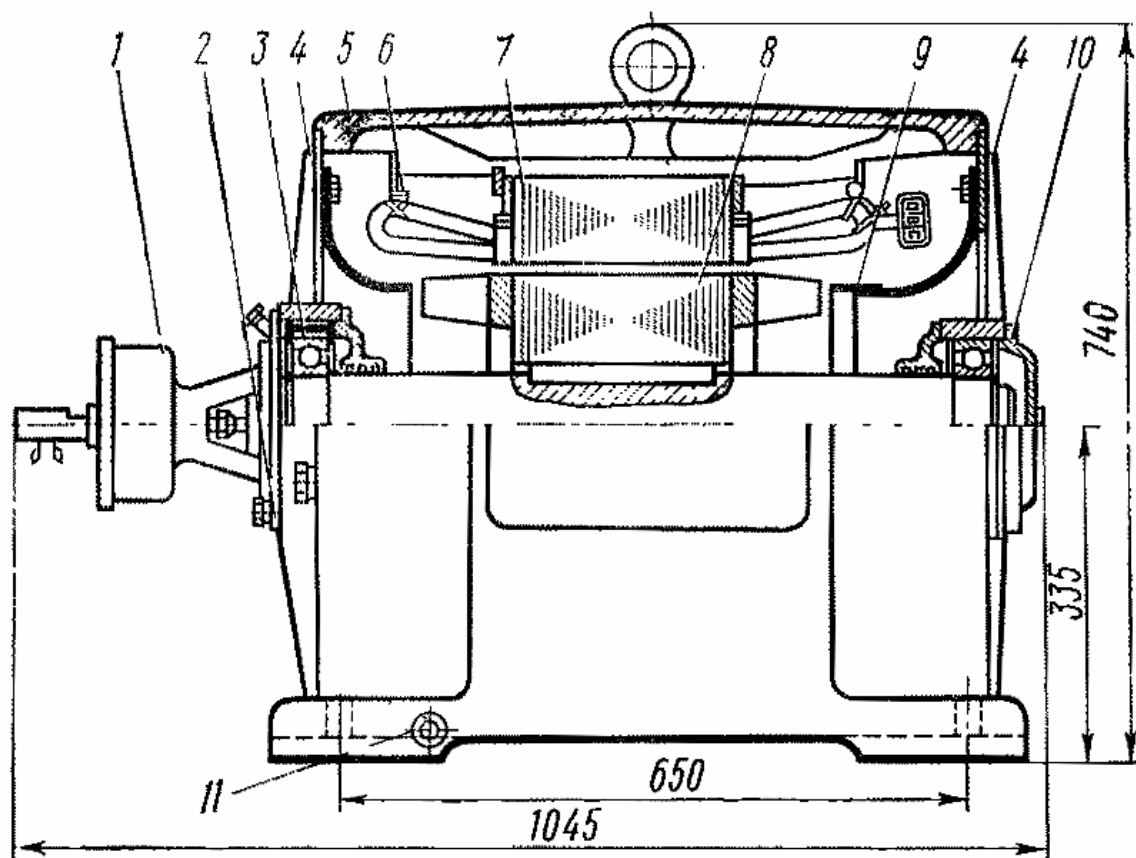


Рисунок 3 - Расщепитель фаз НБ-455А:

1 — реле оборотов; 2, 10 — крышки подшипника; 3—подшипник изолированный; 4 — щит подшипниковый; 5 — станина; 6 — кольцо бандажное; 7 — статор; 8 — ротор; 9 — воронка направляющая; 11 — болт заземляющий

Станина расщепителя фаз чугунная, литая. Подшипниковые щиты стальные, сварные. Пакет статора набран из отдельных изолированных

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВСТАВЬ СВОЙ ШИФР

Лист

13

листов электротехнической стали толщиной 0,5 мм. Паза статора полуоткрытые. Обмотка статора жесткая, катушечная, выполнена из прямоугольного медного провода ПСД. Для повышения вибростойкости лобовые части катушек прикреплены к изолированным бандажным кольцам, которые закреплены на станине.

Ротор короткозамкнутый, залит алюминием марки АО. Номинальный зазор между статором и ротором 1 мм. Ротор отбалансирован динамически. Остаточная неуравновешенность не более 1700 г-мм.

На валу установлены шариковые подшипники 76317, причем со стороны, противоположной реле оборотов, подшипник работает как плавающий. Допустимый нагрев подшипников не более +80 °С. Для предотвращения протекания подшипниковых токов подшипник 3 (см. рис. 3) изолирован от корпуса втулкой из формовочного миканита. Конструкция подшипниковых узлов позволяет добавлять смазку без их разборки (рис. 4).

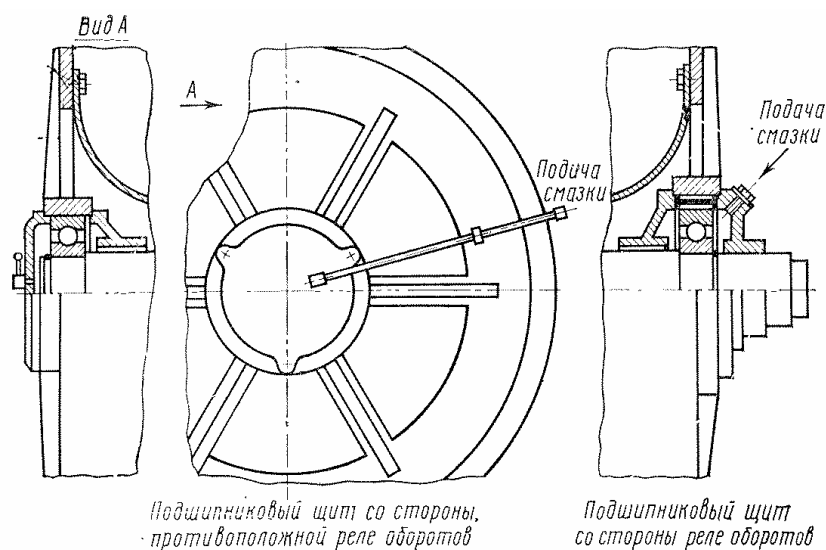


Рисунок 4 – Подвод смазки к подшипникам