

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.М. Кудрявцев, О.Е. Уласевич, В.Н. Жеглов, В.Ю. Гумелёв

**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ БРОНЕТАНКОВОЙ
ТЕХНИКИ**

Учебное пособие

**СТАБИЛИЗАТОРЫ ВООРУЖЕНИЯ 2Э36:
УСТРОЙСТВО И ОБСЛУЖИВАНИЕ**



Рязань

2013

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А. М. Кудрявцев, О. Е. Уласевич
В. Н. Жеглов, В. Ю. Гумелёв

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

Учебное пособие

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ БОЕВЫХ МАШИН. СТАБИЛИЗАТОРЫ ВООРУЖЕНИЯ 2Э36: УСТРОЙСТВО И ОБСЛУЖИВАНИЕ

Рекомендуется федеральным государственным образовательным казённым военным учреждением высшего профессионального образования «Военным учебно-научным центром Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооружённых Сил Российской Федерации» в качестве учебного пособия для курсантов Рязанского высшего воздушно-десантного командного училища (военного института) (филиал, г. Рязань) федерального государственного образовательного казённого военного учреждения высшего профессионального образования «Военного учебно-научного центра Сухопутных войск «Общевойсковая академия Вооружённых Сил Российской Федерации», обучающихся по специальности «Управление персоналом».

Регистрационный номер рецензии 88 от 1 марта 2013 г. Департамента образования Министерства Обороны Российской Федерации.

Рязань
2013

УДК623.438
ББК Ц53
К88

Рецензент –
доктор технических наук, профессор *В. М. Подчинок*

Кудрявцев А. М.

К88 Электрооборудование бронетанковой техники. Электрооборудование боевых машин. Стабилизаторы вооружения 2Э36: устройство и обслуживание: учеб. пособие / А. М. Кудрявцев, О. Е. Уласевич, В. Н. Жеглов, В. Ю. Гумелёв. – Рязань : РВВДКУ (ВИ), 2013. – 144 с.

В учебном пособии на основе требований Государственного образовательного стандарта, квалификационных требований к военно-профессиональной подготовке выпускников училища и учебной программы дисциплины «Электрооборудование боевых машин» изложены общие сведения по устройству и обслуживанию стабилизаторов вооружения 2Э36.

Пособие предназначено для курсантов училища, обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования, а также может быть использовано в подразделениях ВДВ, эксплуатирующих БМД-2.

**Зарегистрировано в реестре
программ для ЭВМ и баз данных РВВДКУ
15.12.2012 года №120**

УДК 623.438
ББК Ц53

РВВДКУ, 2013

Оглавление

Список сокращений.....	5
Введение.....	7
1 Система стабилизации вооружения многоцелевых гусеничных машин.....	9
1.1 Колебания корпуса движущейся БМД и их влияние на процессы наблюдения, прицеливания и стрельбы.....	9
1.2 Стабилизатор вооружения, назначение и классификация, основы построения стабилизаторов вооружения.....	11
1.3 Контролируемые и регулируемые параметры систем, их влияние на показатели качества.....	18
1.4 Исполнительные приводы стабилизатора вооружения. Назначение, типы и режимы работы.....	22
1.5 Контролируемые и регулируемые параметры приводов наведения...	25
2 Общее устройство стабилизатора вооружения 2Э36-3.....	29
2.1 Общая характеристика стабилизатора вооружения 2Э36-3.....	29
2.2 Состав стабилизатора вооружения.....	32
2.3 Основные элементы стабилизатора вооружения.....	32
2.4 Вспомогательные устройства, обеспечивающие взаимодействие стабилизатора вооружения и других частей машины.....	33
3 Датчики стабилизатора вооружения 2Э36-3.....	36
3.1 Общие сведения о датчиках.....	36
3.2 Датчики стабилизатора вооружения.....	37
4 Усилительно-преобразующие устройства стабилизатора вооружения 2Э36-3.....	46
4.1 Назначение, общее устройство блока управления БУ-179.....	46
4.2 Назначение, общее устройство усилителей мощности У-ВН и У-ГН..	51
4.3 Электрические цепи стабилизатора вооружения.....	55
4.4 Исполнительные электродвигатели.....	58
5 Источники питания стабилизатора вооружения.....	60
5.1 Общие сведения об электропитании стабилизатора вооружения.....	60
5.2 Преобразователь тока ПТ-200Ц.....	61
5.3 Двухполярный блок питания.....	65
5.4 Фильтр питания.....	67
6 Работа стабилизатора вооружения в различных режимах.....	68
6.1 Принцип работы стабилизатора вооружения.....	68
6.2 Функциональная схема включения стабилизатора вооружения.....	69
6.3 Режимы работы стабилизатора вооружения.....	81
7 Цепи стрельбы.....	89
7.1 Блок управления и коммутации БУ-25-2С. Назначение, состав и выполняемые функции.....	89
7.2 Коробка защиты КР-25. Назначение, состав и принцип работы.....	93
7.3 Возможные неисправности блока управления и коммутации БУ-25-2С, их причины, способы предупреждения и устранения.....	98

8	Методика проверки функционирования и регулирования параметров стабилизатора вооружения 2ЭЗ6-3.....	103
8.1	Методика проверки функционирования стабилизатора вооружения...	103
8.2	Методика проверки механических параметров, влияющих на работу стабилизатора вооружения, и основных параметров.....	103
8.3	Методика проверки основных параметров.....	110
8.4	Методика регулирования параметров стабилизатора вооружения БМД.....	119
8.5	Неисправности стабилизатора вооружения, признаки их проявления и порядок устранения.....	122
	Заключение.....	126
	Список литературы.....	127
	Приложение А. Проверка функционирования и сигнализации БМД-2.....	128
	Приложение Б. Механические параметры, влияющие на работу стабилизатора вооружения. Определение значения параметров и требования ИЭ.....	130
	Приложение В. Основные параметры стабилизатора вооружения.....	131
	Приложение Г. Основные параметры стабилизатора вооружения БМД-2	132
	Приложение Д. Перечень регулировочных резисторов, их назначение и влияние на параметры стабилизатора вооружения. Влияние резисторов на параметры приводов ВН и ГН.....	133
	Приложение Е. Карты настройки стабилизатора вооружения.....	134
	Приложение Ж. Прибор целеуказания.....	136

Список сокращений

СВ	– стабилизатор вооружения
ВН, ГН	– вертикальное наведение, горизонтальное наведение. Используется для обозначения режимов (плоскостей) наведения; светодиодов на пульте управления стабилизатора вооружения; выключателей и автоматов защиты сети (АЗС), с помощью которых включаются данные режимы, а также для обозначения светодиодов, сигнализирующих о включении соответствующих режимов
Режим АВТ	– режим работы СВ – «Автомат», при котором осуществляется стабилизация и стабилизированное наведение спаренной установки в плоскостях ВН и ГН
Режим ПАВ	– режим работы СВ – «Полуавтомат». Является основным при стрельбе по воздушным целям, также осуществляется стабилизация и стабилизированное наведение спаренной установки в плоскостях ВН и ГН, но с меньшей точностью стабилизации, чем в АВТ
БУ-179	– блок управления стабилизатора вооружения (с регулировочными резисторами)
Резисторы У-ВН, У-ГН	– резисторы для регулировки жесткости (под крышкой УСИЛЕНИЕ)
Резисторы ТГ, ДТ, ГТ, Н, БГТ, БГТА	– резисторы для регулировки параметров СВ (под крышкой РЕГУЛИРОВКИ)
БУ-25-2С	– блок управления и коммутации
Выключатель ПТР	– выключатель СВ (на БУ-25-2С) при стрельбе ПТУР
Лампа ОТКР. ЛЮКИ	– лампа на БУ-25-2С, сигнализирующая об открытых люках корпуса БМ
КР-25	– коробка защиты с автоматами защиты сети (АЗС)
АЗС ГН, АЗС ВН, АЗС ПРЕОБР.	– автоматы защиты сети (АЗС) на КР-25, включающие цепи горизонтального, вертикального наведения и ПТ-200Ц
ПТ-200Ц	– преобразователь (напряжения и тока)
ПУ-О, ПУ-К	– пульт управления оператора и командира

Светодиоды ГН, ВН, АВТ, ПАВ, ПТР	– светодиоды на ПУ, сигнализирующие о включении соответствующего режима
Рукоятки БАЛАНС ГН, БАЛАНС ВН	– ручки резисторов для регулировки уводов в ГН и ВН
Выключатель ГОТОВ	– выключатель для перевода включенного СВ в режим 1–2-секундной готовности (на ПУ-К не используется и должен находиться в положении ВКЛ)
Выключатель ПРИВОД	– выключатель для включения СВ (для переключения СВ с ПУ-О на ПУ-К)
Выключатель РЕЖИМ	– выключатель для переключения режимов работы СВ (АВТ или ПАВ)
ЭДМ-14	– электродвигатель привода ВН
ЭДМ-20	– электродвигатель привода ГН
ПЦУ	– прибор целеуказания
КВ	– концевые выключатели
ТКН-3МБ	– прибор наблюдения командира
ШБП	– шкала боковых поправок прицела БПК-2-42
МПБ	– механизм поворота башни
ТУ	– технические условия (характеристики)
МГМ	– многоцелевые гусеничные машины
ЛВУ	– люфтовывбирающее устройство

Введение

Важнейшими направлениями развития и совершенствования современных средств вооруженной борьбы являются механизация и автоматизация процессов управления объектами военной техники и вооружением боевых машин.

Необходимость и важность материала данного учебного пособия заключается в том, что в ходе применения боевых машин в Чеченской Республике по вине неграмотной эксплуатации и обслуживания неоднократно возникали неисправности и отказы в различных системах, что значительно снижало боеготовность и боеспособность как отдельной машины, так и подразделения в целом.

Число отказов по вооружению и электрооборудованию на БМД-2 примерно одинаково и составляет 16,8 % и 15,2 % соответственно. При этом чаще других встречались следующие неисправности:

- отказ электроспуска пушки;
- заклинивание подвижных элементов механизма заряжания системы питания пушки;
- частичный отказ БУ-25-2С;
- засветка ЭОП прицела БПК-2-42 или др.;
- отсутствие подсветки шкалы прицела БПК-2-42 из-за отказа реостата или перегорания электролампы подсветки.

Многие отказы происходят только по вине личного состава, вот некоторые из них:

- механическое повреждение электрических кабелей и разъемов;
- нарушение регулировки конечного выключателя у одного из люков машины;
- отказ в работе электроспуска ПКТ из-за попадания масла на его электромагнит и т. п.

Анализ перечисленного неизбежно показывает, что в основе таких неисправностей лежит слабое знание личным составом, и в первую очередь командирами взводов, электрооборудования и автоматических систем управления оружием.

В современном бою, насыщенном высокоэффективным оружием, в том числе и противотанковым, только прицельный огонь в движении и непрерывное маневрирование позволяет БМ выполнить свои задачи. Основным видом огня БМ в атаке является стрельба с ходу. Вследствие возрастания рассеивания снарядов, влияния запаздывания выстрела, ухудшения условий действия наводчика и командира при оружии и других причин точность стрельбы с ходу и скорострельность значительно ухудшаются.

Для повышения эффективности стрельбы с ходу во всех современных танках, БМП, БМД, ЗСУ и некоторых других боевых машинах основное оружие при движении стабилизируется посредством специального устройства, называемого стабилизатором вооружения.

Стабилизатор вооружения представляет собой систему автоматического регулирования, обеспечивающую наведение оружия танка, БМП, БМД, ЗСУ в цель и сохранение (стабилизацию) заданного ему наводкой направления при колебаниях корпуса движущегося бронееобъекта.

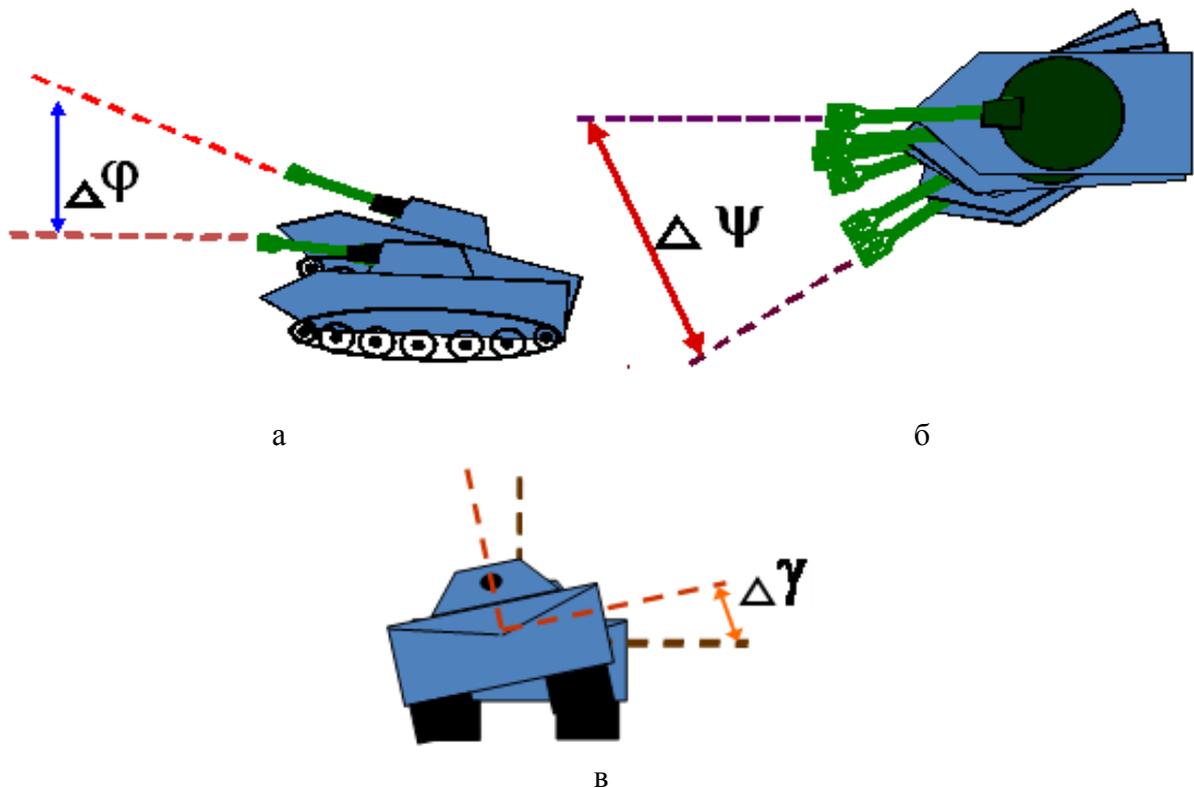
1 СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ МНОГОЦЕЛЕВЫХ ГУСЕННИЧНЫХ МАШИН

1.1 Колебания корпуса движущейся БМД и их влияние на процессы наблюдения, прицеливания и стрельбы

Колебания корпуса БМ несут случайный характер и при его движении никогда не затухают. Амплитуда угловых колебаний и их частота достаточно велики. Это приводит к значительным перемещениям прицельной марки относительно цели и не позволяет наводчику удерживать её на цели даже с помощью самых совершенных приводов наведения.

Наибольшее влияние на точность стрельбы (рисунок 1.1, а, б) оказывают колебания БМ в продольной плоскости, изменяющие угол возвышения орудия (пушки), и угловые колебания в горизонтальной плоскости, изменяющие угол горизонтальной наводки. Они приводят к значительному рассеиванию снарядов и пуль.

Поперечные угловые колебания (рисунок 1.1, в), вызывающие наклон цапф (завал) орудия, оказывают меньшее влияние, но возрастают с увеличением дальности стрельбы. *Цапфы* – это опоры, которые служат для установки подшипников и крепления орудия в башне.



а – $\Delta\varphi$ – продольные угловые колебания; б – $\Delta\psi$ – горизонтальные угловые колебания; в – $\Delta\gamma$ – поперечные угловые колебания

Рисунок 1.1 – Колебания корпуса боевой машины (БМ)

Данные причины обуславливают в первую очередь увеличение ошибок наводки, которые возрастают при стрельбе с ходу в 10–30 раз по сравнению со стрельбой с места (с 0,1 до 3 тыс. по высоте и от 1 до 2 тыс. по направлению).

Также рассеивание снарядов при стрельбе обусловлено таким явлением, как *запаздывание выстрела*, то есть временем от момента окончания наводки, когда наводчик принял решение о производстве выстрела, до вылета снаряда из канала ствола. Время запаздывания выстрела составляет около 0,1–0,15 с. Орудие не управляется наводчиком и вследствие колебания корпуса БМ может изменить своё угловое положение на 3–5 т. д. (тысячных долей). Естественно, при таких отклонениях снаряд не попадает в цель.

Рассеивание снарядов возрастает также и вследствие изменения направления и величины вектора начальной скорости снаряда: снаряд всегда будет отклоняться в сторону движения ствола пушки. В результате действий различных факторов рассеивание снарядов при стрельбе с ходу возрастает примерно в 10–12 раз.

Точность стрельбы с ходу снижается также и вследствие непрерывного изменения дальности до цели. При скорости движения от 20 до 25 км/ч установленная в прицеле дальность изменяется на одно деление (100 м) за 15–20 с, что требует частых поправок при ведении стрельбы, отвлекает наводчика от наблюдения за полем боя.

Колебания корпуса при движении (связанные с рельефом местности) существенно ухудшают условия ведения стрельбы. Затрудняются условия наблюдения из БМ и обнаружения целей, а также работа наводчика. Темп стрельбы при движении снижается примерно вдвое. В результате снижения точность стрельбы из БМ с ходу резко падает.

Меткость стрельбы определяется точностью совмещения средней точки попадания с намеченной точкой на цели и величиной рассеивания. При этом чем ближе средняя точка попадания к намеченной точке и чем меньше рассеивание пуль (снарядов), тем лучше меткость стрельбы.

Стрельба признается меткой, если средняя точка попадания отклоняется от намеченной точки на цели не более чем на половину тысячной дальности стрельбы, что соответствует допустимому отклонению средней точки попадания от контрольной точки при приведении оружия к нормальному бою, а рассеивание не превышает табличных норм. Меткость стрельбы обеспечивается точным приведением оружия к нормальному бою, тщательным сбережением оружия и боеприпасов и отличной выучкой стреляющего.

Для повышения эффективности стрельбы с ходу современные боевые машины оснащаются специальными автоматическими устройствами – *стабилизаторами вооружения (СВ)*.

1.2 Стабилизатор вооружения, назначение и классификация, основы построения стабилизаторов вооружения

1.2.1 Назначение стабилизатора вооружения

Стабилизатор вооружения (СВ) входит в состав системы управления огнем (СУО) боевой машины и предназначается для стабилизированного наведения основного вооружения.

Стабилизаторы вооружения обеспечивают повышение меткости стрельбы из БМ с ходу путём сохранения заданного направления линии выстрела и линии прицеливания с достаточно высокой точностью.

Сохранить заданное направление орудия вручную при движении БМ практически невозможно, поэтому стабилизаторы вооружения представляют собой автоматические устройства или системы автоматического регулирования, обеспечивающие выполнение этой задачи без непосредственного участия человека.

Стабилизатор вооружения БМ является специальной системой автоматического регулирования, которая представляет собой совокупность объекта регулирования (управления) и комплекса сил и средств, с помощью которых регулирование осуществляется.

Стабилизатор вооружения боевой машины десанта представляет собой специальную систему автоматического регулирования, предназначенную для наведения вооружения на цель и сохранения (стабилизации) заданного наводкой направления оси канала ствола орудия (пушки) при колебаниях корпуса во время движения.

1.2.2 Классификация стабилизаторов вооружения

Стабилизаторы вооружения классифицируются по трём основным признакам:

- 1) Что стабилизируется?
- 2) Во скольких плоскостях стабилизируется?
- 3) Посредством чего стабилизируется?

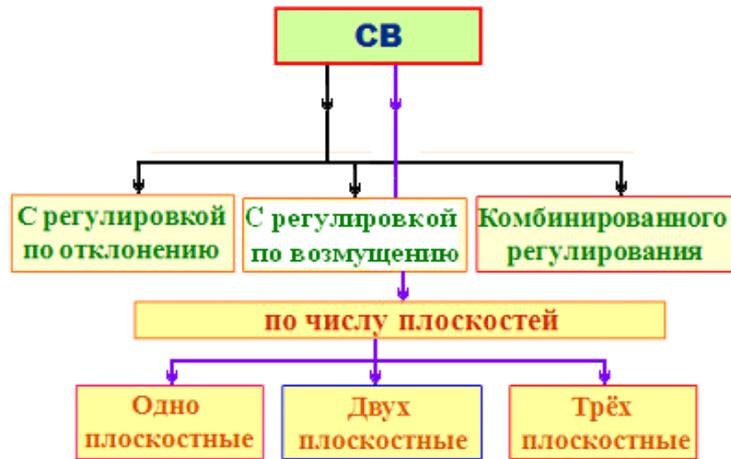
Классификация стабилизаторов вооружения представлена на рисунке 1.2.

По первому признаку все стабилизаторы разделяются:

- на стабилизаторы линии прицеливания (поля зрения);
- стабилизаторы линии выстрела (орудия, башни).

В стабилизаторах линии прицеливания стабилизируется поле зрения прицела, поэтому при движении боевой машины видимые в поле зрения прицела перемещения целей, местных предметов относительно прицельных марок ста-

новятся незначительными. Условия наводки значительно улучшаются, и ошибки наводки уменьшаются. Однако орудие (пушка) в этом случае не стабилизировано, оно колеблется вместе с корпусом боевой машины, поэтому все остальные причины, обуславливающие уменьшение меткости, продолжают действовать.



а



б



в

а – классификация СВ по принципу действия и числу плоскостей; б – классификация СВ по виду измеряемой координаты и функции гироскопа; в – классификация СВ по типу ИП

Рисунок 1.2 – Классификация стабилизаторов вооружения

В стабилизаторах линии выстрела стабилизируются угол возвышения (угол вертикальной наводки) и угол места цели (угол горизонтальной наводки) орудия. При движении боевой машины параметры угловых колебаний орудия значительно уменьшаются, и его направление на цель, с определённой точностью, остаётся неизменным. Благодаря этому значительно уменьшается влияние на точность стрельбы остальных факторов, повышающих рассеивание снарядов, а именно – запаздывание выстрела и изменение вектора начальной скорости снаряда.

В прицелах современных боевых машин управление линией прицеливания совмещается с линией выстрела. Линия прицеливания при этом стабилизируется или независимо от пушки (с помощью автономного стабилизатора линии прицеливания), или вместе с ней (с помощью стабилизатора пушки (башни)). В первом случае получаем так называемую независимую линию прицеливания, во втором – зависимую от пушки линию прицеливания.

По второму признаку стабилизаторы танкового вооружения разделяются на одноплоскостные и двухплоскостные.

В одноплоскостных стабилизаторах осуществляется стабилизация линии прицеливания или линии выстрела только в одной (вертикальной) плоскости.

В двухплоскостных стабилизаторах линии прицеливания или пушка стабилизируются в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В современных СУО применяются только двухплоскостные стабилизаторы.

Стабилизация пушки в вертикальной плоскости обеспечивается с помощью *стабилизатора орудия*, а в горизонтальной плоскости – с помощью *стабилизатора башни*. Стабилизатор орудия называют также стабилизатором ВН (стабилизатором в плоскости вертикальной наводки), стабилизатор башни – стабилизатором ГН (стабилизатор в плоскости горизонтальной наводки).

По третьему признаку различают гироскопические стабилизаторы: силовые; индикаторные. В тех и других в качестве чувствительного элемента используются трёхстепенные или двухстепенные гироскопы.

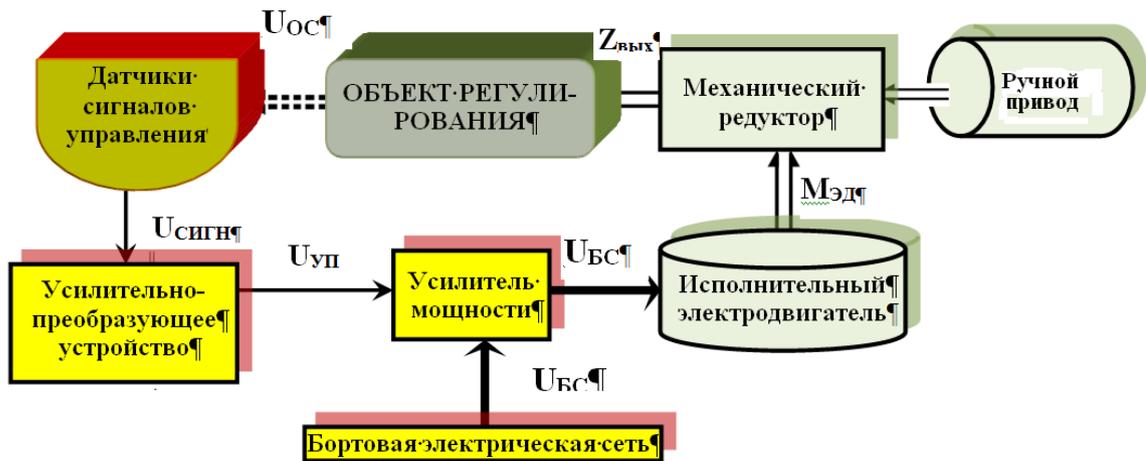
В *силовых стабилизаторах* стабилизирующий момент, развиваемый гироскопом, достаточен для непосредственной стабилизации только линии прицеливания орудия или башни, поэтому гироскоп выполняет и функцию силового привода.

В *индикаторных стабилизаторах* гироскопический датчик лишь измеряет отклонения (является индикатором отклонения) и создает пропорциональный электрический сигнал. Стабилизирующий момент, необходимый для сохранения заданного положения объекта стабилизации, создаётся специальным исполнительным приводом.

Силовые стабилизаторы получили применение в стабилизаторах линии прицеливания, индикаторные – как в стабилизаторах линии прицеливания, так и в стабилизаторах линии выстрела.

1.2.3 Основы построения стабилизатора вооружения

Для разъяснения устройства и работы СВ используем его функциональную схему. Упрощенная функциональная схема СВ представлена на рисунке 1.3. Двойные стрелки на рисунке отображают механические связи, а одинарные – электрические.



$U_{\text{сигн}}$ – напряжение сигналов датчиков СВ; $U_{\text{уп}}$ – напряжение сигнала управления СВ; $U_{\text{БС}}$ – напряжение бортовой сети; $M_{\text{эд}}$ – механический момент ЭД; $Z_{\text{вых}}$ – регулируемое (выходное) усилие (частота вращения); $U_{\text{ос}}$ – напряжение сигналов обратной связи

Рисунок 1.3 – Функциональная схема СВ

Основными элементами любой системы автоматического регулирования являются объект регулирования (управления) и регулятор.

Объект регулирования (управления) представляет собой рабочий механизм, выходная характеристика которого $Z_{\text{вых}}$ целенаправленно регулируется. Объектом регулирования в конструкции СВ являются электродвигатели.

Регулируемыми характеристиками в стабилизаторах вооружения боевой машины могут быть угловое перемещение или угловая скорость. Изменение регулируемой характеристики обусловлено естественным свойством объекта регулирования реагировать на воздействие внешних возмущений (нагрузки, скорости вращения, напряжения источников питания, температуры окружающей среды и т. д.), которые нарушают заданный режим работы объекта.

Регулятор – комплекс автоматически действующих приборов, механизмов и машин, осуществляющих регулирование режима работы объекта по определенному заданному настройкой закону. Регулятор автоматически компенсирует влияние на объект внешних возмущений.

В состав регулятора входят следующие части:

- датчики – чувствительные элементы, реагирующие на изменение соответствующих физических величин и создающие пропорциональный электрический сигнал;

- усилительно-преобразовательные и усилительные устройства, которые на основе сигналов датчиков производят анализ информации и формирование команд управления исполнительным устройством;

- исполнительное (регулирующее) устройство, создающее управляющее воздействие на объект регулирования.

Система автоматического управления имеет, как правило, замкнутый контур регулирования, а требуемый режим работы объекта регулирования задается специальным датчиком или программным механизмом.

Передача сигналов от одного элемента контура регулирования другому осуществляется посредством связей между ними, которые в электромеханической конструкции СВ могут быть электрическими, механическими или электромагнитными.

Различают *прямые* и *обратные связи*. Посредством прямых связей сигнал управления с выхода предыдущего элемента передается на вход последующего. Обратная связь обеспечивает систему управления информацией о правильном исполнении объектом регулирования задачи, определяемой сигналом управления. Сигнал обратной связи формируется специальным датчиком на выходе системы автоматического регулирования и подается в регулятор, где суммируется с сигналами управления.

По характеру изменения управляющего сигнала обратные связи могут быть положительными, увеличивающими управляющий сигнал, или отрицательными, уменьшающими его. Обратные связи могут быть выполнены по любому параметру системы автоматического регулирования – по току, напряжению, скорости, давлению, перемещению и так далее, но во всех случаях сигнал на выходе обратной связи по своей физической природе должен быть таким же, как сигнал, с которым он суммируется.

По характеру действия обратные связи могут быть жесткими и гибкими. Действие жесткой обратной связи пропорционально входной величине, действует она как в переходном (режим изменения регулируемой величины), так и в установившемся режиме. Гибкая обратная связь воздействует пропорционально скорости изменения выходной величины, поэтому она действует только в переходных режимах.

В зависимости от принципа действия, системы автоматического регулирования можно разделить:

- на системы, в которых регулирование осуществляется по отклонению (рассогласованию) регулируемой величины от ее заданного значения (САР по отклонению);
- системы, в которых регулирование осуществляется по величине действующего на объект регулирования возмущения (САР по возмущению);
- комбинированные системы, в которых регулирование по отклонению сочетается с регулированием по основным возмущениям (комбинированная САР).

1.2.4 Принцип действия стабилизатора вооружения

Стабилизация вооружения обеспечивается путём сохранения заданного положения линии выстрела в вертикальной плоскости (автоматическое перемещение башни) и в горизонтальной плоскости (автоматическое перемещение блока оружия) с помощью исполнительного привода.

Стабилизация орудия осуществляется следующим образом. При движении боевой машины корпус колеблется, и эти колебания передаются блоку оружия даже в случае его полной уравновешенности и отсутствия маятниковости (центр тяжести качающейся части блока оружия находится на оси цапф). Вследствие трения в опорах цапф блок оружия увлекается вслед за корпусом. При этом угол возвышения блока оружия φ_0 отличается от заданного наводкой угла φ_3 на величину ошибки (отклонения)

$$\Theta_0 = \varphi_3 - \varphi_0. \quad (1.1)$$

Величина ошибки (отклонения) Θ_0 тем больше, чем больше момент трения. В идеальном случае, то есть при отсутствии трения, полностью уравновешенное орудие (пушка), обладающее определённой массой, оставалось бы в заданном положении. Однако в реальных условиях, когда есть трение и неуравновешенность, отклонение орудия Θ_0 велико и его наводка на цель затруднена.

При наличии стабилизатора угловая скорость отклонения корпуса машины Θ_0 относительно заданного положения измеряется специальным датчиком угловой скорости, выполненным на основе трехстепенного гироскопа, который размещается в модуле – блоке головного зеркала прицела наводчика (другой – в аналогичном модуле прицела командира). Измеренное механическое отклонение преобразуется с помощью преобразователя – *вращающегося трансформатора* – в электрический сигнал, который затем усиливается, преобразуется (интегрируется, суммируется с другими сигналами) усилителем и подаётся на вход исполнительного привода стабилизатора.

В соответствии с величиной и знаком сигнала рассогласования исполнительный привод развивает вращающий момент, под действием которого возникает движение блока оружия относительно корпуса (башни) в противоположную сторону. Если скорость относительного движения сравнивается со скоростью движения корпуса, то дальнейшее увеличение отклонения Θ_0 прекратится.

При подходе корпуса к крайнему положению его скорость уменьшается и становится меньше скорости относительного движения блока оружия, развиваемой исполнительным приводом. Оружие начинает перемещаться назад к исходному положению φ_3 , и рассогласование Θ_0 уменьшается. Соответственно, уменьшается и скорость движения оружия к согласованному положению.

С началом движения корпуса в обратном направлении блок оружия отклоняется в другую сторону. При этом изменяется знак (фаза) сигнала, вырабатываемого вращающимся трансформатором датчика угловой скорости, и знак развиваемого исполнительным приводом вращающего момента. Оружие начинает двигаться относительно корпуса опять в противоположном направлении, поэтому его отклонение Θ_0 относительно заданного положения и в этом случае будет значительно меньше величины угла поворота корпуса φ_k .

При движении боевой машины угловые скорости поворота корпуса непрерывно изменяются как по величине, так и по знаку. В связи с этим изменяется и величина отклонения орудия Θ_0 от своего заданного положения.

Чем «чувствительнее» стабилизатор, то есть чем больше величина развиваемого исполнительным приводом вращающего (стабилизирующего) момента при отклонении орудия на единицу угла, тем выше точность стабилизации.

1.2.5 Принцип наведения вооружения на цель

Рассмотрим принцип наведения вооружения на цель на примере СВ БМД-2.

Для обеспечения наводки по высоте наводчик-оператор, воздействуя на пульт управления (рисунок 1.4), вызывает угловое перемещение движка потенциометрического датчика, в результате чего в датчике создается электрический сигнал, пропорциональный углу поворота рукояток пульта управления, по которому датчик момента ВН перемещает зеркало со скоростью, соответствующей величине сигнала. Возникающий при этом угол рассогласования между рамой зеркала и зеркалом преобразуется датчиком сигнала ВН (вращающимся трансформатором), закрепленным на раме, в пропорциональный электрический сигнал, подаваемый в блок управления стабилизатором вооружения. По этому сигналу исполнительный привод обеспечивает поворот блока оружия с определённой скоростью, равной скорости прецессии ротора гироскопа прицела.



1 – омический датчик угловых перемещений (потенциометр) ВН;
2 – омический датчик угловых перемещений (потенциометр) ГН

Рисунок 1.4 – Пульт управления

Чем больше угол поворота пульта, тем больше величина тока в обмотках электромагнитов наведения гироскопического датчика, скорость прецессии ротора, угол поворота зеркала в плоскости ВН, угол рассогласования между ротором и статором вращающегося трансформатора ВН, величина вырабатываемого им электрического сигнала и в конечном счете скорость поворота блока оружия.

При возвращении пульта в исходное положение цепь обмоток электромагнитов наведения прерывается, прецессия наружной рамки гироскопа прекращается. Поворот блока оружия также прекращается, начинается его стабилизация в новом заданном положении.

1.3 Контролируемые и регулируемые параметры систем, их влияние на показатели качества

1.3.1 Показатели качества стабилизатора вооружения

Техническое совершенство систем стабилизации оружия оценивается показателями, характеризующими качество ее функционирования, как в режиме стабилизации, так и в режиме наведения. Наиболее важными из них являются:

- устойчивость;
- точность стабилизации оружия (жесткость G);
- качество стабилизации;

- скорость наведения и характер распределения по углу поворота пульта управления;
- время готовности стабилизатора;
- время непрерывной работы стабилизатора, в течение которого технические характеристики соответствуют требуемым;
- надежность функционирования;
- характер и время переходных процессов при отработке больших углов рассогласования (демпфирование D).

Устойчивость обеспечивает основное назначение СВ как системы автоматического управления, которое заключается в поддержании заданного постоянного значения регулируемого параметра или изменение его по определенному закону.

При отклонении регулируемого параметра от заданной величины (например, под действием возмущения или изменения задания) регулятор воздействует на систему таким образом, чтобы ликвидировать это отклонение. Если система в результате этого воздействия возвращается в исходное состояние или переходит в другое равновесное состояние, то такая система называется устойчивой. Если же возникают колебания с возрастающей амплитудой или происходит монотонное увеличение ошибки e , то система называется *неустойчивой*.

Необходимое и достаточное условие устойчивости формулируется следующим образом: звено или система называются устойчивыми, если переходная составляющая с течением времени стремится к нулю.

Точность стабилизации является основным показателем, характеризующим работу системы СТВ в режиме стабилизации. Внешние возмущения, обусловленные непрерывными случайными колебаниями корпуса движущейся боевой машины, вызывают отклонения стабилизированного вооружения от заданного наводкой направления.

Для количественной оценки точности стабилизации определяются средние значения абсолютных угловых отклонений стабилизированного вооружения – средние значения ошибок стабилизации. В качестве меры точности систем стабилизации вооружения используются:

- средняя квадратическая ошибка σ ;
- средняя амплитудная δ_a .

Ошибка стабилизации определяется экспериментально с помощью специальной аппаратуры и измеряется в тысячных дальности. Чем выше точность стабилизации, то есть чем меньше отклонения оружия от заданного наводкой направления, тем выше качество стабилизатора и наоборот.

Современные системы СТВ позволяют получить достаточно высокие значения точности стабилизации оружия ($\alpha = 0,6-0,8$ тыс.), что обуславливает высокую эффективность стрельбы из боевой машины с ходу.

Скорость наведения стабилизируемого объекта при наводке или слежении за целью характеризует качество системы СТВ в режиме наведения.

Для осуществления точной наводки оружия на цель исполнительные приводы стабилизатора должны обеспечивать вращение объекта регулирования с угловыми скоростями, плавно изменяющимися от значений 0,05–0,07 град/с до 5–6 град/с.

Зависимость от угла поворота пульта управления в этом диапазоне скоростей наведения должна быть линейной (или близка к ней) с градиентом изменения угловой скорости не более 0,002 рад/с/град. Это необходимо для обеспечения возможности непрерывного и точного слежения за подвижными целями.

Для быстрого перемещения оружия при переносе огня по фронту с одной цели на другую необходимо, чтобы исполнительные приводы обеспечивали их вращение с угловыми скоростями $Q_{\max} > 30\text{--}35$ град/с.

Время готовности стабилизатора – интервал времени от момента включения стабилизатора до начала его работоспособного действия – определяется длительностью процесса разгона гиromоторов. Для современной боевой машины время готовности – не более 2 минут (входит и время включения – не более 20 с).

Время непрерывной работы стабилизатора определяется техническими условиями на основании времени выполнения боевых задач подразделением.

1.3.2 Контролируемые и регулируемые параметры стабилизатора вооружения

Параметр – физическая величина, имеющая объективную меру и характеризующая основное свойство машины, устройства или явления, процесса.

Качество стабилизации определяется следующими параметрами:

- жесткостью;
- числом перебегов (демпфирование).

Жесткость стабилизатора G (кгс·м/тыс.) представляет собой удельный стабилизирующий момент, развиваемый исполнительным приводом (рисунок 1.5 и уравнение 1.2):

$$G = M_{\text{ст}}/\alpha = (FL)/\alpha. \quad (1.2)$$

Жесткость зависит от величины передаточного коэффициента сигнала датчика угловой скорости $k_{\text{вт}}$ и коэффициентов усиления компонентов регулятора $k_{\text{упу}}$ и $k_{\text{ип}}$ (усилительно-преобразующего устройства и исполнительного привода).

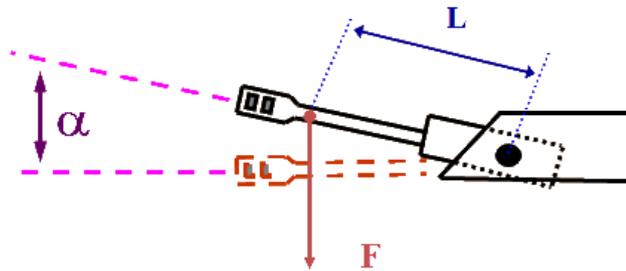


Рисунок 1.5 – Схема определения жесткости СВ в ВН

Число перебегов (демпфирование) D определяется оптимальностью переходных процессов в компонентах СВ, влияет на точность и быстродействие системы.

Для регулировки величины жесткости стабилизатора G и демпфирования D в цепи преобразования и усиления управляющего сигнала предусматриваются регулировочные приспособления. Они выполнены в виде регулировочных потенциометров, включённых между датчиком угла и входом электронно-преобразующего устройства, используются при регулировках качества стабилизации изменением коэффициентов усиления.

В замкнутой системе регулирования чрезмерно увеличивать коэффициент усиления нельзя. При некотором его значении в системе возникают незатухающие колебания, в результате которых отклонения регулируемой величины резко увеличиваются и система становится неработоспособной.

Одной из причин колебаний стабилизируемого орудия является его инерционность, а также инерционность исполнительного привода и других элементов замкнутого контура регулирования, обуславливающая запаздывание во времени стабилизирующего момента $M_{ст}$ по отношению к отклонению орудия Θ_0 от заданного положения.

Возникает противоречие: для повышения точности стабилизации необходимо повышать жесткость стабилизатора G_0 , но при этом система становится неустойчивой. Уменьшив жесткость до минимума, обеспечивающего устойчивую работу системы, не получим требуемой точности. Противоречие разрешается путём изменения части управляющего сигнала по специальному алгоритму.

Правильность регулировки соотношения сигналов оценивается по показателям степени демпфирования и величины жесткости, которые определяются практически (рисунок 1.6).

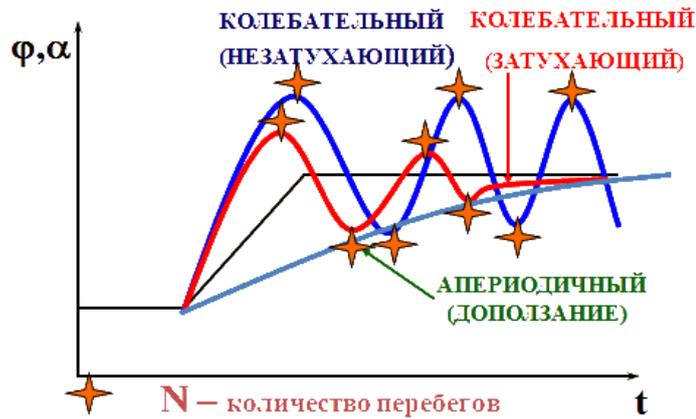


Рисунок 1.6 – Диаграммы колебаний вооружения при различных регулировках

Степень демпфирования определяется количеством перебегов и величиной максимального перебега (или доползания), которые совершает объект стабилизации, двигавшийся с определённой скоростью, заданной пультом управления, после мгновенного возвращения пульта в исходное положение. Жесткость определяется величиной смещения объекта стабилизации при воздействии на него возмущающего момента $M_{\text{возм}}$ стандартной величины.

1.4 Исполнительные приводы стабилизатора вооружения. Назначение, типы и режимы работы

1.4.1 Общие сведения о приводах наведения

Одним из элементов конструкции системы управления огнем вооружения боевой машины являются **приводы наведения**, которые обеспечивают перемещение основного вооружения в горизонтальной и вертикальной плоскостях при наведении на цель и при стабилизации заданного положения в движении. В состав привода наведения входят механизмы наведения и стабилизатор вооружения.

Механизм вертикального наведения принято называть *подъемным механизмом*, а механизм горизонтального наведения – *механизмом поворота*.

Механизм наведения современной боевой машины представляет собой конструкцию комбинированного типа, приводимый в действие либо вручную, либо от электропривода. В настоящее время механизмы наведения только с ручным приводом применяются в системах управления огнем боевых отделений с основным пулеметным вооружением (МТЛБУ, БТР-80 и т. п.).

Недостатком ручного привода является низкая максимальная скорость наведения, которая не обеспечивает требуемых скоростей при переносе огня.

Достоинства электропривода:

- возможность производить наведение с большой скоростью, что необходимо для сопровождения огнем быстроходных целей и переноса огня с одной цели на другую;
- возможность организации стабилизации оружия и линии прицеливания;
- возможность организовать автоматическое целеуказание от командира наводчику-оператору.

Однако электрические приводы имеют ряд *недостатков*, основными из которых являются:

- большая инерционность, что отрицательно сказывается на величине времени разгона и торможения, то есть на быстродействии привода в процессе наводки;
- увеличение габаритов и веса электрических машин и приборов с увеличением мощности привода;
- сложность защиты от перегрузок;
- необходимость применения редукторов с большими передаточными числами, что снижает общий КПД системы.

Исполнительным устройством силового электрического привода служит электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением, питающийся от бортовой сети машины через специальное устройство управления (стабилизатор вооружения), которое регулирует направление и частоту вращения якоря электродвигателя в соответствии с управляющими сигналами.

Применение электродвигателей независимого возбуждения обосновано тем, что обмотка возбуждения и обмотка якоря таких электродвигателей питаются от разных (по отношению к приборам управления) источников тока или же для возбуждения используются постоянные магниты, что значительно снижает время на переключения как при реверсе, так и при изменении частоты вращения.

Для улучшения характеристик привода, повышения его быстродействия, устойчивости в работе в этих схемах применяется целый ряд дополнительных электрических цепей и устройств, в результате чего силовые электрические приводы наведения, применяемые в системах управления огнем современных боевых машин, имеют достаточно большой диапазон плавного изменения скоростей наведения.

1.4.2 Характеристики приводов наведения

Как и любое техническое устройство, механизмы наведения должны отвечать определенным техническим, тактическим и эргономическим требованиям, среди которых можно определить основные.

Скорости наводки минимальные и максимальные. Величина минимальной скорости наводки обеспечивает точность прицеливания. При этом электропривод должен обеспечивать устойчивую скорость вертикальной и горизонтальной наводки не более 0,05–0,07 град/с. Именно такая скорость позволяет осуществлять точную наводку при слежении за медленно движущимися целями на больших дальностях и исправление наводки в случае стрельбы с места по неподвижной цели.

Величина максимальной скорости наводки выбирается исходя из обеспечения стрельбы по движущимся наземным целям на расстоянии действительного огня основного оружия. Опытным установлено, что осуществлять визирование по цели без больших ошибок можно только в случае, если относительная угловая скорость перемещения цели в поле зрения прицела не более 8–9 град/с. Следовательно, и величина максимальной скорости горизонтальной наводки должна находиться в этих пределах.

Расположение маховиков. Расположение маховиков механизмов наведения и рукояток управления силовыми приводами должно соответствовать наиболее естественному положению рук при работе. Направление поворота маховиков и рукояток управления должно совпадать с направлением поворота орудия и башни. Рукоятки управления силовыми приводами вертикальной и горизонтальной наводки следует размещать на едином пульте управления, обеспечивающем скоростями.

Усилия на рукоятках. Усилия на рукоятках маховиков подъемного и поворотного механизмов не должны влиять на продолжительность работы механизмами. Величины этих усилий определяются весом и моментом инерции орудия и башни, конструкцией механизмов наведения, цапфенных узлов орудия и шариковой опоры башни. Опытным установлено, что допустимые усилия на маховиках находятся в пределах 4–6 кг при установившейся равномерной наводке в обеих плоскостях, если боевая машина стоит на горизонтальной площадке. При кренах усилия возрастают, однако величины их не должны превосходить 8–10 кг.

Мощность. Мощность, потребляемая силовыми приводами, должна быть по возможности наименьшей. Её величина зависит от типа принципиальной схемы силового привода и величины скоростей наведения. Максимальная мощность силового привода определяется величиной скорости переноса огня.

Несбиваемость наводки после выстрела. Для того чтобы наводчик имел возможность наблюдать за результатами стрельбы и тратить минимальное время на исправление наводки, в механизмах наведения должно быть обеспечено фиксирование положения наведенного орудия и необратимость, исключая передача усилий от орудия и башни за рукоятки маховиков и приводы. Движение должно передаваться только в направлении от механизма к орудию (башне).

Наличие предохранительных устройств. Предохранительные устройства ограничивают величину усилий, действующих на детали механизмов наведения в результате инерционных нагрузок или при задевании стволом орудия (пушки) посторонних предметов.

1.4.3 Устройство и работа механизмов наведения

В составе боевого отделения для наведения оружия на цель имеются два механизма наведения: подъемный механизм и механизм поворота.

Подъемный механизм обеспечивает перемещение блока оружия в вертикальной плоскости. **Секторные механизмы** являются основным типом подъемных механизмов, применяемых на современных боевых машинах.

Секторный подъемный механизм представляет собой редуктор, корпус которого устанавливается на кронштейне башни, и зубчатый сектор, установленный на маску блока оружия. Выходная шестерня редуктора находится в постоянной связи с зубчатым сектором. При перемещении зубчатого сектора, происходит поворот качающейся части блока оружия. Редуктор приводится в действие от электродвигателя или от ручного привода.

Необратимость передачи при включенном ручном приводе достигается введением червячной пары, которая является самотормозящейся при углах наклона витков червяка до 4° . Электродвигатель привода находится в постоянном соединении с редуктором. При включении электропривода, ручной автоматически отключается от редуктора зубчатой муфтой с электроприводом.

Преимуществом секторных подъемных механизмов является компактность при большой величине передаточного числа.

Механизм поворота обеспечивает поворот башни вместе с блоком оружия в горизонтальной плоскости. Корпус механизма крепится к самой башне, а выходная шестерня механизма находится в зацеплении с зубчатым венцом погона. Зазор в зацеплении устанавливается регулируемым люфтовыбирающим устройством. При вращении выходная шестерня она обкатывается по неподвижному венцу погона, производя поворот башни.

В механизме поворота, как и в подъемном механизме, имеется ручной привод и электрический.

1.5 Контролируемые и регулируемые параметры приводов наведения

1.5.1 Снижение ударных нагрузок

Для предохранения подъемного и поворотного механизмов от разрушения применяются сдающие звенья, представляющие собой конусные, много-

дисковые или кулачковые фрикционы, которые работают следующим образом: если на выходную шестерню со стороны блока оружия (башни) действует момент, превышающий момент передаваемый фрикционом, то последний пробуксовывает, ограничивая этим нагрузку на детали механизма.

Величина момента, передаваемого сдающим звеном, зависит от величины поджатия специальных пружин и имеет возможность регулирования. Регулировка сдающего звена производится исходя из того, что при стрельбе с ходу в нормальных условиях пробуксовки фрикциона не должно быть. Поэтому отправной величиной является усилие на секторе подъемного механизма

$$U_{\max} = U_1 + U_2, \quad (1.3)$$

где U_{\max} , U_1 , U_2 – наибольшие нагрузки на подъемный механизм при выстреле с ходу, с места и при нормальных условиях движения.

Момент, передаваемый фрикционом, должен быть соответственно равен

$$M_{сз} \geq 1,15U_{\max} \cdot r_{цш},$$

где 1,15 – коэффициент запаса;

$r_{цш}$ – радиус начальной окружности цилиндрической шестерни.

1.5.2 Влияние люфтов в механизмах наведения на действенность огня из основного вооружения боевой машины

Колебания орудий относительно башни и башни относительно корпуса боевой машины ввиду наличия люфтов и упругих деформаций в механизмах наведения существенно уменьшают действительность огня. Это уменьшение тем больше, чем больше величины люфтов.

Влияние люфтов проявляется в том, что колебания орудия и башни, возникающие при зарядании, продолжаются несколько секунд, затрудняя уточнение наводки после зарядания. Люфты увеличивают мертвые хода маховиков и, соответственно, время на наводку. В результате значительно снижается скорострельность. Например, при увеличении люфтов пушки от башни от нормальных до наибольших допустимых значений скорострельность при стрельбе из вооружения боевой машины уменьшается в 1,5 раза.

При стрельбе с ходу влияние люфтов на действительность стрельбы возрастает. Это связано с тем, что колебания орудия и башни, вызванные люфтами и упругими деформациями механизмов, имеют частоту большую, чем частота колебаний корпуса боевой машины. В результате затрудняется наблюдение за полем боя через прицел и возрастают ошибки наводки. Кроме того, колебания орудия и башни складываются с колебаниями корпуса БМ, и поэтому суммарные абсолютные колебания орудия в вертикальной и горизонтальной плоскости больше, чем соответствующие колебания корпуса БМ.

Отрицательное влияние люфтов возрастает с увеличением их величин. Люфты в механизмах могут быть уменьшены путем повышения точности изготовления механизмов и их сборки. Однако основная составляющая общего люфта блока оружия и башни – зазор в зацеплении сектора люльки и венца погона башни с выходными шестернями, соответственно, подъемного и поворотного механизмов, устраняется применением специальных люфтоввыбирающих устройств.

Приводы наведения обеспечивают перемещение блока оружия и башни в любом направлении по предназначению – горизонтально или вертикально с разными скоростями. Основным приводом механизма наведения является электродвигатель, в аварийных режимах или при выполнении отдельных работ по проверке и обслуживанию боевого отделения применяется ручной привод.

1.5.3 Влияние момента неуравновешенности

Момент неуравновешенности башни M_H имеет малое влияние на работу электропривода, поскольку на горизонтальной поверхности башня уравновешена, момент неуравновешенности возникает только при значительных кренах машины. Поэтому для канала ГН момент неуравновешенности не контролируется.

Момент неуравновешенности блока оружия имеет неуравновешенность на конец ствола автоматической пушки сразу же после включения СВ, в результате которого электродвигатель канала ВН находится в работе постоянно, удерживая блок оружия на заданном угле возвышения. Поскольку в процессе эксплуатации неуравновешенность изменяется, M_H подлежит периодическому контролю (при номерных технических обслуживаниях). При несоответствии M_H параметрам нарушения устраняются, как правило, при среднем ремонте навешиванием дополнительных пластин на крышку.

1.5.4 Влияние момента сопротивления M_C и момента трения M_T на поворот

Момент сопротивления повороту возникает в результате взаимодействия сил трения в редукторе наведения, между выходной шестерней редуктора и зубчатым венцом погона башни (для канала ГН) или зубьями сектора (для канала ВН), из-за воздействия сил трения в уплотнительных устройствах погона и амбразуры башни, а также из-за трения в подшипниках качения.

Значительное влияние на величину M_C оказывает изменение люфтов в сопряжениях в механизмах наведения, а также повреждения отдельных механических частей боевого отделения.

Контрольные вопросы

- 1 Сформулируйте назначение стабилизатора вооружения.
- 2 Назовите три признака классификации стабилизатора вооружения.
- 3 Сформулируйте принцип наведения вооружения на цель.
- 4 Чем определяется время готовности стабилизатора вооружения к работе?
- 5 Дайте определение жёсткости стабилизатора вооружения.
- 6 Назовите достоинства электропривода.
- 7 Чем устанавливается (регулируется) зазор в зацеплении механизма поворота?
- 8 Каким образом механизмы приводов защищены от ударных нагрузок?
- 9 В чём заключается неуравновешенность блока оружия?
- 10 Что влияет на момент сопротивления M_C и момент трения M_T ?

2 ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СТАБИЛИЗАТОРА ВООРУЖЕНИЯ 2Э36-3

2.1 Общая характеристика стабилизатора вооружения 2Э36-3

В боевом отделении БМД-2 устанавливается стабилизатор вооружения 2Э36-3, представленный на рисунке 2.1.



а

б

а – стабилизатор вооружения 2Э36-3, установленный в боевом отделении БМД-2;
б – вид снизу на стабилизатор вооружения 2Э36-3

Рисунок 2.1 – Стабилизатор вооружения 2Э36-3

Он предназначен для наведения и стабилизации автоматической пушки калибра 30 мм и спаренного с ней пулемета калибра 7,62 мм (спаренной установки – СУ) в вертикальной плоскости и башни в горизонтальной плоскости при ведении стрельбы с места и с ходу по наземным и воздушным целям. СВ также обеспечивает полуавтоматическое наведение вооружения в горизонтальной и вертикальной плоскостях при стрельбе с места по воздушным целям с большей скоростью, но с меньшей точностью стабилизации, чем в автоматическом режиме.

Техническая характеристика стабилизатора вооружения 2Э36-3 представлена в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2.1 – Техническая характеристика стабилизатора вооружения 2Э36-3

Наименование характеристики	Значение
Время включения, с	≤ 20
Время готовности, мин	≤ 2
Время непрерывной работы стабилизатора, ч	≤ 6
Потребляемая мощность средняя, кВт	≤ 1
Потребляемая мощность максимальная, кВт	≤ 6
Масса стабилизатора в комплекте, кг	≤ 120
Напряжение, обеспечивающее технические характеристики стабилизатора, В	27±1
Напряжение, обеспечивающее функционирование стабилизатора, В	22,5–29,5

Рабочие характеристики приводов горизонтального (ГН) и вертикального (ВН) наведения в режиме «Автомат» представлены в таблице 2.2.

Т а б л и ц а 2.2. – Рабочие характеристики приводов ГН и ВН в режиме «Автомат»

Наименование характеристики	ВН	ГН
Диапазон углов наведения для БМД-2, град	от –5 до +30	330
Скорости наведения, град/с:		
- минимальная, не более	0,07	0,07
- максимальная, не менее	6,0	6,0
- перебросочная, не менее	нет	30
Демпфирование при торможении (число перебегов)	1–2	1–3
Скорость увода спаренной установки, т. д./мин	0–25	0–25
Жесткость стабилизатора, кгс·м/т. д., не менее	17	40
Срединная ошибка стабилизации $E_{ст}$, т. д.	0–01	0–01

Рабочие характеристики приводов горизонтального (ГН) и вертикального (ВН) наведения в режиме «Полуавтомат» представлены в таблице 2.3.

Т а б л и ц а 2.3. – Рабочие характеристики приводов ГН и ВН в режиме «Полуавтомат»

Наименование характеристики	ВН	ГН
Диапазон углов наведения, град	от –5 до +56	330
Скорости наведения, град/с:		
- минимальная, не более	0,1	0,1
- максимальная, не менее	35	30
Демпфирование при торможении	1–2	0–4
Скорость увода спаренной установки (т. д./мин)	0–70	0–70

2.2 Состав стабилизатора вооружения

Стабилизатор состоит из основных приборов и механизмов, входящих в состав комплекта 2Э36-3 (рисунок 2.2), и вспомогательных (для СВ) устройств, которые не входят в состав СВ, но обеспечивают взаимодействие стабилизатора вооружения и других частей машины.



Рисунок 2.2 – Приборы, входящие в состав стабилизатора вооружения 2Э36-3

2.3 Основные элементы стабилизатора вооружения

Пульс управления (ПУ-О) предназначен для управления стабилизатором вооружения с места оператора и обеспечивает следующие функции:

- включение СВ;
- задание режимов работы (АВТ/ПАВ);
- создание управляющего сигнала ПУ по вертикальному и горизонтальному наведению вооружения;
- создание сигнала «Переброс» (ГН);
- подстройка уводов (ГН, ВН);
- сигнализация о работе каналов и режимов (ГН, ВН, ПТР, АВТ, ПАВ).

Пульт установлен на кронштейне перед наводчиком-оператором.

Гиротахометр (ГТ) является датчиком электрического сигнала, пропорционального угловой скорости объекта, на котором он установлен. Конструктивно ГТ представляет собой гироскопический датчик скорости, чувствительным элементом которого является гироскоп, а электрический сигнал создается индукционным датчиком, основной частью которого является вращающийся трансформатор.

В комплекте СВ 2Э36-3 (рисунок 2.2) имеются три гиротахометра: ГТ-ГН, ГТ-ВН, ГТ-К.

ГТ-ГН вырабатывает сигнал пропорциональный по величине скорости и соответствующий по фазе направлению отклонения башни в горизонтальной плоскости. ГТ-ГН установлен совместно с ГТ-ВН.

ГТ-ВН вырабатывает сигнал пропорциональный по величине скорости и соответствующий по фазе направлению отклонения пушки в вертикальной плоскости. ГТ-ВН установлен на кронштейне, закрепленном на люльке пушки снизу.

ГТ-К вырабатывает сигнал, пропорциональный скорости колебания башни в вертикальной плоскости. Сигнал ГТ-К уменьшает ошибку стабилизации. Гиротахометр ГТ-К установлен на кронштейне в нише башни, справа сзади наводчика-оператора.

Тахометр вырабатывает сигнал обратной связи, пропорциональный скорости поворота пушки относительно башни, установлен на лафете пушки у левой цапфы. Основная часть тахометра – тахогенератор, который состоит из генератора постоянного тока с постоянным магнитом.

Блок управления БУ-179 предназначен для выполнения следующих функций:

- преобразование сигналов, поступающих от датчиков;
- коммутация (включение – выключение) электрических цепей СВ для изменения режимов его работы;
- подстройка (настройка) СВ;
- создание задержки времени для выхода гиromоторов гиротахометров на рабочую частоту вращения (порядка 20 000 мин⁻¹).

БУ-179 состоит из электронных блоков, помещенных в корпус, на котором выведены органы регулировки параметров СВ по ВН и ГН. Блок управления БУ-179 размещается справа сзади от наводчика-оператора, крепится к каркасу пола.

Усилители (У-ВН, У-ГН) преобразуют сигнал, поступающий от блока БУ-179, в команду и подключают согласно этой команде соответствующий исполнительный электродвигатель СВ к бортовой сети. В составе СВ имеются два однотипных, взаимозаменяемых усилителя. В каждом усилителе имеется

контактор включения и предохранитель на 50 А. Оба усилителя находятся под сидением наводчика-оператора и крепятся к полу башни. Преобразование сигнала в команду производится широтно-импульсным модулятором. В качестве исполнительных элементов команды используются четыре импульсных усилителя, которые производят подключение исполнительного электродвигателя к бортовой сети и обеспечивают реверсивное управление и изменение частоты вращения.

Фильтр питания предназначен для уменьшения электрических помех в бортовой сети при работе стабилизатора. Представляет собой индуктивно-емкостный фильтр, состоящий из дросселей и конденсаторов. Размещен слева перед усилителями У-ВН и У-ГН на полу башни.

Преобразователь тока ПТ-200Ц-V предназначен для преобразования постоянного напряжения бортовой сети в переменное трехфазное напряжение, необходимое для питания ГТ-ВН, ГТ-ГН, ГТ-К, а также стабилизаторов напряжения У-ВН, У-ГН, БУ-179. ПТ-200Ц-V состоит из размещенных на одном валу и в едином корпусе электродвигателя постоянного тока и 3-фазного генератора. Размещен на полке башни справа от наводчика-оператора.

Электродвигатель ЭДМ-14 является исполнительным двигателем привода ВН и установлен на подъемном механизме.

Электродвигатель ЭДМ-20 является исполнительным двигателем привода ГН, размещен на механизме поворота башни.

ЭДМ-14 и ЭДМ-20 – электродвигатели постоянного тока с независимым возбуждением от постоянных магнитов.

2.4 Вспомогательные устройства, обеспечивающие взаимодействие стабилизатора вооружения и других частей машины

Вспомогательные устройства, обеспечивающие взаимодействие СВ и других частей машины, включают:

- блок управления и коммутации БУ-25-2С;
- коробку защиты КР-25;
- электромагнитную муфту ЭМ-46 привода вертикального наведения;
- электромагнитную муфту ЭМ-46 привода горизонтального наведения;
- концевые выключатели.

Блок управления и коммутации БУ-25-2С обеспечивает блокировку включения СВ при открытых люках корпуса машины, при включении выключателя ПТР на лицевой панели БУ-25-2С, а также подключение электромагнитных муфт ЭМ-46. Основное назначение БУ-25-2С – управление электрооборудованием боевого отделения. Размещен на полу башни перед наводчиком-оператором.

Коробка защиты КР-25 предназначена для защиты электрических цепей СВ (усилителей У-ГН, У-ВН и преобразователя тока) от перегрузок. Кроме СВ, КР-25 обеспечивает защиту и других электрических цепей боевого отделения. Коробка защиты крепится к блоку управления БУ-25-2С справа.

Электромагнитные муфты ЭМ-46 механизма поворота башни и подъемного механизма пушки (рисунок 2.3) предназначены для переключения ручных ветвей управления на моторные, а также для включения усилителей У-ВН, У-ГН в работу.



Рисунок 2.3 – Электромагнитная муфта ЭМ-46

Муфты размещены на редукторах соответствующих механизмов наведения.

Концевые выключатели предназначены для обеспечения безопасной работы экипажа (десанта) и безотказной работы элементов СВ. Исходя из места установки, они имеют некоторые отличия по конструкции и функциональному назначению.

Концевые выключатели применяются для контроля положения:

- люков командира, механика-водителя, пулеметчика и десантного – «открыт – закрыт»;
- стопора башни;
- стопора орудия;
- пушки при обводе антенны боевой машины (для БМД-2 $\pm 30^\circ$ до антенны);
- угла возвышения пушки (для БМД-2 $< 30^\circ$);
- ограничения возвышения пушки (для БМД-2 $< 56^\circ$);
- ограничения снижения пушки (для БМД-2 $<$ минус 5°).

Концевые выключатели условно объединяются в 4 группы.

1 Концевые выключатели, блокирующие включение обоих каналов СВ при открытых люках корпуса машины, размещаются у соответствующих люков корпуса машины (командира, механика, пулеметчика, десанта).

2 Концевые выключатели, блокирующие включение одного канала СВ:

- для стопора пушки (крепится к крыше башни справа);
- стопора башни (установлен в корпусе стопора башни);

- защиты канала ГН СВ при проходе ствола пушки зоны антенны («обвод антенны»), автоматически включающий ручной режим в секторе антенны ($\pm 15^\circ$) (размещен на погоне башни за спиной командира машины).

3 Концевые выключатели, снижающие мощность электродвигателя ЭДМ-14 до минимально необходимой для удержания пушки при достижении упоров:

- для ограничения угла возвышения пушки (находится слева от вращающейся маски, соприкасается с её зубчатым сектором);

- ограничения угла снижения пушки (крепится к крыше башни слева от кожуха пушки).

4. Концевой выключатель автоматического переключения режима АВТ в ПАВ для канала ВН при прохождении пушкой угла возвышения выше 30° .

Коммутационный блок по команде «А» («атом») отключает оба канала СВ. То же самое происходит и при включении тумблера ПТР на БУ-25-2С.

ВНИМАНИЕ! Комплект основных и вспомогательных частей СВ 2Э36-3 обеспечивает надежную и безопасную работу системы управления оружием БМД-2 только при условии того, что экипаж имеет достаточные навыки в его применении и обслуживании.

Контрольные вопросы

1 Раскройте техническую характеристику стабилизатора вооружения 2Э36-3.

2 Раскройте рабочую характеристику привода ВН в режиме АВТ.

3 Раскройте рабочую характеристику привода ГН в режиме АВТ.

4 Раскройте рабочую характеристику привода ВН в режиме ПАВ.

5 Раскройте рабочую характеристику привода ГН в режиме ПАВ.

6 Перечислите состав стабилизатора вооружения 2Э36-3.

7 Для чего предназначен пульт управления ПУ-О?

8 Дайте определение гиротахометра.

9 Раскройте назначение блока управления БУ-179.

10 Раскройте назначение преобразователя тока ПТ-200Ц.

11 Перечислите вспомогательные устройства стабилизатора вооружения 2Э36-3.

12 Раскройте назначение каждого элемента из состава вспомогательных устройств стабилизатора вооружения 2Э36-3.

3 ДАТЧИКИ СТАБИЛИЗАТОРА ВООРУЖЕНИЯ 2Э36-3

3.1 Общие сведения о датчиках

В автоматических системах управления объектов бронетанковой техники применяются различные измерительные системы, представляющие собой совокупность датчиков, измерительных и регулирующих приборов, устройств их сопряжения и управления.

Электрическим датчиком называется устройство, осуществляющее измерение и преобразование неэлектрической физической величины в пропорциональный электрический сигнал (напряжение или ток). Основными компонентами датчика являются элемент, чувствительный к измеряемой физической величине, и элемент, создающий пропорциональный электрический сигнал.

В автоматических устройствах боевых машин, в зависимости от природы измеряемой величины, различают датчики:

- линейных и угловых перемещений;
- линейных и угловых скоростей;
- линейных и угловых ускорений;
- давления;
- температуры;
- радиоактивного излучения и т. д.

Несмотря на многообразие различных принципов работы, конструктивных и схемных решений датчиков, их свойства определяются общими характеристиками.

1 Статическая характеристика (рисунок 3.1) – зависимость установившегося значения выходной электрической величины от установившегося значения измеряемой неэлектрической:

$$U_{\text{вых}} = f(x_{\text{вх}}) \text{ или } I_{\text{вых}} = f(x_{\text{вх}}),$$

где $U_{\text{вых}}$ ($I_{\text{вых}}$) – выходные величины напряжения (тока);

$x_{\text{вх}}$ – входная неэлектрическая величина.

По статической характеристике определяют:

- зону линейного изменения величин (участок АВ);
- передаточный коэффициент K , определяющий крутизну линейного участка характеристики:

$$K = \Delta U_{\text{вых}} / \Delta X_{\text{вх}}, K = \Delta I_{\text{вых}} / \Delta X_{\text{вх}},$$

где $\Delta U_{\text{вых}}$, $\Delta I_{\text{вых}}$, $\Delta X_{\text{вх}}$ – приращения величин;

- порог чувствительности датчика ($X_{\text{вх}0}$) – минимальное значение измеряемой величины, при котором появляется электрическая выходная величина.

2 Входная мощность $P_{\text{вх}}$, Вт – мощность, необходимая для перемещения измерительного органа датчика.

3 Выходная мощность $P_{\text{вых}}$, Вт – мощность электрического сигнала на выходе датчика.

4 Быстродействие, надежность, габариты и масса.

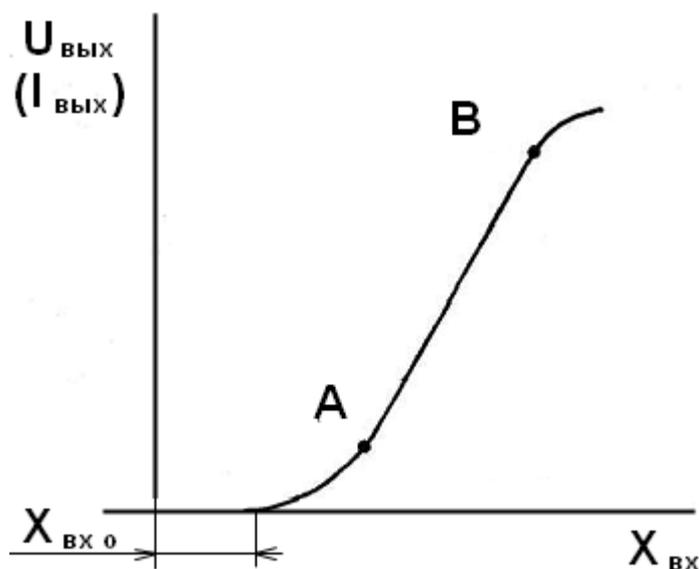


Рисунок 3.1 – Статическая характеристика датчика

Лучшими являются датчики, обладающие широкой зоной линейности, большим передаточным коэффициентом (высокой чувствительностью), малой входной и большой выходной мощностями, незначительным порогом чувствительности.

3.2 Датчики стабилизатора вооружения

3.2.1 Общие сведения о датчиках стабилизатора вооружения

В конструкции стабилизатора вооружения БМД установлены *омические* и *индукционные* (вращающиеся трансформаторы) датчики угловых перемещений.

В пульте управления СВ используются омические датчики, а в гиротахометрах и приборах целеуказания (БМП-2) – индукционные датчики. В свою очередь в качестве датчиков угловых скоростей применяются тахогенераторы (машины постоянного тока) и гиротахометры (гироскопические датчики).

3.2.2 Гиротахометр

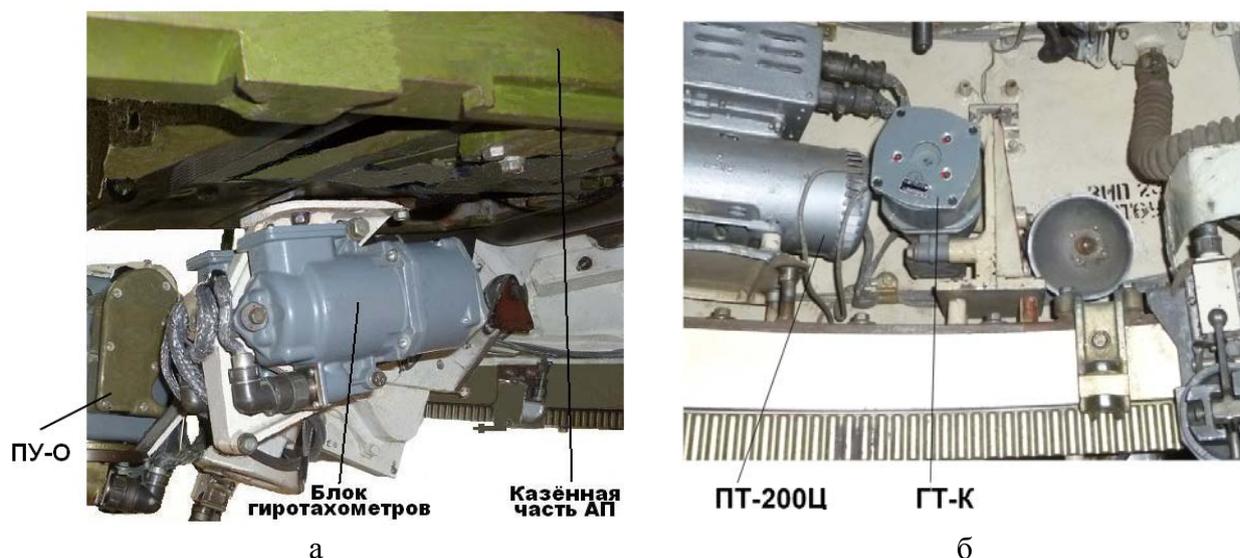
Гиротахометр (ГТ) (рисунок 3.2) является гироскопическим датчиком угловой скорости. Гиротахометр предназначен для измерения и преобразования

угловой скорости объекта, на котором он установлен, в пропорциональный электрический сигнал переменного напряжения по амплитуде и фазе. Амплитуда пропорциональна значению угловой скорости, а фаза определяется по направлению вращения объекта.



Рисунок 3.2 – Гиротахометр

На БМД-2 устанавливаются следующие гиротахометры: ГТ-ВН, ГТ-ГН, ГТ-К (рисунок 3.3).



а – размещение ГТ-ВН, и ГТ-ГН; б – размещение ГТ-К

Рисунок 3.3 – Размещение гиротахометров в боевом отделении БМД

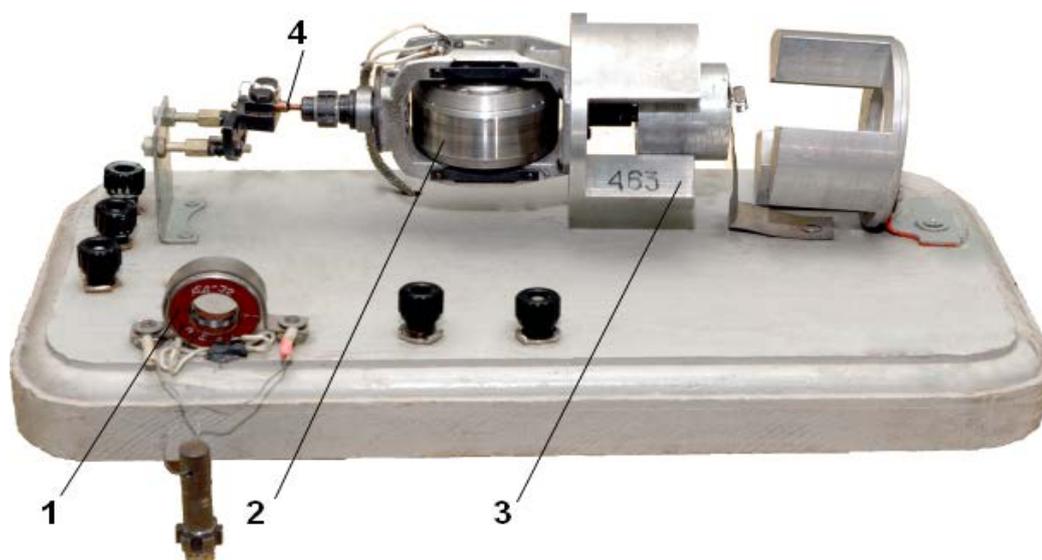
Характеристики гиротахометра:

- напряжение питания гиromотора гироскопа – трехфазное, 36 В, 400 Гц;
- ток в каждой фазе гиromотора – не более 0,4 А;
- напряжение на обмотке возбуждения ВТ – 36 В, 400 Гц;

- предел измерения угловых скоростей – $\pm 50\%$;
- крутизна статической характеристики датчика – $150 \text{ мВ}\cdot\text{с}/\text{град}$;
- порог чувствительности – не более $0,015 \%$.

Гиротахометр состоит (рисунок 3.4):

- из двухстепенного гироскопа с торсионом (гироузел);
- индукционного датчика (вращающегося трансформатора);
- воздушного зубчатого демпфера.



- 1 – индукционный датчик (вращающийся трансформатор);
 2 – гироскоп (двухстепенный гироскоп); 3 – зубчатый демпфер; 4 – торсион

Рисунок 3.4 – Устройство гиротахометра (действующий макет)

Индукционный датчик предназначен для измерения и преобразования угловых перемещений рамки гироскопа в пропорциональное переменное напряжение (по амплитуде и фазе).

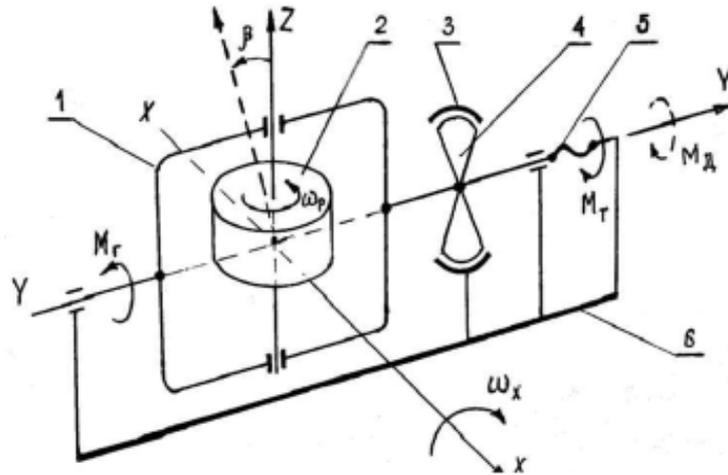
Двухстепенный гироскоп с торсионом измеряет и преобразует угловую скорость объекта, на котором установлен, в пропорциональный угол отклонения рамки гироскопа (главной оси гироскопа).

Воздушный зубчатый демпфер служит для гашения свободных колебаний рамки гироскопа вокруг оси Y-Y.

Кинематическая схема гиротахометра показана на рисунке 3.5.

Принцип действия гиротахометра заключается в следующем. Двухстепенный гироскоп – это быстровращающийся ротор, установленный в кардановом подвесе (на рамке, ось которой по Y-Y, крепится к корпусу ГТ с одной стороны через торсион, а с другой стороны – через подшипник с ротором вращающегося трансформатора (индукционного датчика). Первая степень свободы гироскопа – вращение его ротора вокруг собственной оси Z-Z, а вторая степень

свободы – поворот рамки вместе с ротором вокруг оси $Y-Y$. Измерительная ось гиротахометра, относительно которой вращается основание гироскопа, – $X-X$.



1 – рамка гироскопа; 2 – ротор гироскопа (гиромотор M_1);
3 – статор ВТ; 4 – ротор ВТ; 5 – торсион; 6 – основание ГТ

Рисунок 3.5 – Кинематическая схема гиротахометра

Двухстепенный гироскоп обладает двумя важными свойствами: устойчивости и прецессии. Свойство устойчивости заключается в стремлении сохранить неизменным положение главной оси гироскопа в пространстве (по $Z-Z$), если на него не действуют внешние силы. Свойство прецессии заключается в том, что при воздействии на основание гироскопа внешней силы, главная ось гироскопа отклоняется, то есть прецессирует, в сторону действия возникающего гироскопического момента. Таким образом, при воздействии на гиротахометр внешних сил, вызванных колебанием корпуса машины с угловой скоростью ω_x , возникает гироскопический момент M_r , стремящийся повернуть рамку гироскопа вокруг оси $Y-Y$. Поворот рамки происходит до тех пор, пока гироскопический момент не уравновесится моментом упругости торсиона M_T и моментом воздушного зубчатого демпфера M_d :

$$M_r = M_T + M_d. \quad (3.1)$$

Рамка гироскопа с ротором повернется на угол β , пропорциональный угловой скорости ω_x . Направление отклонения рамки гироскопа определяется направлением ω_x .

Вращающийся трансформатор (индукционный датчик 15Д-32) является малогабаритной электрической машиной переменного тока, ротор которой закреплен на оси рамки гироскопа, а статор – на корпусе ГТ (рисунок 3.4). При повороте ротора на угол β на зажимах статора возникает переменное напряжение, амплитуда которого пропорциональна значению угла β , а фаза определяется направлением отклонения главной оси гироскопа.

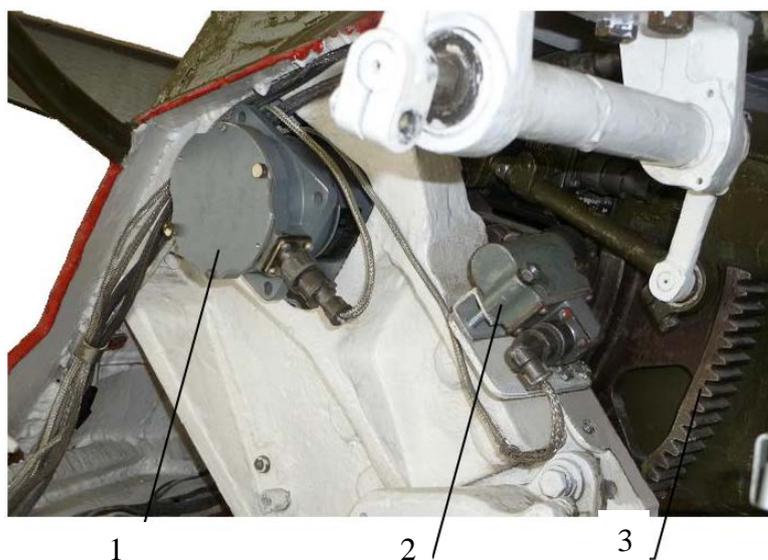
В стабилизаторе установлены гиротахометры в двух исполнениях: БК2.562.031 (ГТ-ВН, ГТ-К) и БК2.562.031-01 (ГТ-ГН). Их различие состоит в положении измерительной оси ГТ, которое указывается точкой и стрелкой на корпусе гиротахометра (рисунок 3.2).

3.2.3 Тахометр

Тахометр (ТГ) предназначен для измерения скорости перемещения пушки в ВН относительно башни и преобразования измеренной скорости в прямо пропорциональный электрический сигнал. Тахометр Б2.781.014 (рисунок 3.6) крепится к башне, а ротор его с помощью муфты и крестовины соединяется с осью цапф пушки (левая цапфа). Он установлен, как показано на рисунке 3.7.



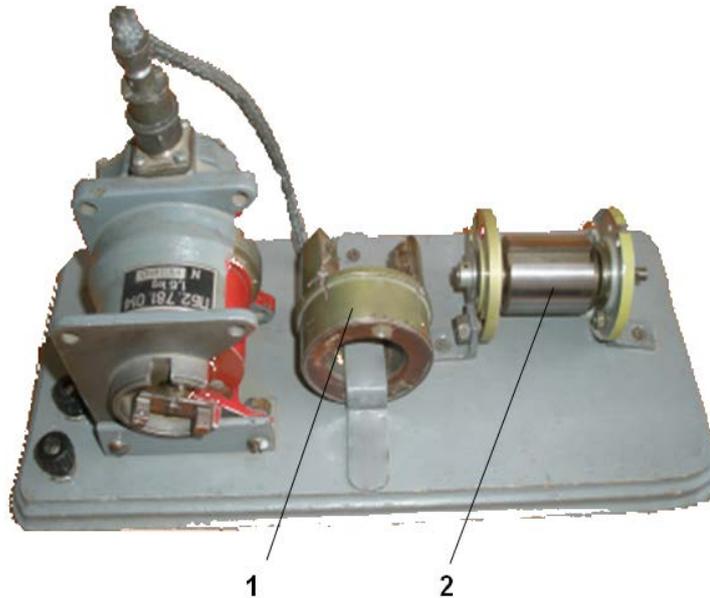
Рисунок 3.6 – Тахометр Б2.781.014



1 – тахометр; 2 – концевой выключатель угла возвышения 30°; 3 – зубчатый сектор механизма подъёма АП

Рисунок 3.7 – Расположение тахометра в боевом отделении БМД

Тахометр состоит из тахогенератора типа ТГ-2М2, корпусных деталей и соединительной муфты (рисунок 3.8).

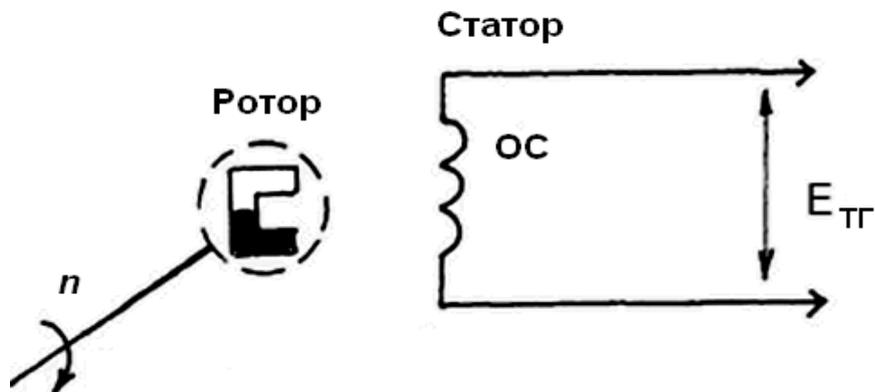


1 – статор; 2 – ротор тахогенератора

Рисунок 3.8 – Устройство тахометра (действующий макет)

Тахогенератор (ТГ) представляет собой специальный малогабаритный электромеханический генератор с самовозбуждением от постоянного магнита, размещенного на роторе тахогенератора.

Тахогенератор состоит из статора (корпуса и обмотки) и ротора (постоянного магнита на оси) (рисунок 3.9). Для создания высокой крутизны статической характеристики (чувствительности) обмотка статора выполнена с большим количеством витков. Крутизна выходного сигнала является наиболее важной характеристикой, что составляет для тахогенератора ТГ-2М2 – 50 мВ·с/град.



n – частота вращения ротора; $E_{ТГ}$ – ЭДС, индуцируемая в обмотке статора (ОС) тахогенератора

Рисунок 3.9 – Функциональная схема тахогенератора

Принцип действия ТГ. При перемещении орудия в вертикальной плоскости вращаются цапфы. Вращение левой цапфы через муфту и крестовину передается на ротор ТГ. Под воздействием вращающегося магнитного потока постоянного магнита ротора в обмотке статора индуцируется ЭДС $E_{ТГ}$, которая определяется зависимостью:

$$E_{ТГ} = B \cdot l \cdot V, \quad (3.2)$$

где B – магнитная индукция;

l – длина проводника;

V – линейная скорость проводника.

Эта ЭДС и является сигналом, который вырабатывается тахометром.

3.2.4 Пульт управления

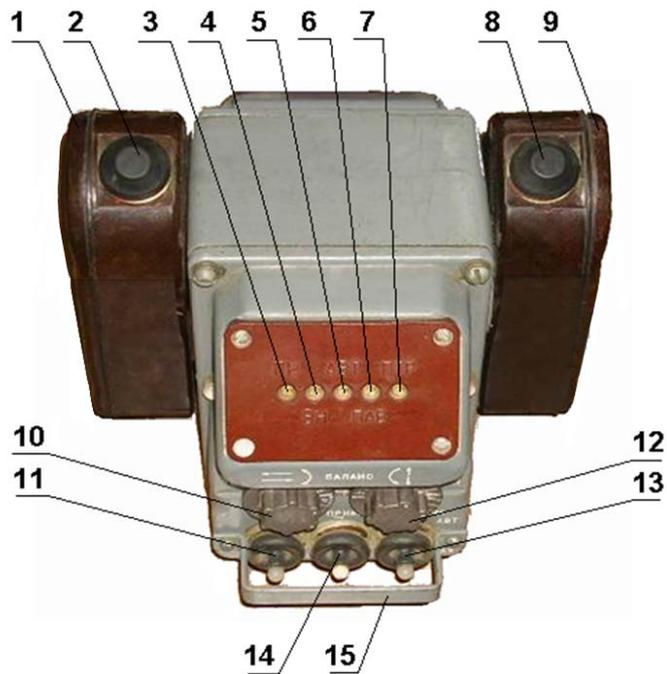
Пульт управления (ПУ) в стабилизаторе наведения вооружения 2Э36-3 предназначен:

- для включения стабилизатора;
- переключения режимов стабилизатора АВТ или ПАВ;
- балансировки уводов приводов ГН и ВН;
- управления приводами спаренной установки и башни в режиме «Наведение»;
- выработки команды «Переброс» по ГН;
- управления электрострелками пушки и спаренного пулемета;
- сигнализации о включении приводов ВН и ГН, режимов АВТ, ПАВ, «ПТР».

Устройство пульта управления представлено на рисунке 3.10.

Вместе с тем пульт управления состоит (рисунки 1.4 и 3.10):

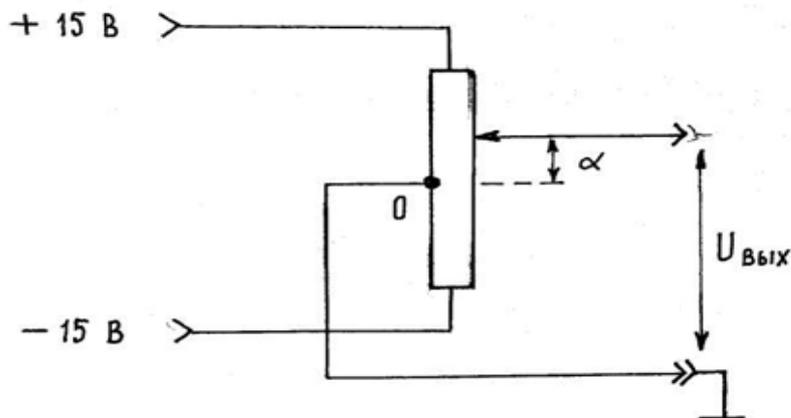
- из основания;
- корпуса;
- двух ручек с кнопками электрострелков;
- тумблера ПРИВОД; режимов АВТ, ПАВ, «Готов»;
- резисторов БАЛАНС ГН, БАЛАНС ВН;
- блока световодов;
- микропереключателя ПЕРЕБРОС ГН;
- омического датчика угловых перемещений в пропорциональный электрический сигнал по ГН (потенциометра выработки сигнала ГН с механической связью с корпусом ПУ);
- омического датчика угловых перемещений в пропорциональный электрический сигнал по ВН (потенциометра выработки сигнала ВН с механической связью с рукоятками ПУ);
- электрического разъема.



1 – левая ручка; 2 – кнопка 1; 3 – светодиод сигнализации включения привода ГН; 4 – светодиод сигнализации включения привода ВН; 5 – светодиод сигнализации включения режима АВТ; 6 – светодиод сигнализации включения режима ПАВ; 7 – светодиод сигнализации включения режима «ПТР»; 8 – кнопка 2; 9 – правая ручка; 10 – ручка резистора БАЛАНС ВН; 11 – тумблер ГОТОВ; 12 – ручка резистора БАЛАНС ГН; 13 – тумблер РЕЖИМ; 14 – тумблер ПРИВОД; 15 – скоба защитная

Рисунок 3.10 – Пульт управления

В пульте управления стабилизатора вооружения 2Э36 установлены омические датчики угловых перемещений, функционирование которых непосредственно связано с работой ПУ. Электрическая схема омического датчиков угловых перемещений ПУ по ГН и ВН показана на рисунке 3.11.



α – входная величина, задаваемая положением движка переменного резистора при повороте корпуса ПУ (ГН) или рукояток (ВН); $U_{\text{ВЫХ}}$ – управляющий сигнал ПУ по ГН или ВН

Рисунок 3.11 – Электрическая схема омического датчика

Пульт управления действует следующим образом:

- включение стабилизатора осуществляется выключателем ПРИВОД на ПУ. В БМП-2 включение стабилизатора на ПУ-0, а на ПУ-К такой выключатель переключает управление стабилизатора с ПУ-0 на ПУ-К;

- приведение стабилизатора к бою. Изменение режимов работы осуществляется соответствующими органами управления, а сигнализация о выполненных операциях – блоком светодиодов;

- выработка управляющего сигнала ПУ (по ГН и ВН) осуществляется омическим датчиком перемещений, который представляет собой переменный резистор (потенциометр), движок которого в исходном положении находится в средней точке О. Датчик подключен к стабилизатору напряжения (напряжения +15 В, –15 В). Управляющий сигнал ПУ ($U_{\text{вых}}$), пропорциональный углу α , снимается между движком датчика и средней точкой О резистора. Изменения значения $U_{\text{вых}}$ при перемещении движка от исходного положения О до упора (влево-вправо по ГН) или («вверх-вниз» по ВН) в пределах, соответственно, от 0 до +15 В, и от 0 до –15 В.

Контрольные вопросы

- 1 Раскройте назначение электрического датчика.
- 2 Перечислите характеристики гиротахометра.
- 3 Из каких частей состоит гиротахометр?
- 4 Расскажите о принципе действия гиротахометра.
- 5 Для чего предназначен тахометр?

4 УСИЛИТЕЛЬНО-ПРЕОБРАЗУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА СТАБИЛИЗАТОРА ВООРУЖЕНИЯ 2Э36-3

4.1 Назначение, общее устройство блока управления БУ-179

Блок управления БУ-179 является усилительно-преобразующим прибором и предназначен для суммирования, преобразования и усиления сигналов управления приводов ВН и ГН, а также для коммутации цепей обеспечения соответствующих режимов работы СВ. Блок управления БУ-179 представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Блок управления БУ-179

Блок управления БУ-179 размещается справа сзади от наводчика-оператора, крепится к каркасу пола боевого отделения. Напряжение питания БУ-179 – переменное, 36 В, 400 Гц от ПТ-200Ц, которое для питания цепей управления с помощью двуполярного блока питания преобразовывается в двуполярное напряжение. Для питания коммутационных реле БУ-179 используется постоянное напряжения от бортовой сети машины.

Входные напряжения (напряжения сигналов от датчиков) бывают:

- постоянные – от ПУ (сигналы наведения), от тахометра и датчиков тока усилителей мощности (сигналы обратной связи);
- переменные – от ГТ-ВН, ГТ-ГН, ГТ-К.

Выходное напряжение – сигналы управления в виде постоянного тока, несущие два вида информации: о направлении перемещения объекта регулирования и о скорости перемещения. Эти сигналы управления от БУ-179 подаются к усилителям У-ВН и У-ГН по соответствующим каналам.

Функциональная схема БУ-179 представлена на рисунке 4.2.

В состав блока управления входят два идентичных канала – стабилизатора пушки (ВН) и стабилизатора башни (ГН). Электрическая часть каждого канала построена по функционально-блочному принципу и состоит из узлов, обеспечивающих работу двух каналов:

- А3 – двуполярный блок питания;
- А4 – реле времени;
- А5, А6 – интеграторы (ВН, ГН);
- А1, А2 – суммирующие усилители (ВН, ГН);
- А7, А8 – усилители напряжения (ВН, ГН);
- К1, К2, К3 – реле переключения режимов (в каждом канале управления);
- блок резисторов УСИЛЕНИЕ ВН и УСИЛЕНИЕ ГН;
- блок резисторов РЕГУЛИРОВКИ.

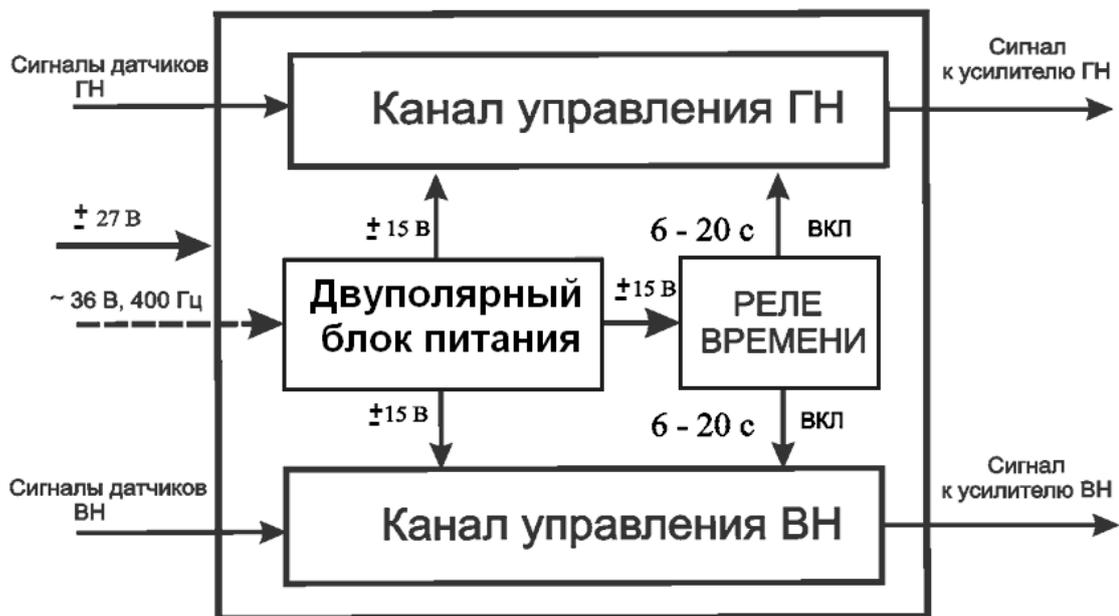


Рисунок 4.2 – Функциональная схема блока управления БУ-179

Электрические цепи и узлы каждого канала состоят из радиоэлектронных элементов (полупроводниковых микросхем, транзисторов, диодов и стабилитронов, резисторов и конденсаторов, электромагнитных реле и т. д.)

Рассмотрим назначение и работу основных узлов БУ-179 по порядку включения блока питания и прохождения сигналов управления.

Двуполярный блок питания (А3) преобразует переменное трехфазное напряжение 36 В 400 Гц, поступающее от преобразователя тока ПТ-200Ц в стабилизированное постоянное двуполярное напряжение ± 15 В относительно средней точки, используемое для питания микросхем БУ-179 и омических датчиков угловых перемещений ПУ.

Реле времени (А4) обеспечивает создание задержки времени включения БУ-179 и усилителей У-ВН или У-ГН в течение 6–20 с после включения стабилизатора (время, необходимое для раскрутки гиromоторов гиروتахометров).

Интеграторы создают информацию о необходимой скорости перемещения объектов регулирования (башни или блока оружия).

Интегратор, схема которого представлена на рисунке 4.3, выполняет суммирование и преобразование управляющих сигналов (от ГТ и ПУ) в сигнал на выходе, пропорциональный интегралу входного сигнала, что необходимо для повышения точной работы приводов наведения при стабилизации.

Интегрирующие цепи предназначены для интегрирования во времени электрических входных сигналов. Величина входного сигнала в общем виде описывается уравнением:

$$U_{\text{вх}}(t) = \int U_{\text{вх}}(0) + K \cdot U_{\text{вх}}(t) dt$$

где $U_{\text{вх}}(0)$ – начальное значение выходного сигнала в момент времени $t = 0$;

K – коэффициент пропорциональности.

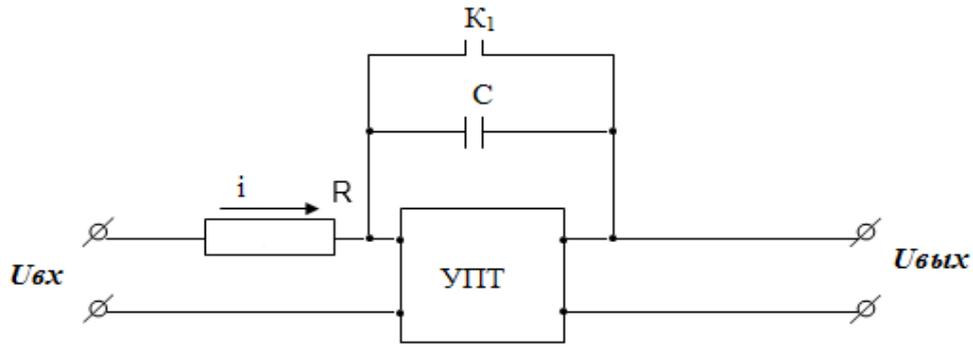
В составе интегратора имеется фазочувствительный выпрямитель для преобразования сигнала ГТ переменного напряжения в постоянное (однотипное с другими сигналами в цепях управления). Кроме того, интегратор обеспечивает устранение увода привода наведения по сигналу балансировки уводов от резисторов БАЛАНС ВН (ГН) на ПУ.

Интегрирование производится только в режиме АВТ и отключается в режиме ПАВ вручную, а в режиме «Переброс» и при подъеме спаренной установки на угол более 30° (только в канале ВН) – автоматически.

Интегратор А5 работает в канале управления привода ВН, а интегратор А6 – в канале управления привода ГН.

В основе конструкции интегратора (как и других элементов блока управления БУ-179) лежит полупроводниковый операционный усилитель постоянного тока с ёмкостной обратной связью в режиме интегрирования. Интегрирующий элемент (С) отключается (шунтируется) контактами К1 электромагнитного реле для переключения режимов АВТ, ПАВ, «Переброс», угла 30° по ВН.

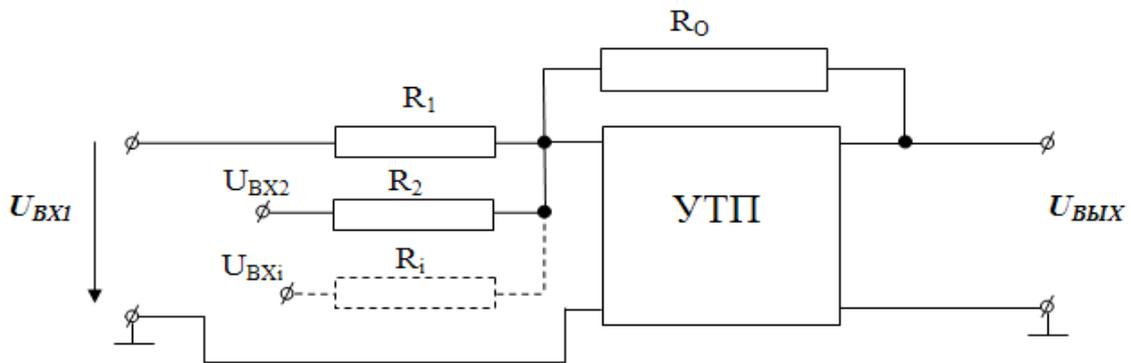
Электромагнитные реле интегратора используются также для включения сигнализации на ПУ (светодиоды ВН, ГН, АВТ/ПАВ), что обеспечивает контроль за работой режимов СВ.



УПТ – усилитель постоянного тока; С – конденсатор ёмкостной обратной связи;
 K_1 – контакты реле K_1 интегратора

Рисунок 4.3 – Функциональная схема интегрирующего усилителя

Суммирующие усилители обеспечивают суммирование сигналов управления от интеграторов с сигналами обратной связи от датчиков тока (в каналах ГН, ВН), тахометра (в канале ВН). Функциональная схема суммирующего усилителя представлена на рисунке 4.4.



$U_{ВХ1}$, $U_{ВХ2}$, $U_{ВХi}$ – входные сигналы; $U_{ВЫХ}$ – выходной сигнал

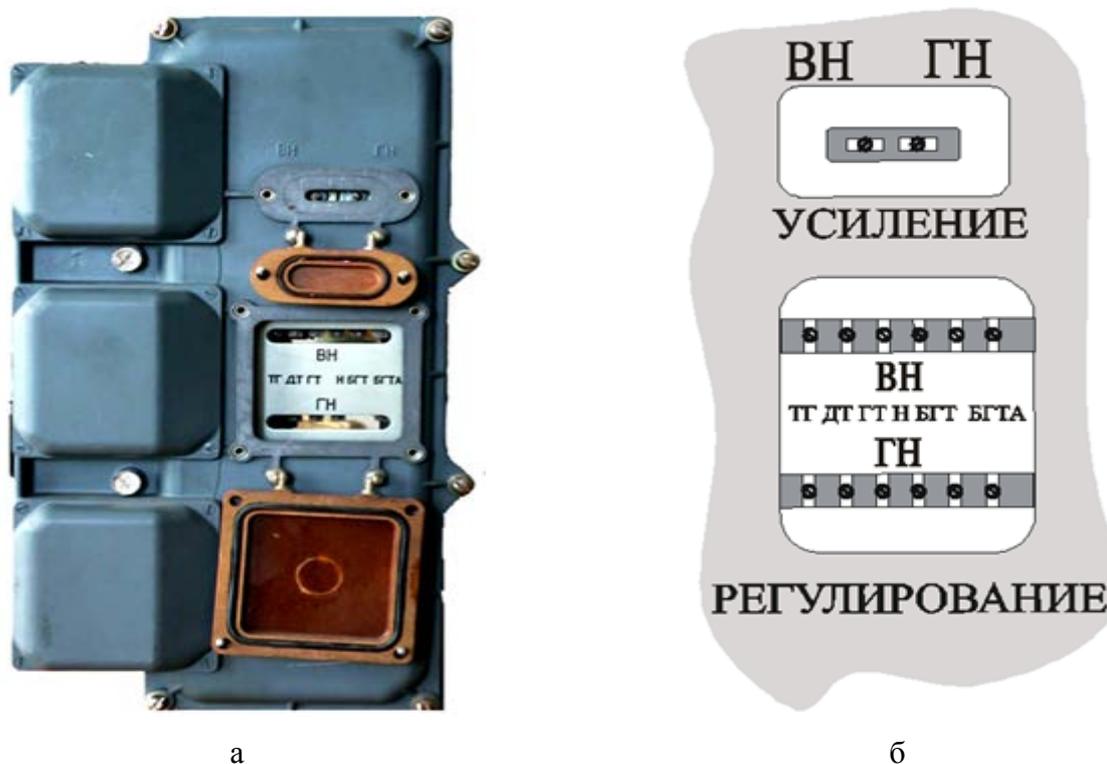
Рисунок 4.4 – Функциональная схема суммирующего усилителя

Суммирующий усилитель А1 установлен в канале управления ВН, а А2 – в канале управления ГН.

Усилители напряжения являются выходными усилителями сигналов блока управления, которые обеспечивают электрическую связь БУ-179 и усилителей У-ВН и У-ГН. Усилитель напряжения А7 установлен в канале управления ВН, а А8 – в канале управления ГН.

Для защиты электродвигателя канала ВН от перегрузки в конструкции усилителя А8 имеются два электромагнитных реле, которые включаются конечными выключателями, установленными в башне машины у качающейся части спаренной установки, и включением дополнительных резисторов ограничивают величину управляющего сигнала.

В составе усилителей имеются регулировочные резисторы (рисунок 4.5), используемые при настройке (подстройке) СВ. Для удобства пользования эти резисторы вынесены на переднюю стенку корпуса БУ-179. В таблице 4.1 приводится перечень регулировочных резисторов, а в таблице 4.2– их влияние на параметры СВ.



а – передняя панель БУ-179; б – внешний вид панели регулировочных потенциометров БУ-179

Рисунок 4.5 – Регулировочные потенциометры БУ-179

Т а б л и ц а 4.1 – Перечень регулировочных резисторов

Резистор	В приводе	
	ВН	ГН
Усиление	Для настройки жесткости	Для настройки жесткости
ТГ	Для настройки демпфирования (количества перебегов)	Не используется (введен по ходу часовой стрелки до упора)
ДТ	Для регулировки сигнала ОС по току якоря НД при снижении уровня вибрации	Для регулировки уровня сигнала ОС по току якоря НД при снижении уровня вибрации
ГТ	Для выравнивания коэффициентов усиления сигналов ТГ и ГТ-К	Для настройки демпфирования (количества перебегов)
Н	Для настройки максимальных скоростей наведения в режимах АВТ и ПАВ	Для настройки максимальных скоростей наведения в режимах АВТ и ПАВ
БГТ	Для компенсации остаточного напряжения ГТ-К	Не используется
БНТН	Для настройки увода	Для настройки увода

Т а б л и ц а 4.2 – Влияние резисторов на параметры приводов

Резистор	Основное действие	Побочные действия
Усиление (ВН, ГН)	Изменяет жесткость. При вводе жесткость увеличивается	При вводе количества перебегов увеличивается. Возможно появление вибрации
ТГ-ВН (ГТ-ГН)	Изменяется демпфирование (количество перебегов). При вводе – уменьшается	При вводе возможно появление вибрации
ДТ (ВН, ГН)	Для устранения низкочастотной вибрации. При вводе вибрация может уменьшаться	При вводе уменьшается жесткость

4.2 Назначение, общее устройство усилителей мощности У-ВН и У-ГН

Усилители мощности (У-ВН, У-ГН) предназначены для управления работой исполнительных электродвигателей (ЭДМ-14, ЭДМ-20 соответственно) по сигналам от БУ-179.

Усилитель выполняет следующие функции:

- преобразование управляющего сигнала постоянного напряжения от БУ-179 в широтно-импульсный сигнал;
- усиление широтно-импульсного сигнала по мощности до значения, необходимого для управления исполнительным электродвигателем;
- подключение электродвигателя к бортовой сети машины.

Внешний вид усилителя мощности представлен на рисунке 4.6.



1 – предохранитель 50 А; 2 – контактор подключения импульсных усилителей

Рисунок 4.6 – Усилитель мощности

Техническая характеристика усилителя:

- напряжение питания двуполярного блока питания усилителей мощности – переменное, 36 В, 400 Гц;
- коммутируемое усилителем напряжение – постоянное 27 В;

- напряжение управляющего сигнала от БУ-179 – постоянное, изменяющееся по величине;

- усилитель обеспечивает управление работой электродвигателя мощностью не более 400 Вт.

В составе СВ 2Э36 устанавливаются два одинаковых по конструкции усилителя У-ВН и У-ГН, которые установлены в БМД-2 под сидением наводчика оператора, в БМП-2 – на стенке башни за спиной наводчика-оператора и командира.

Конструктивно усилитель мощности (рисунок 4.7) представляет собой отдельный прибор, в состав которого входят следующие части: блок электроэлементов; импульсные усилители; контактор К1; предохранитель Пр1; разъёмы и электромонтажные провода.

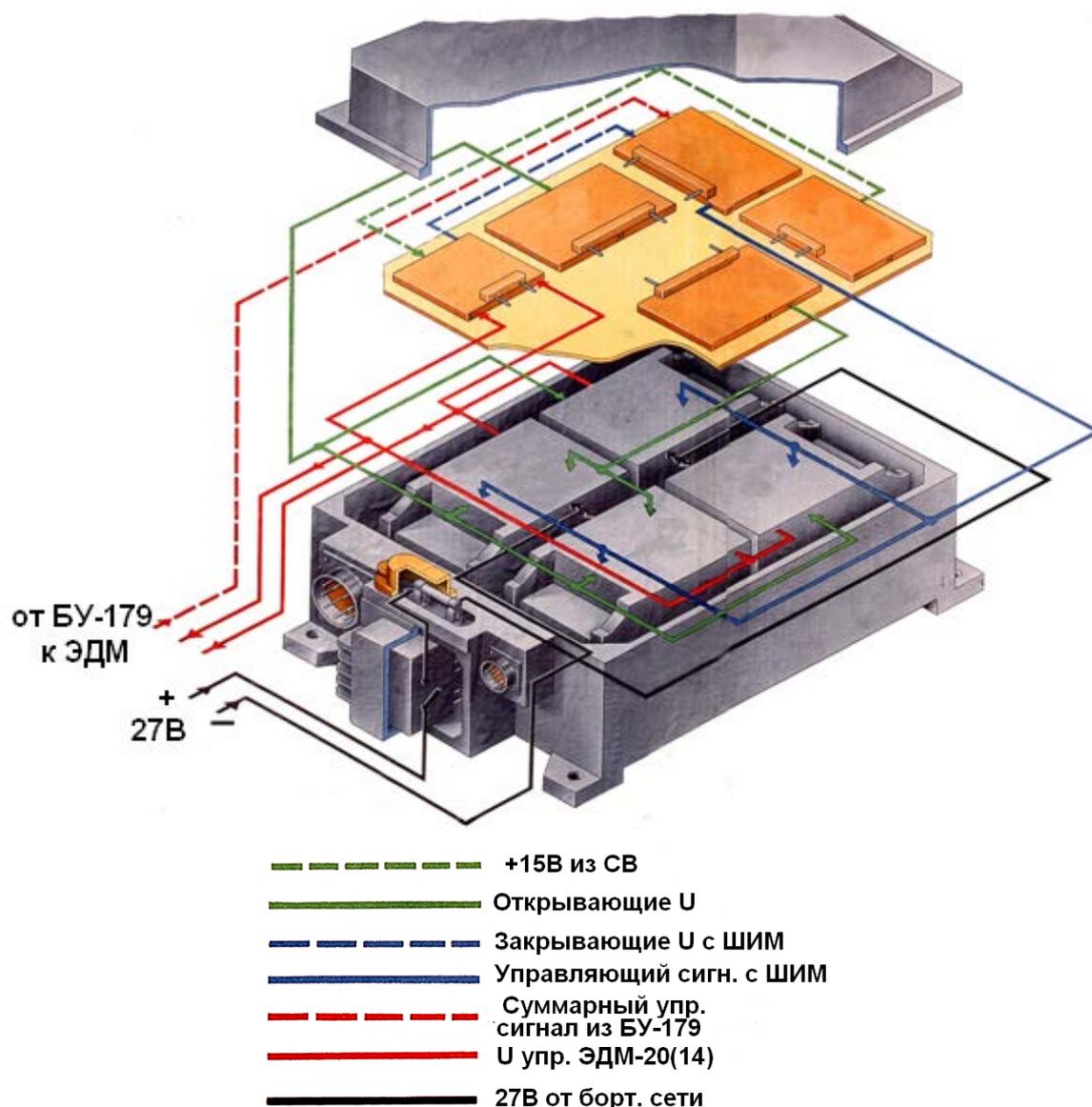


Рисунок 4.7 – Функциональная схема усилителя мощности

Блок электроэлементов предназначен для формирования напряжений питания и сигнала управления импульсными усилителями. Блок состоит из следующих основных частей:

- двуполярного блока питания;
- широтно-импульсного модулятора (ШИМ);
- блока выпрямителей.

Двуполярный блок питания (аналогично двуполярному блоку питания) предназначен для создания стабилизированного постоянного напряжения ± 15 В относительно средней точки, необходимого для работы ШИМ.

Широтно-импульсный модулятор предназначен для преобразования сигнала управления от БУ-179 в последовательность электрических импульсов, длительность (ширина) которых пропорциональна величине напряжения этого управляющего сигнала. Вышеуказанная последовательность импульсов является командой на включение соответствующих импульсных усилителей.

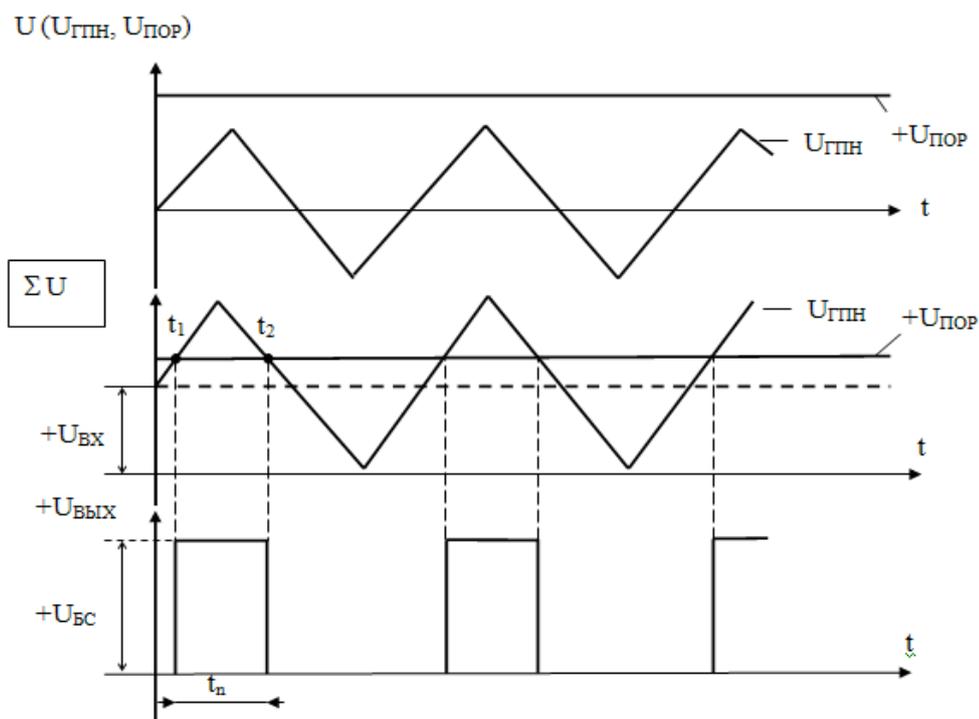
Команда от ШИМ с помощью импульсных усилителей обеспечивает управление исполнительным электродвигателем привода наведения. В понятие управления входят следующие действия: включение электродвигателя; изменение частоты вращения; изменение направления вращения.

Рассмотрим процесс преобразования сигналов управления в ШИМ усилителей СВ, используя эпюры напряжений (рисунок 4.8).

Для работы широтно-импульсного модулятора, генератором пилообразного напряжения формируется напряжение пилообразной формы $U_{ГПН}$ с частотой 400 Гц и постоянное пороговое напряжение $U_{ПОР}$. Если напряжение сигнала управления БУ-179 ($U_{ВХ}$) равно нулю, то и выходное напряжение ШИМ отсутствует. Если на ШИМ подается с БУ-179 сигнал управления $U_{ВХ}$ положительной полярности, который суммируется с пилообразным напряжением $U_{ГПН}$, то при превышении суммарного сигнала значения порогового напряжения $+U_{ПОР}$ на выходе ШИМ в интервалы времени $t_1, t_2, t_3, t_4 \dots$ будет сформировано импульсное напряжение амплитуды $+U_{ВС}$, определенной длительности t_n и частоты 400 Гц.

Блок выпрямителей обеспечивает подключение сигнала от широтно-импульсного модулятора к двум импульсным усилителям (в зависимости от знака сигнала). Подключение блока осуществляет электромагнитное реле.

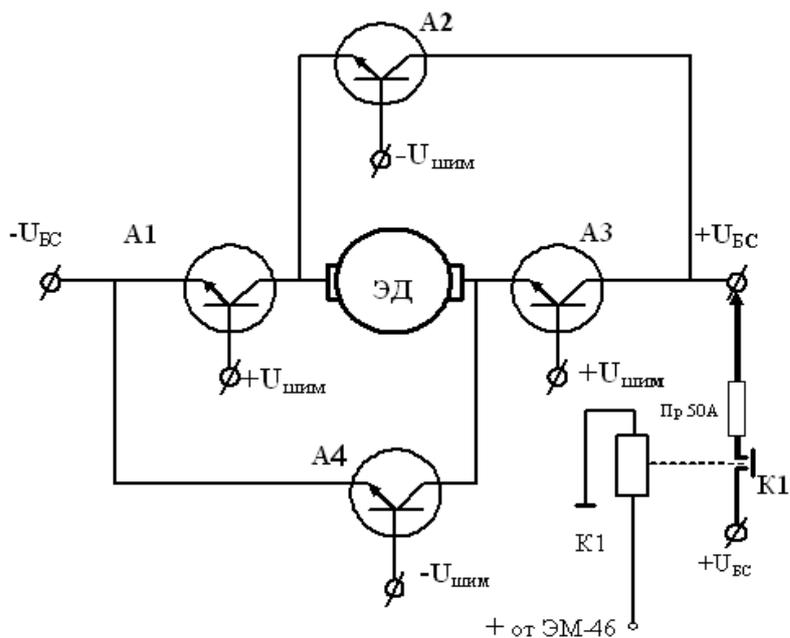
Импульсные усилители А1-А4 предназначены для коммутации напряжения, поступающего на исполнительный двигатель, в зависимости от управляющего сигнала в виде импульсов широтно-импульсного модулятора. В схемном решении импульсные усилители образуют силовой транзисторный мост (рисунок 4.9). Импульсные усилители А1-А4 управляют вращением исполнительных двигателей по направлению и частоте в соответствии с величиной и полярностью управляющего сигнала.



$U_{ВХ}$ – напряжение БУ-179; $U_{ВЫХ}$ – импульсное напряжение управления усилителя

Рисунок 4.8 – Принцип преобразования сигналов управления в ШИМ

Контактор К1 (рисунки 4.9, 4.10) предназначен для подключения импульсных усилителей к (+) бортовой сети, то есть в режим ожидания команды на включение электродвигателя.



A1, A2 – импульсные усилители ($-U_{БС}$); A3, A4 – импульсные усилители ($+U_{БС}$);
 $-U_{ШИМ}, +U_{ШИМ}$ – сигналы широтно-импульсного модулятора

Рисунок 4.9 – Принципиальная схема управления вращением исполнительного электродвигателя

Контактор, в соответствии с рисунком 4.10, представляет собой электромагнитное реле, контакты которого подключают большой (до 25 А) по величине ток. Он включается через контакты ЭМ-46 выключателем ПРИВОД на ПУ (по истечении 6–20с после включения тумблера).

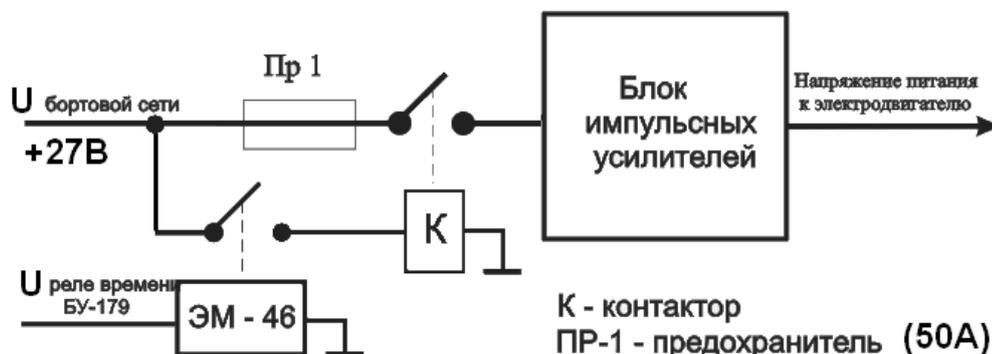


Рисунок 4.10 – Схема включения усилителя У-ВН (У-ГН)

Предохранитель ПР1 – плавкий предохранитель на ток отсечки 50 А – предназначен для защиты импульсных усилителей от перегрузок и коротких замыканий. Предохранитель установлен в блоке защиты и размещается на корпусе усилителя мощности (рисунок 4.6).

4.3 Электрические цепи стабилизатора вооружения

4.3.1 Общие сведения об электрических цепях

Стабилизатор вооружения состоит из отдельных приборов, электрически соединенных между собой комплектом монтажных кабелей, образуя совокупность электрических цепей управления и силовых цепей.

Цепи управления соединяют датчики СВ с преобразователями сигналов. Они обеспечивают передачу электрических сигналов малого тока, поэтому выполняются относительно тонкими проводами. Цепи управления требуют точного (стабилизированного) электропитания, поэтому в приборах цепей управления (БУ-179, У-ВН, У-ГН) установлены стабилизированные блоки питания двуполярного напряжения, которые питаются от преобразователя тока ПТ-200Ц. Кроме того, ПТ-200Ц используется для питания гиротакметров.

Силовые цепи соединяют бортовую сеть с импульсными усилителями и электродвигателями. Они обеспечивают передачу электроэнергии большой мощности и выполняются относительно толстыми проводами. Силовые цепи являются источником электромагнитных волн (радиопомех), поэтому в состав силовых цепей устанавливается фильтр питания.

4.3.2 Общие сведения о цепях управления стабилизатора вооружения

Цепи управления предназначены для управления импульсными усилителями в составе У-ВН (У-ГН). В состав цепей входят следующие части СВ:

- датчик наведения (ПУ);
- датчики стабилизации (ГТ-ВН, ГТ-ГН, ГТ-К);
- датчики обратной связи (ТГ, ДТ);
- преобразователь сигналов управления (интеграторы БУ-179);
- широтно-импульсные модуляторы усилителей У-ВН и У-ГН.

4.3.3 Общие сведения о силовых цепях стабилизатора вооружения

Силовые цепи предназначены для подключения исполнительных электродвигателей (ЭДМ-14 и ЭДМ-20) и приводного электродвигателя ПТ-200Ц к бортовой сети.

В состав силовой цепи исполнительных электродвигателей входят:

- автоматы защиты сети (ВН, ГН) в коробке защиты КР-25 (из состава вспомогательных частей);
- фильтр питания;
- импульсные усилители (из состава У-ВН, У-ГН);
- исполнительные электродвигатели (ЭДМ-14, ЭДМ-20).

Состав силовой цепи приводного электродвигателя ПТ-200Ц:

- автомат защиты сети (ПРЕОБР.) в коробке защиты КР-25 (из состава вспомогательных частей);
- стабилизатор частоты вращения электродвигателя (в корпусе преобразователя ПТ-200Ц);
- приводной электродвигатель (в составе ПТ-200Ц).

4.3.4 Общие сведения о работе стабилизатора вооружения

Подключение исполнительных электродвигателей ЭДМ-20 (ЭДМ-14) производится в импульсном режиме по сигналам от цепи управления. Исполнительные электродвигатели через подъемный и поворотный механизмы приводят в движение башню и спаренную установку (соответственно).

Управление электродвигателями осуществляется напряжением импульсной формы усилителями У-ВН и У-ГН с помощью электрических сигналов блока управления БУ-179. Формирование выходного сигнала блока управления осуществляется на основе сигналов от датчиков: наведения (ПУ); стабилизации (ГТ-ВН, ГТ-К, ГТ-ГН); обратной связи (ТГ, ДТ).

Управляющие сигналы наведения и команды управления режимами работы СВ формируются пультом управления с помощью потенциометров.

Структурная схема цепей управления представлена на рисунке 4.11.

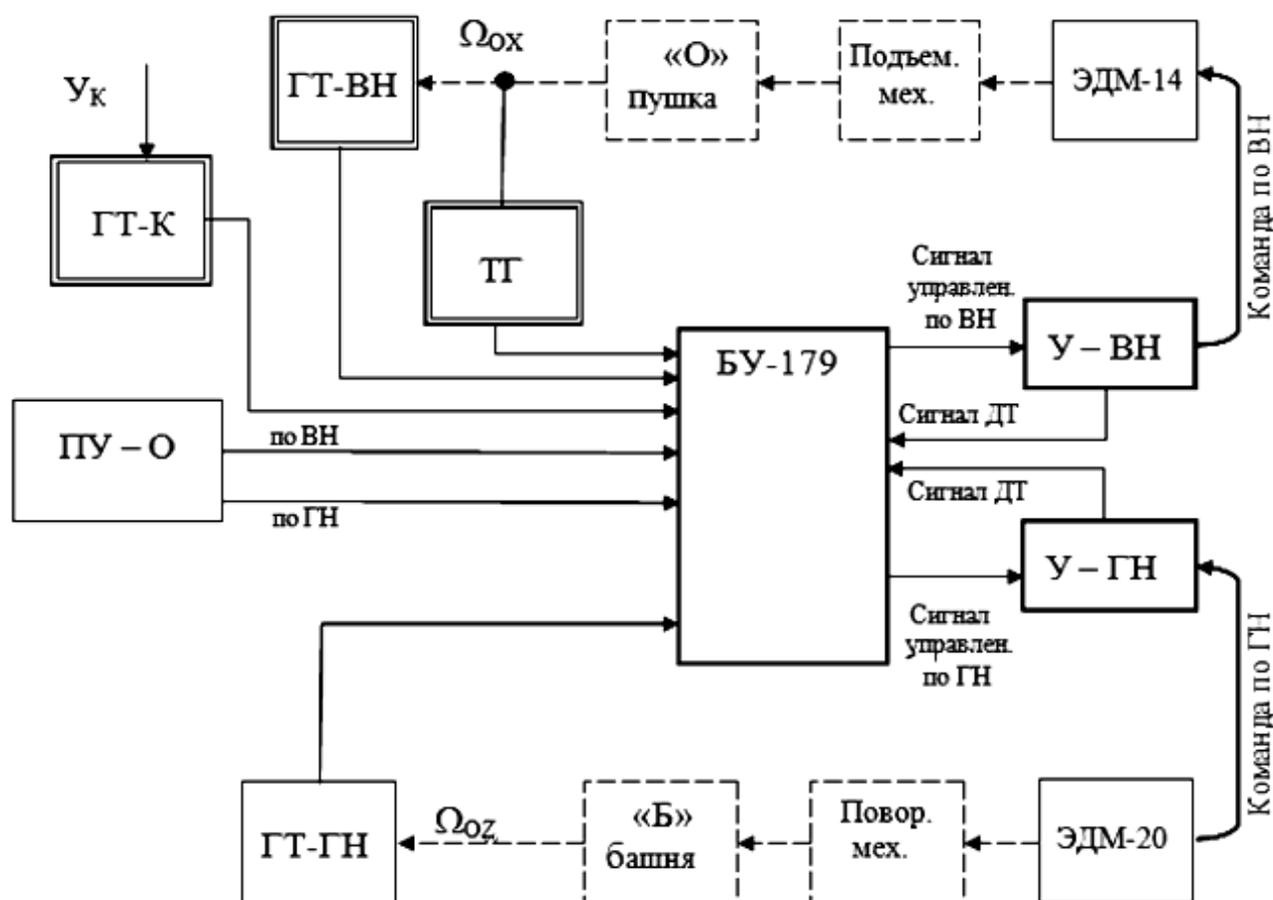


Рисунок 4.11 – Структурная схема цепей управления

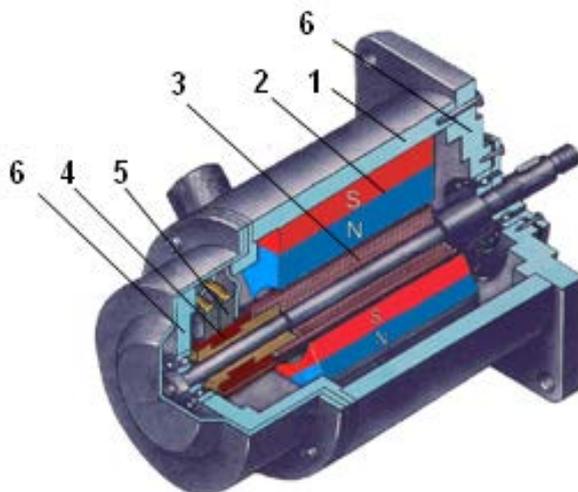
В цепях управления СВ участки с элементами ПУ-О, БУ-179, У-ВН (У-ГН), ЭДМ-14 (ЭДМ-20), ГТ-ВН (ГТ-ГН) образуют цепи системы автоматического регулирования по угловой скорости перемещения объекта регулирования в приводах ВН и ГН.

Участки с ТГ, ГТ-К и ДТ (датчиками тока) установлены для получения требуемых характеристик приводов (минимальной ошибки стабилизации и переходного процесса). Тахометр ТГ вырабатывает сигнал, пропорциональный скорости поворота пушки О относительно башни Б, а гиротаксометр ГТ-К – сигнал, пропорциональный скорости колебаний башни в вертикальной плоскости. Сумма этих сигналов используется как сигнал коррекции, обратной связи по скорости.

В У-ВН и У-ГН с помощью датчиков тока ДТ возникают сигналы обратной связи по току, поступающие на БУ-179.

4.4 Исполнительные электродвигатели

Электродвигатель ЭДМ (рисунок 4.12) представляет собой малоинерционную электрическую машину постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.



1 – корпус; 2 – 2-полюсный индуктор с постоянными магнитами; 3 – якорь с простой петлевой обмоткой залитой эпоксидным клеем; 4 – коллектор; 5 – щеточный узел; 6 – подшипниковые щиты

Рисунок 4.12 – Устройство электродвигателей ЭДМ

Электродвигатели типа ЭДМ достаточно широко применяются в качестве электропривода различных автоматических устройств.

Достоинства конструкции электродвигателей ЭДМ:

- малая инерционность якоря;
- малые потери;
- маленькая индуктивность обмотки якоря.

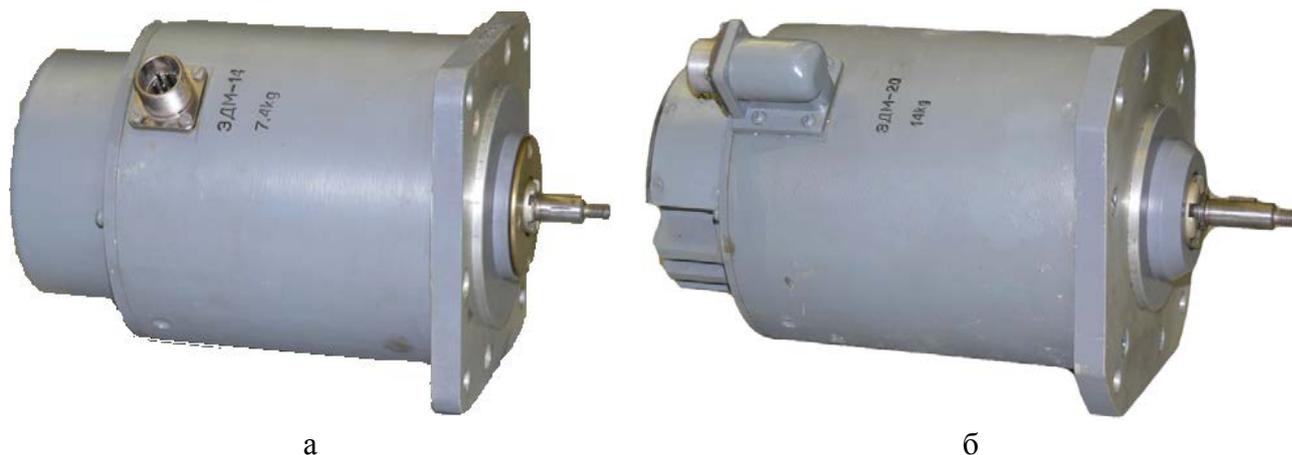
В результате таких особенностей конструкции:

- снижены механические потери;
- снижено напряжение для начала движения якоря;
- улучшаются условия коммутации (снижается искрение в щеточно-коллекторном узле);
- увеличивается срок службы.

В стабилизаторах вооружения типа 2Э36 (рисунок 4.13) применяются исполнительные электродвигатели ЭДМ-14 и ЭДМ-20, характеристика которых представлена в таблице 4.3.

Т а б л и ц а 4.3 – Характеристики исполнительных электродвигателей СВ

Характеристики	ЭДМ-14	ЭДМ-20
Напряжение питания, В, не более	29	29
Мощность, Вт, не менее	180	400
Номинальная частота вращения, об/мин	3 000	3 000
Момент инерции якоря, кгс·м·с ²	$0,47 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-3}$
КПД, не менее	0,55	0,65
Режим работы	длительный	длительный
Масса, кг	9	14



а – ЭДМ-14; б – ЭДМ-20

Рисунок 4.13 – Внешний вид исполнительных электродвигателей СВ 2Э-36

Исходя из предназначения, электродвигатели установлены на редукторах подъемного механизма (ЭДМ-14) и на редукторе поворотного механизма башни (ЭДМ-20).

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите основные узлы блока управления БУ-179.
- 2 Раскройте назначение регулировочных резисторов на БУ-179.
- 3 Расскажите о процессе формирования питающего напряжения для исполнительных электродвигателей привода ВН и ГН.
- 4 Изобразите структурную схему цепей управления стабилизатора вооружения 2Э36-3.
- 5 Назовите достоинства электродвигателей типа ЭДМ.
- 6 Расскажите об устройстве электродвигателя ЭДМ.

5 ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СТАБИЛИЗАТОРА ВООРУЖЕНИЯ

5.1 Общие сведения об электропитании стабилизатора вооружения

Общее электропитание СВ (рисунок 5.1) обеспечивается системой электроснабжения БМД-2. Для надежного функционирования стабилизатора в бортовой сети машины требуется иметь напряжение 22–29 В, при этом потребляемая стабилизатором средняя электрическая мощность до 1 кВт, а максимальная – до 5 кВт. Поэтому питание СВ необходимо осуществлять от основного источника системы электрического снабжения БМД – генератора ВГ-7500Н, мощность которого равна 5 кВт. Не допускается длительная работа СВ от аккумуляторных батарей машины во избежание их быстрого разряда.

В электрической схеме СВ имеются два вида цепей:

- силовые электрические цепи;
- электрические цепи управления.

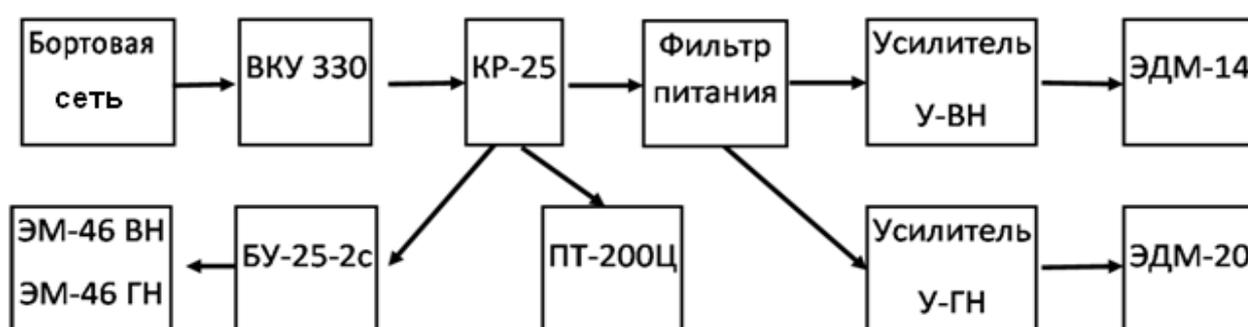


Рисунок 5.1 – Функциональная электрическая схема цепей СВ

Для защиты *силовых цепей* от перегрузок установлены следующие приборы:

- в распределительном щитке – предохранитель БАШНЯ на 250 А;
- в коробке защиты КР-25 – автоматы защиты сети ВН, ГН, ПРЕОБР.;
- в усилителях У-ВН и У-ГН – предохранители Пр. 1 на 50 А;
- в БУ-25-2С – предохранители Пр. 6 на 15 А ЛЮКИ ОТКР., Пр. 4 на 3 А МУФТЫ ПРИВОДА ЭМ-ВН, ЭМ-ГН.

Для питания *цепей управления* требуется как напряжение бортовой сети, так и другие его виды:

- переменное 3-фазное напряжение 36 В, 400 Гц генерируется преобразователем тока ПТ-200Ц (рисунок 5.2);
- двухполярное постоянное напряжение ± 15 В относительно средней точки.

Для преобразования напряжения бортовой сети в требуемый вид применяются вторичные источники электроэнергии, использующие в своей работе

напряжение бортовой сети: преобразователь ПТ-200Ц и двухполярные стабилизированные блоки питания.

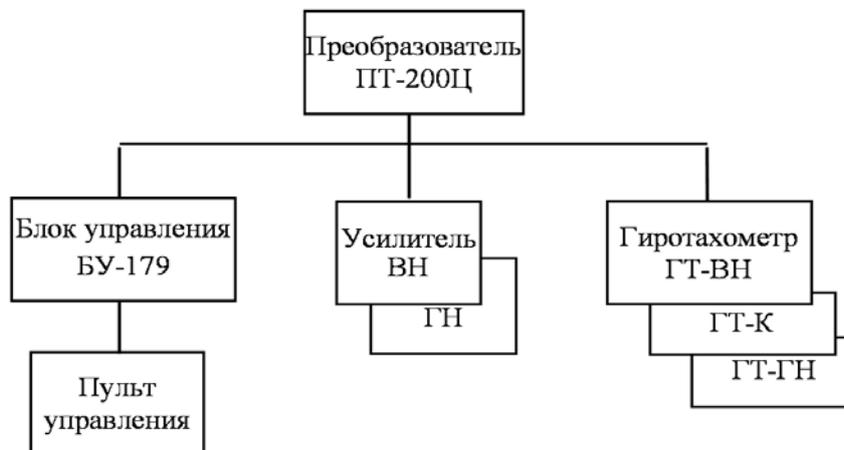


Рисунок 5.2 – Структурная схема подключения потребителей ПТ-200Ц

5.2 Преобразователь тока ПТ-200Ц

5.2.1 Назначение и общее устройство ПТ-200Ц

Для создания переменного напряжения в конструкции стабилизаторов 2Э36-3 (2Э36-1, 2Э36-4) применяется преобразователь тока ПТ-200Ц (рисунок 5.3).

Переменное 3-фазное напряжение 36 В, 400Гц используется для питания гиromоторов и индукционных датчиков типа «вращающийся трансформатор» (ВТ) гиротахометров, повышающих трансформаторов двухполярных блоков питания, а также для обеспечения работы широтно-импульсных модуляторов усилителей У-ВН и У-ГН.



Рисунок 5.3 – Преобразователь тока ПТ-200Ц

В системах автоматического регулирования вооружения боевых машин для преобразования электрической энергии одного значения напряжения в другое, требуемое по значению напряжения и рода тока, применяют электромашинные преобразователи типа «двигатель – генератор». Они состоят из электродвигателя постоянного тока и генератора требуемого напряжения и рода тока. Функциональная схема преобразователя Д-Г показана на рисунке 5.4.



Рисунок 5.4 – Функциональная схема преобразователя Д-Г

Характеристики преобразователя ПТ-200Ц:

- напряжение питания электродвигателя – 26,5–28,5 В;
- потребляемый ток электродвигателя – не более 14 А;
- выходное напряжение переменного тока – 34,5–40 В;
- ток через нагрузку каждой фазы – не более 3,2 А;
- частота переменного тока – 400 Гц \pm 2 %;
- номинальная частота вращения – 800 об/мин.

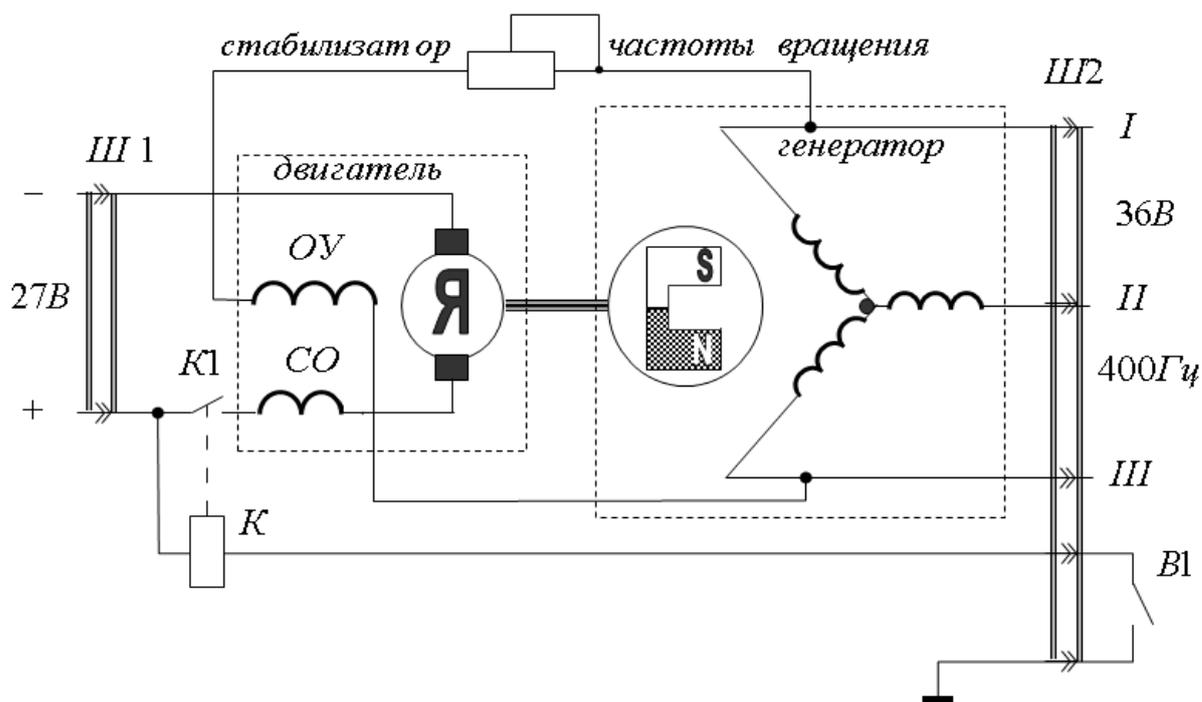
В последних версиях стабилизаторов вооружения (для БМД-2 – 2Э36-6) используется статический электронный преобразователь – инвертор. Выходные характеристики инвертора полностью соответствуют характеристикам преобразователя ПТ-200Ц, вследствие чего они взаимозаменяемые.

Конструктивно преобразователь ПТ-200Ц (рисунок 5.5) представляет собой электромеханическое устройство, объединяющее в одном корпусе электродвигатель постоянного тока, трехфазный генератор переменного тока и стабилизатор частоты вращения электродвигателя. В конструкции преобразователя имеется контактор включения электродвигателя.

Якорь электродвигателя и ротор (постоянный магнит) генератора представляют собой единую конструкцию.

ПТ-200Ц является электромашинным преобразователем типа «двигатель – генератор». Принцип действия подобного преобразователя основан на двойном преобразовании энергии:

- электрическая энергия бортовой сети электродвигателем постоянного тока преобразуется в механическую энергию, приводящую в действие генератор;
- механическая энергия электродвигателя преобразуется генератором в электрическую энергию, но другого рода тока (переменного) и напряжения (3-фазное 36 В, 400 Гц).



Ш1 – входной разъем; СО – обмотка последовательная двигателя; ОУ – обмотка управления двигателя; Я – якорь двигателя; РГ – ротор генератора; ОСГ – трехфазная обмотка статора генератора; Ш2 – выходной разъем; К – контактор включения ПТ-200Ц; В1 – выключатель ПРИВОД на ПУ

Рисунок 5.5 – Функциональная схема преобразователя ПТ-200Ц

Качество электрической энергии (точность частоты тока и величины напряжения) в ПТ-200Ц обеспечивается стабилизатором частоты вращения электродвигателя (магнитным усилителем). Для подключения электродвигателя ПТ-200Ц к бортовой сети машины в его конструкции имеется контактор, который, в свою очередь, включается выключателем ПРИВОД на ПУ СВ (по истечении 6–20 с после включения тумблера).

Необходимость стабилизатора частоты вращения электродвигателя состоит в том, что напряжение бортовой сети машины постоянно изменяется в больших пределах от 22 до 29 В из-за изменения частоты вращения коленчатого вала ДВС машины и электрической нагрузки. Изменение напряжения бортовой сети, влечет изменение частоты вращения электродвигателя ПТ-200Ц, что приводит к изменению основных характеристик (частота тока и величина напряжения) генератора. Эти изменения вызывают значительный рост ошибки стабилизации и уменьшают точность стрельбы. Для устранения этого недостатка обеспечивается постоянство частоты вращения электродвигателя с помощью стабилизатора частоты вращения его якоря.

5.2.2 Принцип работы преобразователя ПТ-200Ц

После включения выключателя В1 пульты управления СВ включается контактор Р1 (рисунок 5.6). Напряжение бортовой сети поступает на якорь приводного электродвигателя М1 и обмоток возбуждения УО и СО, где СО (последовательная обмотка) обеспечивает работу электродвигателя, а УО (управляющая обмотка) поддерживает частоту вращения якоря электродвигателя в заданном режиме (800 об/мин).

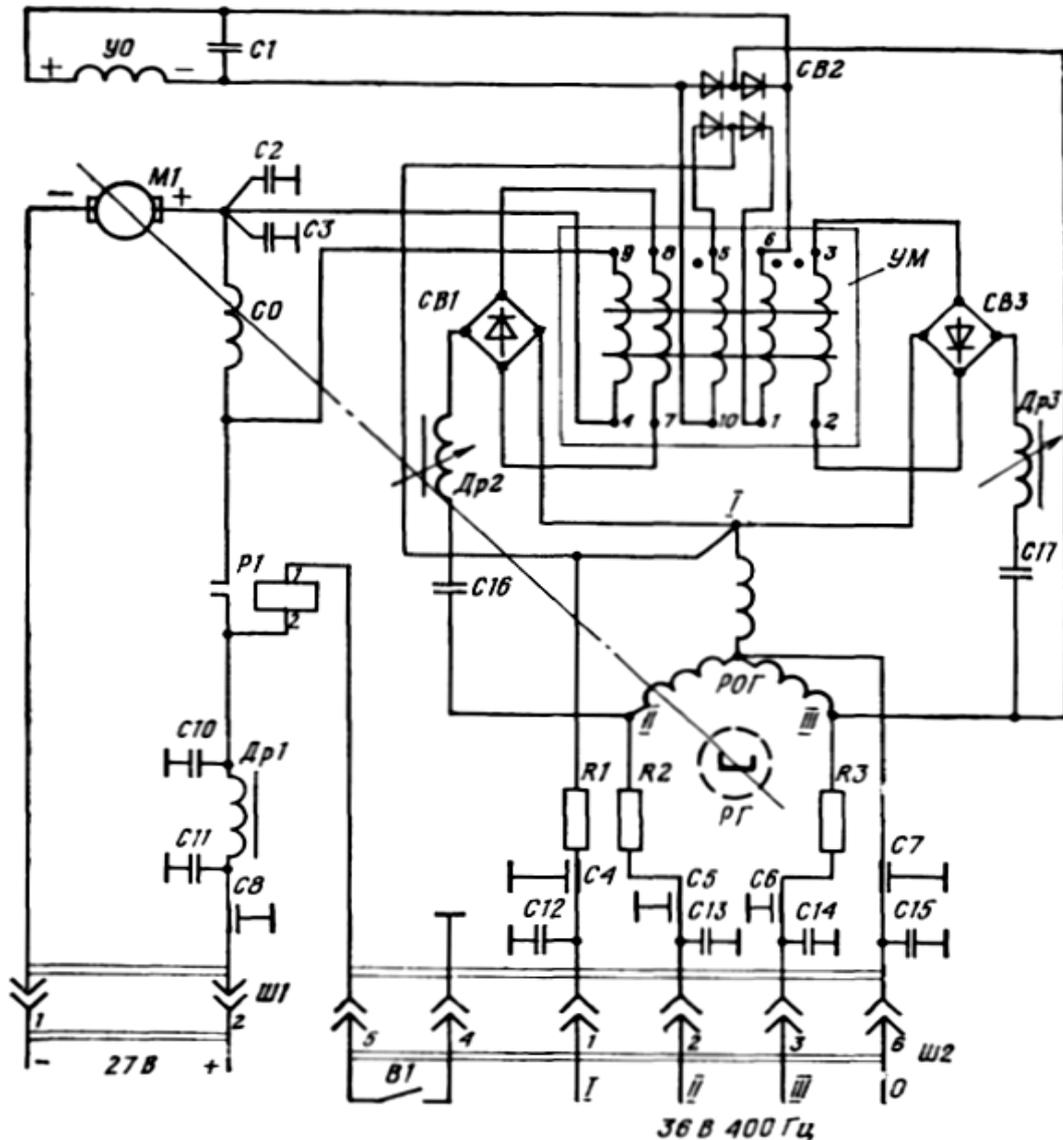


Рисунок 5.6 – Принципиальная электрическая схема ПТ-200Ц со схемой стабилизации частоты и контактором

Электродвигатель вращает ротор генератора (РГ) переменного тока, находящегося на одном валу с якорем электродвигателя, в обмотке статора генератора возникает переменный электрический ток, стабилизация частоты и

напряжения которого обеспечиваются постоянством частоты вращения электродвигателя. В схеме стабилизации частоты вращения электродвигателя ПТ-200Ц используется магнитный усилитель с внутренней положительной обратной связью (УМ). Управляющая обмотка электродвигателя через выпрямители СВ2 и СВ1 (или СВ3) подключена через рабочие обмотки магнитного усилителя к выходному напряжению генератора, в результате чего образуется обратная связь, посредством которой изменяется частота вращения электродвигателя при изменении напряжения бортовой сети машины или при изменении нагрузки на генератор преобразователя.

5.3 Двухполярный блок питания

5.3.1 Назначение и общее устройство двухполярных блоков питания

Двухполярные стабилизированные блоки питания предназначены для преобразования переменного напряжения (36 В, 400 Гц) от генератора ПТ-200Ц в постоянное двухполярное напряжение ± 15 В относительно средней точки. Блоки установлены в приборах СВ – БУ-179, У-ВН, У-ГН.

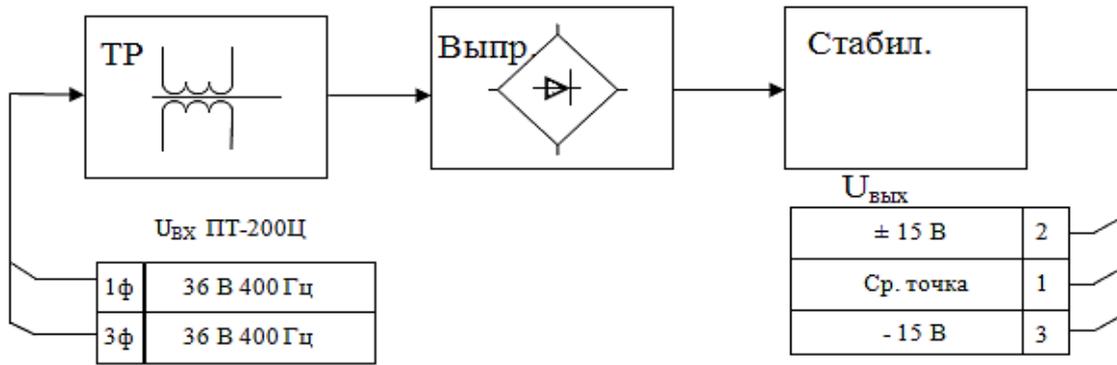
Постоянное двухполярное напряжение ± 15 В в конструкции приборов СВ используется для питания микросхем электронных приборов СВ, реле времени в БУ-179, для обеспечения работы датчиков наведения (потенциометров ПУ) и балансировки ПУ, и широтно-импульсных модуляторов усилителей У-ВН и У-ГН.

5.3.2 Принцип работы двухполярного блока питания

Двухполярный блок питания СВ состоит из следующих частей (рисунок 5.7): трансформатора; полупроводникового выпрямителя; двухполярного стабилизатора напряжения.

Двухполярный стабилизатор напряжения через выпрямитель и трансформатор подключен к преобразователю тока ПТ-200Ц (рисунок 5.8). Трансформатор необходим для повышения напряжения от ПТ-200Ц (36 В) до величины 40 В, что необходимо для обеспечения работы двухполярного стабилизатора напряжения. Выпрямитель Д1-Д4 обеспечивает выпрямление переменного тока в постоянный.

Стабильность выходного напряжения (15 В) обеспечивается стабилитроном Д8 и группой транзисторов Т1-Т5. Деление однополярного напряжения на двухполярное (± 15 В относительно средней точки) производится резисторами R8 и R9. Микросхемы У1 и У2 обеспечивают заданную стабильность положительного и отрицательного напряжения.



ТР – трансформатор; Выпр. – полупроводниковый выпрямитель;
Стабил. – двухполярный стабилизатор напряжения

Рисунок 5.7 – Функциональная схема двухполярного блока питания

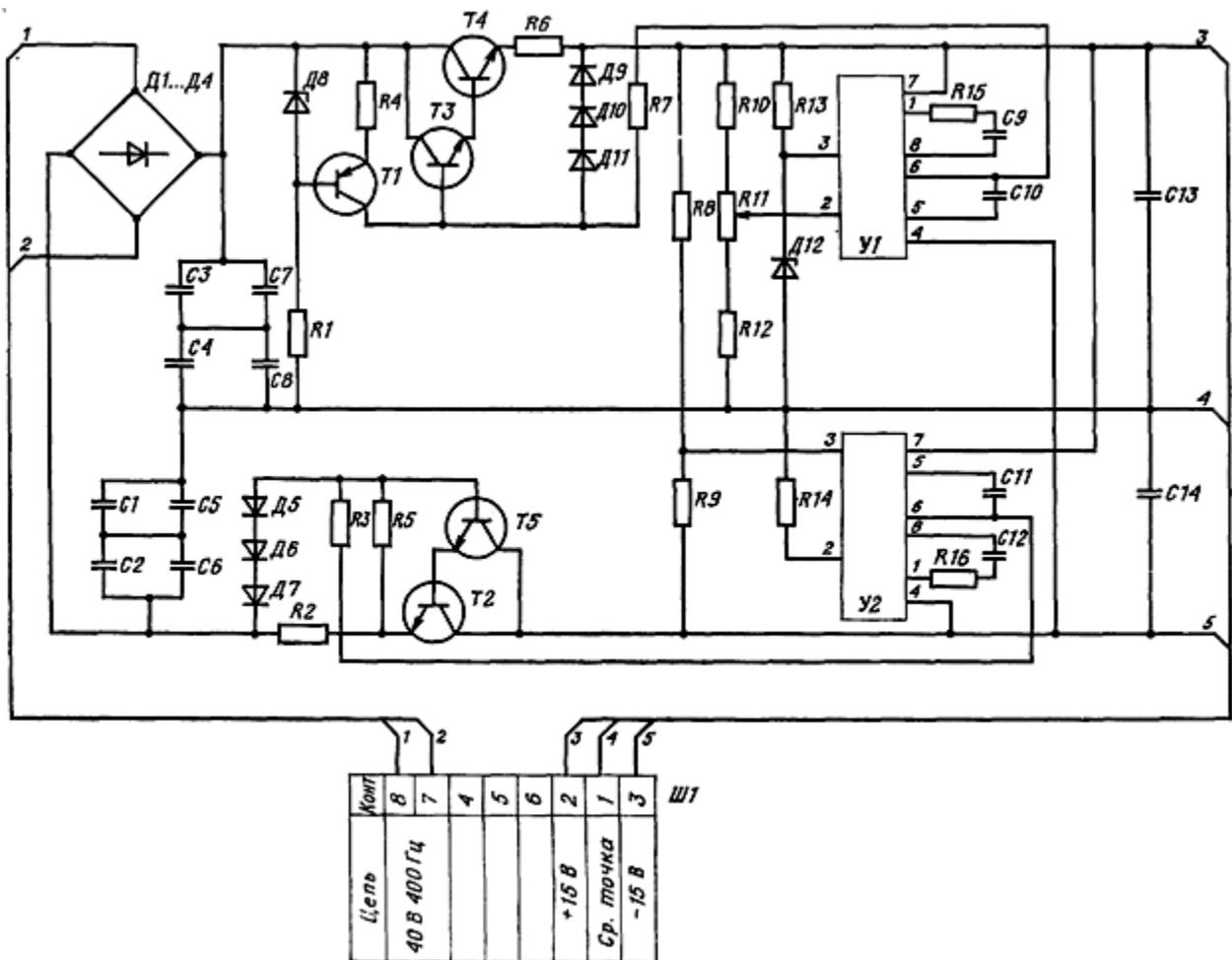


Рисунок 5.8 – Двухполярный стабилизатор напряжения

Для сглаживания пульсаций напряжения выпрямителя в стабилизаторе установлены блоки конденсаторов, а для защиты его от перегрузок по потребляемому току – блоки полупроводниковых диодов, ограничивающих токи через силовые транзисторы.

5.4 Фильтр питания

Фильтр питания (рисунок 5.9) предназначен для уменьшения помех в бортовой сети напряжения 27 В при работе стабилизатора вооружения, где основными источниками пульсаций напряжения, являющихся источником радиопомех, являются щёточно-коллекторные узлы электродвигателей и коммутационная аппаратура. Кроме уменьшения помех, фильтр обеспечивает защиту СВ от включения напряжения бортовой сети в обратной полярности.

Фильтр питания состоит из фильтров для усилителей привода ВН и привода ГН (канал ВН и канал ГН), схемы защиты от обратной полярности.

Каждый канал представляет собой индуктивно-ёмкостной электрический фильтр. Схема защиты состоит из контактора и диодов.



1 – корпус, 2 – контактор; 3 – штепсельный разъем

Рисунок 5.9 – Фильтр питания СВ

Индуктивно-ёмкостные фильтры являются большим сопротивлением для пульсаций электрического напряжения, при этом постоянная составляющая пропускается фильтром питания без изменения.

Контактор подключает фильтр питания к бортовой сети при включенных автоматах защиты сети ГН и ВН (или одного из них) в коробке защиты КР-25.

Контрольные вопросы

1 Изобразите функциональную электрическую схему цепей стабилизатора вооружения 2Э36-3.

2 Назовите состав приборов защиты цепей стабилизатора вооружения.

3 Перечислите элементы стабилизатора вооружения, питающиеся от преобразователя ПТ-200Ц.

4 Изобразите функциональную схему преобразователя тока Д-Г.

5 Раскройте принцип действия преобразователя ПТ-200Ц.

6 Каково назначение двухполярного блока питания?

7 Для чего предназначен фильтр питания?

6 РАБОТА СТАБИЛИЗАТОРА ВООРУЖЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ

6.1 Принцип работы стабилизатора вооружения

Режим – это чётко установленный порядок совместной работы приборов и механизмов, обеспечивающий точное и быстрое выполнение совместных действий.

Принцип работы СВ заключается в управлении исполнительными электродвигателями с целью перемещения башни и спаренной установки как при наведении оружия на цель, так и при стабилизации положения оружия при движении машины в ВН и ГН.

Конструкция СВ 2Э36 предусматривает два основных режима работы:

- режим АВТ (автоматический);
- режим ПАВ (полуавтоматический).

Кроме того, имеется вспомогательный режим «Готов».

Режим АВТ является основным при стрельбе из спаренной установки по наземным целям, поскольку в этом режиме СВ обеспечивает действия наводчика-оператора по поиску цели, прицеливанию и ведению огня по наземным целям со скоростью наведения от 0,07 до 6 град/с. В режиме АВТ обеспечивается качественная стабилизация вооружения при движении машины.

Режим ПАВ применяется при стрельбе из спаренной установки по воздушным целям. Режим обеспечивает высокие скорости наведения: до 30 град/с – в ГН; от 0,1 до 35 град/с – в ВН. Качество стабилизации в режиме ПАВ значительно ниже, чем в режиме АВТ.

Режим «Готов» (нестабилизованный режим) применяется в случае, когда необходимо, чтобы при движении машины электроприводы наведения не работали, но сохранялась возможность быстрого их включения (внезапный бой в ходе марша). В этом случае происходит переключение приводов с моторных ветвей на ручные, при этом цепи управления стабилизатором остаются включенными (преобразователь ПТ-200Ц и гироскопы работают).

Переключение режимов производит наводчик-оператор соответствующим переключателем на ПУ по необходимости. Кроме того, режим ПАВ включается автоматически в следующих случаях:

- в плоскости ГН при повороте ПУ в крайние положения (левое или правое) обеспечивается высокая перебросочная скорость (при необходимости быстрого перемещения линии выстрела);
- подъёме спаренной установки на угол свыше 30–35° (при внезапном появлении воздушной цели).

6.2 Функциональная схема включения стабилизатора вооружения

6.2.1 Подготовка стабилизатора к работе

В соответствии с алгоритмом функционирования СВ (рисунок 6.1) перед включением стабилизатора необходимо:

- проверить, нет ли препятствий повороту башни и спаренной установки снаружи и внутри машины;
- убедиться в том, что автоматы защиты сети (АЗС) ВН, ГН, ПРЕОБР на коробке защиты КР-25 включены;
- выключатель ПТР на блоке управления БУ-25-2С выключен;
- выключатель ГОТОВ включен;
- все люки на крыше корпуса машины и кормовой люк закрыты.

Следом за перечисленными действиями необходимо расстопорить башню и спаренную установку. После этого с помощью вращения маховиков подъемного и поворотного механизмов проверить равномерное (без заеданий) перемещение башни и спаренной установки.

6.2.2 Включение стабилизатора вооружения

Включение стабилизатора производить после включения аккумуляторной батареи и запуска двигателя. Перед включением предупредить экипаж о включении стабилизатора.

Для включения стабилизатора на ПУ выключатель ПРИВОД установить в положение ВКЛ. При этом начинает прослушиваться работа преобразователя ПТ-200Ц (если в СВ установлен электронный преобразователь – инвертор, то звука его работы не слышно).

Переключателем АВТ/ПАВ установить требуемый режим работы. Положению АВТ переключателя соответствует включение режима «Автомат», положению ПАВ – включение режима «Полуавтомат».

Через 6–20 с после включения выключателя ПРИВОД на пульте управления загораются светодиоды:

- ВН и ГН, сигнализирующие о включении вертикального и горизонтального привода соответственно;
- АВТ или ПАВ в зависимости от включенного режима работы стабилизатора.

Для отдельного включения привода ВН или ГН необходимо перед включением выключателя ПРИВОД на ПУ выключить соответствующий АЗС (ВН или ГН) на коробке защиты КР-25.

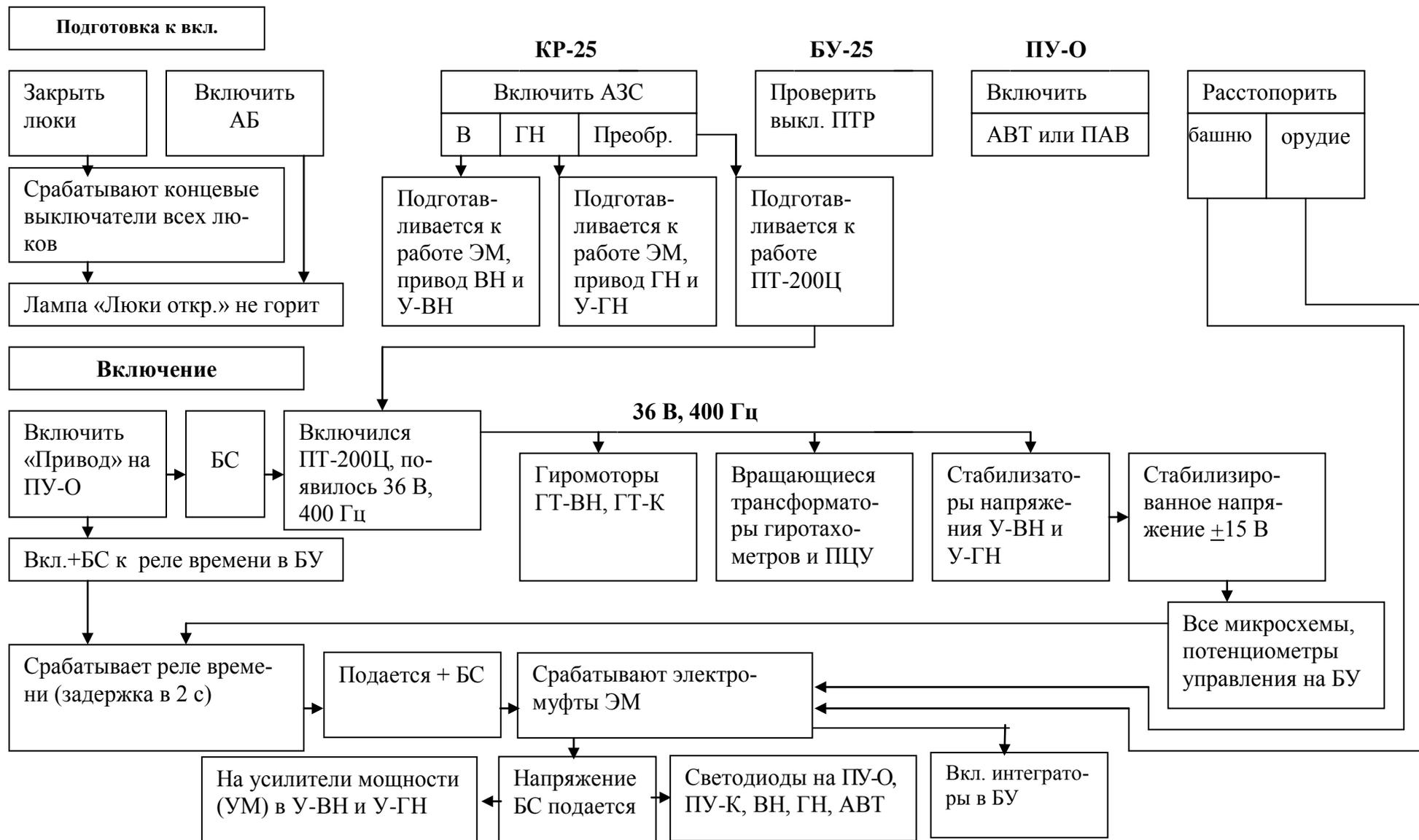


Рисунок 6.1 – Алгоритм функционирования стабилизатора вооружения

6.2.3 Управление стабилизатором вооружения

Наведение спаренной установки в вертикальной плоскости осуществляется поворотом ручек ПУ вокруг их оси. Чем больше угол отклонения ручек, тем больше скорость наведения. Направление движения спаренной установки совпадает с направлением поворота ручек пульта управления. При переводе ручек в нейтральное положение спаренная установка останавливается.

При подходе спаренной установки к предельному углу возвышения или снижения срабатывает соответствующий конечный выключатель (ограничения угла возвышения или угла снижения) и спаренная установка останавливается. Управление спаренной установки в этом случае возможно только в противоположном направлении, при этом возможна задержка спаренной установки на упоре. Для уменьшения длительности задержки отклонить ручку пульта до упора в сторону наведения спаренной установки от упора. При выходе спаренной установки из зоны предельного угла возвышения и снижения восстанавливается двухстороннее управление. На упорах возможны автоколебания спаренной установки. Для их устранения необходимо с помощью пульта управления отвести спаренную установку от упора.

Наведение спаренной установки (поворот башни) в горизонтальной плоскости осуществляется поворотом корпуса пульта управления относительно вертикальной оси. Необходимая величина скорости наведения спаренной установки достигается поворотом корпуса пульта управления на определенный угол от нейтрального положения, а направление поворота совпадает с направлением поворота корпуса пульта управления. Для остановки спаренной установки установить корпус пульта управления в нейтральное положение. При повороте корпуса пульта управления в крайнее положение скорость наведения изменяется скачкообразно от максимальной в соответствующем режиме до перебросочной (максимально возможной).

При движении машины через препятствия спаренная установка может отклоняться от заданного стабилизированного положения. Оператору в этом случае не следует ПУ удерживать спаренную установку в заданном положении, так как после преодоления препятствия спаренная установка автоматически возвращается в это положение.

При включенном стабилизаторе и отпущенной ручке пульта управления возможно самопроизвольное перемещение спаренной установки – увод в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При этом скорость увода в процессе эксплуатации может достигать величины, при которой наведение спаренной установки и прицельная стрельба из нее затрудняются.

Для уменьшения скоростей уводов необходимо на пульте управления плавно повернуть находящиеся под откидной крышкой ручки резистора

БАЛАНС ВН для компенсации увода в плоскости ВН и ручку резистора БАЛАНС ГН для компенсации увода в плоскости ГН. Если после поворота ручки резистора скорость увода начинает увеличиваться, необходимо поворачивать ее в другую сторону до тех пор, пока величина скорости увода станет наименьшей. При необходимости переключения приводов ВН и ГН с моторной ветви на ручную с сохранением готовности к работе остальных систем стабилизатора, установить выключатель ГОТОВ в положение ВЫКЛ. При этом сигнальные лампочки ПРИВОД, ВН, ГН, РЕЖИМ не должны гореть.

6.2.4 Выключение стабилизатора вооружения

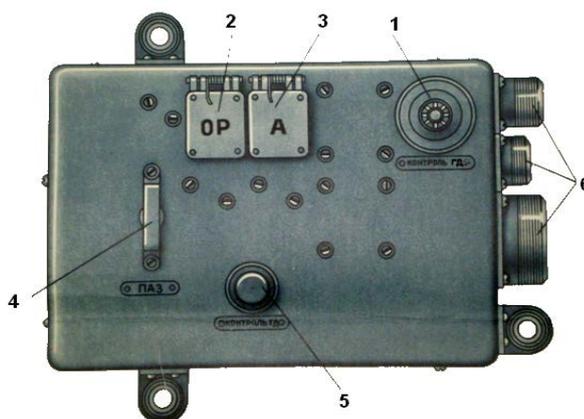
Для выключения стабилизатора установить выключатель ПРИВОД на ПУ в положение ВЫКЛ., при этом гаснут светодиоды ВН и ГН, АВТ (ПАВ). Кроме того, отключение СВ (переключение на ручной привод без выключения стабилизатора) производится:

а) с места оператора:

- выключением выключателя ГОТОВ;
- вводом спаренной установки в зону антенны ($\pm 15^\circ$ до антенны);
- постановкой башни или пушки на стопор (отключается только соответствующий канал);
- включением на БУ-25-2С выключателя ПТР (при этом на ПУ загорается сигнал ПТР);
- выключением на КР-25 АЗС ВН или ГН;

б) с места командира:

- открытием люка командира;
- нажатием кнопки «А» на коммутационном блоке (рисунок 6.2);



1 – кнопка КОНТРОЛЬ ГД; 2, 3 – кнопки ОР (2) и А (3); 4 – выключатель ПАЗ; 5 – сигнальный фонарь КОНТРОЛЬ ГД; 6 – электрические разъемы

Рисунок 6.2 – Коммутационный блок

в) с места механика-водителя:

- открыванием люка механика-водителя;
- выключением аккумуляторной батареи (двигатель не работает);

г) с мест пулеметчика и десанта – открыванием десантного люка.

6.2.5 Работа стабилизатора вооружения в плоскостях вертикального и горизонтального наведения

Для ознакомления с работой технически сложного устройства, такого как стабилизатор вооружения, используются структурные схемы, представленные на рисунках 6.3, и 6.4. В схемах показаны функциональные связи взаимодействия приборов и устройств приводов ВН и ГН стабилизатора вооружения 2Э36-3 БМД-2.

В приводе ВН объектом регулирования является пушка (О) (рисунок 6.3). Регулируется скорость вынужденных угловых перемещений, вызванных колебаниями корпуса БМ.

В состав привода ВН входят:

- датчики наведения (ПУ), стабилизации (ГТ-ВН, ГТ-К) и обратной связи (ТГ, ДТ);

- преобразователь сигналов – блок управления БУ-179;

- регулятор – усилитель У-ВН;

- электродвигатель ЭДМ-14, который конструктивно входит в состав подъемного механизма.

Все приборы СВ связаны между собой электрическими цепями управления, силовыми или сигнальными (для включения сигнальных ламп и организации блокировки включения СВ) цепями:

- цепи сигналов управления это цепи, которые связывают объект управления (блок оружия) с входом системы, датчиками которых являются ГТ-ВН, ГТ-К, ПУ-О (канал ВН), аналогично по каналу ГН;

- цепи обратной связи (корректировки) обеспечивают: ТГ и датчики тока усилителей мощности по своим каналам.

В приводе ГН объектом регулирования является башня (Б) (рисунок 6.4). Регулируются ее горизонтальные угловые колебания ψ_k , вызванные колебанием корпуса БМ.

В состав привода ГН входят:

- регулятор: блок управления БУ-179 (канал ГН), усилитель мощности У-ГН, электродвигатель ЭДМ-20, поворотный механизм;

- цепи сигналов управления, которые связывают объект управления с входом системы, датчиками которых являются ГТ-ГН, ПУ-О (канал ГН);

- цепи обратной связи (корректировки) ДТ.

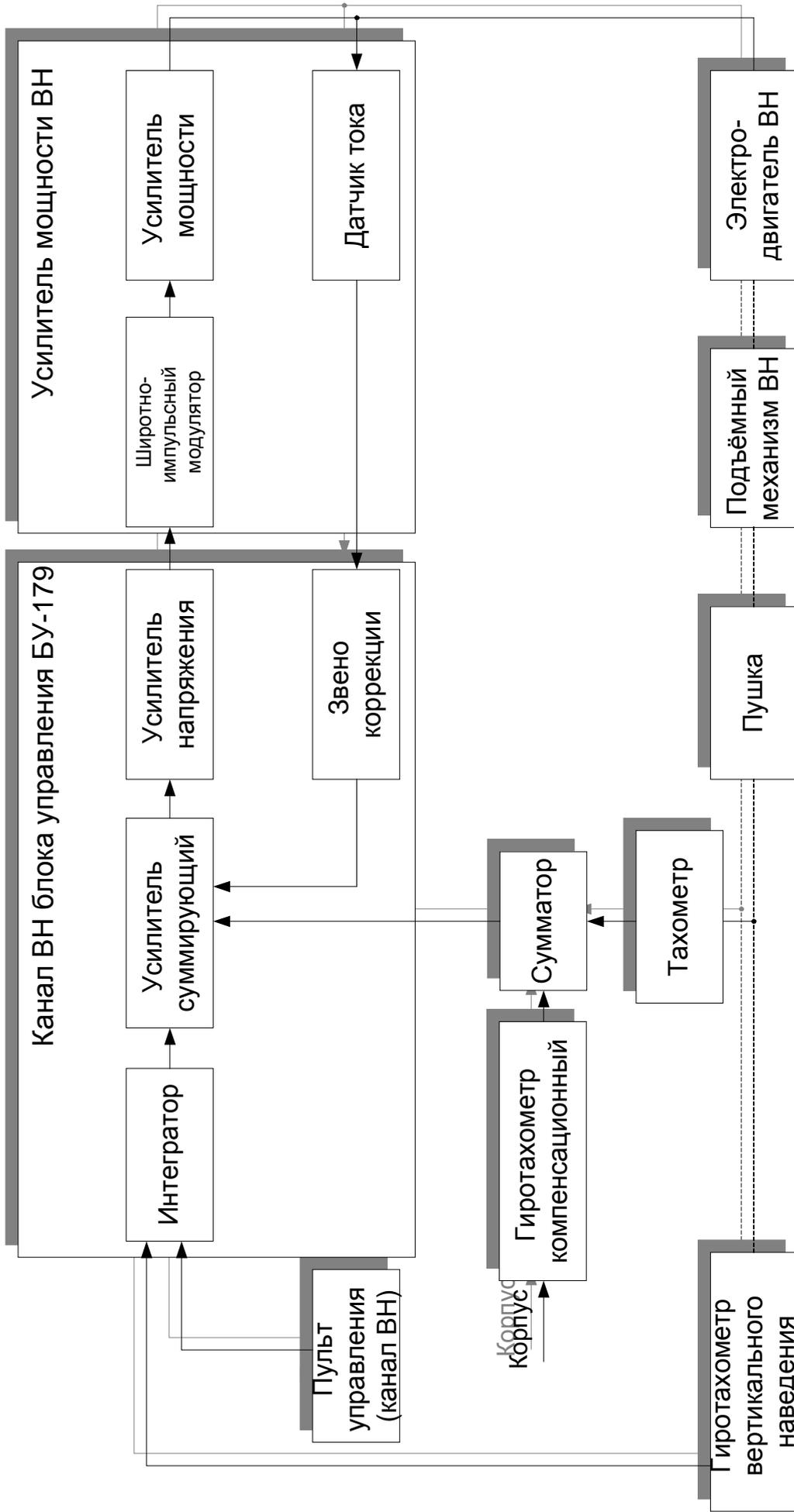


Рисунок 6.3 – Структурная схема привода ВН
 Рисунок 6.3 – Структурная схема привода ВН

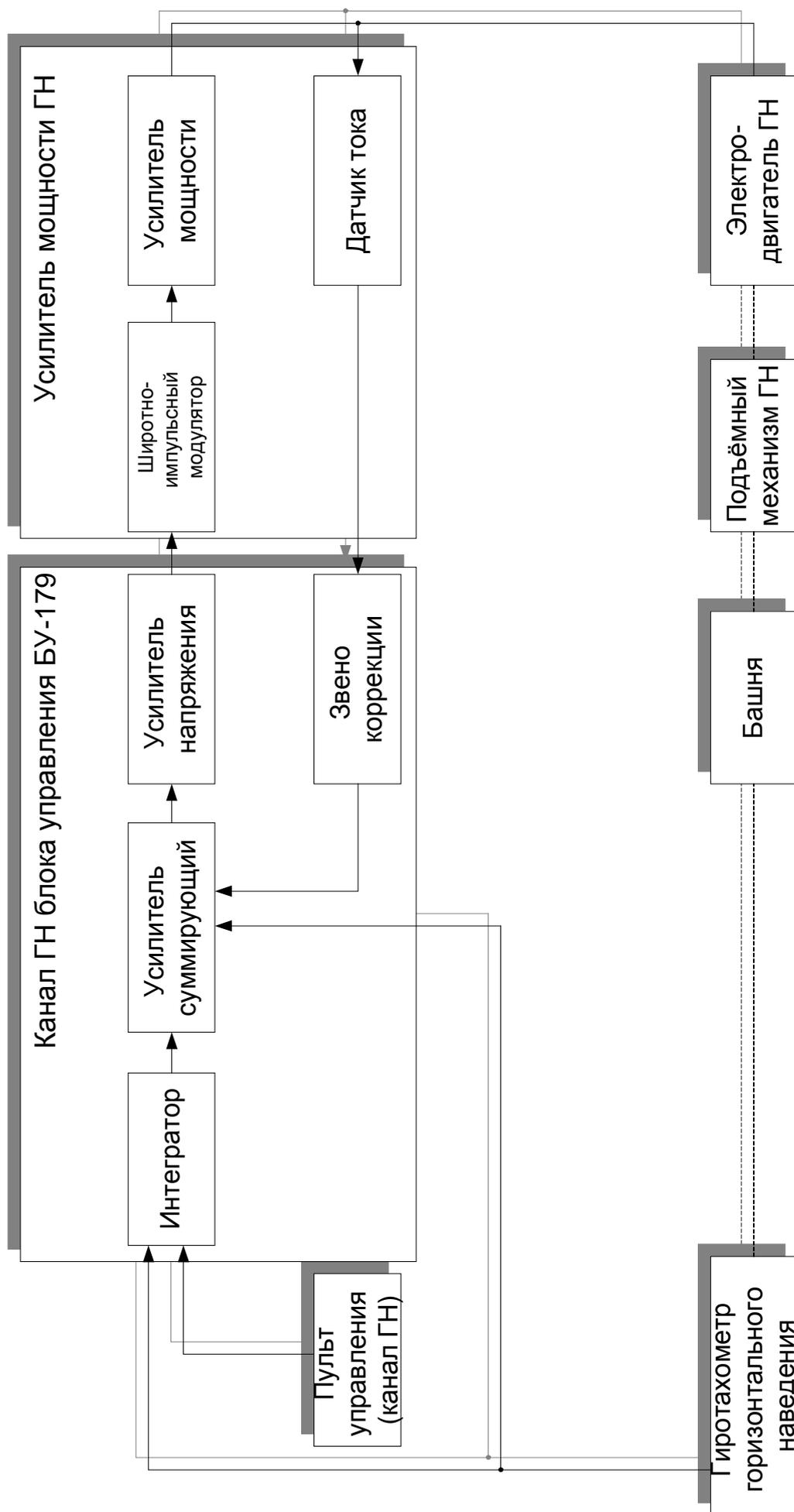


Рисунок 6.4 – Структурная схема привода ГН

После выполнения наводчиком-оператором вышеперечисленных операций происходит следующее:

- электрический ток (+27 В) от БУ-25-2С поступает в блок управления БУ-179 и пульт управления ПУ-О, из КР-25 – в фильтр питания (ФП), на У-ВН через предохранитель ПР (50 А) на его реле включения, на У-ГН через предохранитель ПР (50 А) на его реле включения, на преобразователь тока ПТ-200Ц на его реле включения;

- электрический ток (–27 В) из БУ-25-2С поступает на реле времени блока управления БУ-179 и пульт ПУ-О на выключатель ПРИВОД, через электрический контакт с корпусом башни минус 27 В подается на У-ВН, У-ГН и преобразователь ПТ-200Ц (его реле включения).

Действия экипажа при подготовке СВ к включению следующие.

Механик-водитель обязан: включить выключатель аккумуляторных батарей; закрыть люк; пустить двигатель; проверить по вольтметру вольтамперметра напряжение бортовой сети машины (рисунок 6.5), которое должно быть 26–29 В; доложить командиру о готовности к включению.



Рисунок 6.5 – Вольтамперметр ВА-440

Наводчик-оператор обязан: на ПУ-О выключатель ПРИВОД установить в положение ВЫКЛ.; на ПУ-О установить переключатель режима в положение АВТ или ПАВ; по БУ-25-2С проверить закрытие люков (на БУ-25-2С фонарь ЛЮКИ ОТКР не горит); на БУ-25-2С установить выключатель ПТР в положение ВЫКЛ.; на КР-25 проверить установку автоматов защиты сети в положение ВКЛ (ГН, ВН, ПРЕОБР.); снять со стопоров башню и спаренную установку (пушку с ПТК) и проверить возможность их поворота вручную (без заеданий); доложить командиру о готовности к включению.

Командир машины обязан: дать команду экипажу на проверку наличия посторонних предметов в зоне вращения башни; дать команду на закрытие люков и контролировать исполнение; контролировать включение СВ по высвечиванию сигнального фонаря ОСЛТ-37, представленному на рисунке 6.6.

Включение стабилизатора осуществляется установкой выключателя ПРИВОД на ПУ-О в положение ВКЛ. При этом напряжение 27 В через контак-

тор включения подается на ПТ-200Ц, вырабатывающего напряжение переменного тока трехфазное 36 В, 400 Гц. Трехфазное переменное напряжение с ПТ-200Ц поступает на БУ-179, У-ВН и У-ГН, а также на гиротаксометры ГТ-ВН, ГТ-ГН, ГТ-К, гиромоторы которых разгоняются за 6–20 с до требуемой частоты вращения.



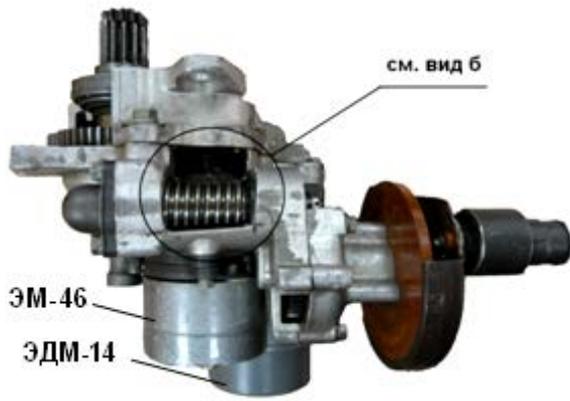
Рисунок 6.6 – Вид с рабочего места командира (на 11 часов)

Постоянное двухполярное напряжение ± 15 В стабилизаторов напряжения усилителей БУ-179, У-ВН и У-ГН, сформированное из выходного напряжения ПТ-200Ц, поступает:

- на реле времени блока управления БУ-179, которое срабатывает через 6–20 с, подавая напряжение +27 В с выключателя ПРИВОД ПУ-О на электромагнитные муфты подъемного и поворотного механизмов;
- потенциометрические датчики ПУ-О по ВН и ГН;
- реле включения усилителей мощности У-ВН и У-ГН, предназначенных для управления электродвигателями ЭДМ-14 и ЭДМ-20.

В то же время при включении электромагнитных муфт ручные ветви подъемного и поворотного механизмов (рисунки 6.7, 6.8) переключатся на моторные. При этом ЭМ-46 через блок управления БУ-179 подадут +27 В на контакторы усилителей мощности У-ВН и У-ГН, что включит их в работу. В результате чего включится светодиодная сигнализация пульта управления ПУ-О. Таким образом, стабилизатор включен и готов к работе.

Передача крутящего момента в механизмах привода в ручном и моторном режиме представлена на рисунке 6.8.

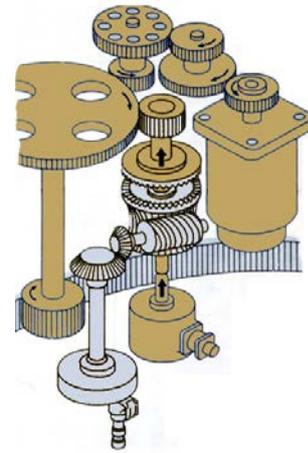
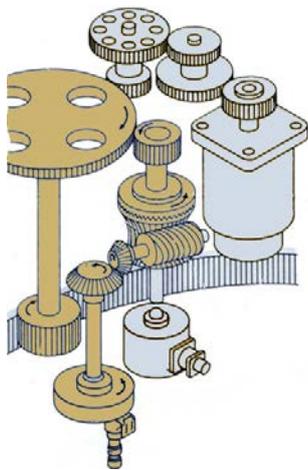


а

б

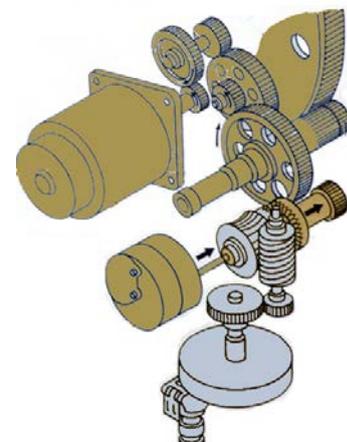
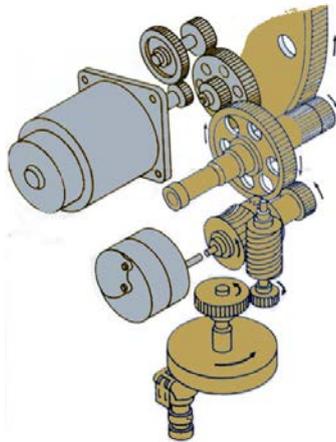
а – механизм привода; б – червячная передача привода ручной ветви

Рисунок 6.7 – Механизм привода ВН



а

б



в

г

а – ручное управление ГН; б – моторное управление ГН; в – ручное управление ВН;
г – моторное управление ВН

Рисунок 6.8 – Передача крутящего момента в механизмах привода

Действия наводчика-оператора при *включении СВ* следующие.

Наводчик-оператор должен:

- установить на ПУ-О выключатель ПРИВОД в положение ВКЛ;
- контролировать включение СВ.

Признаки включения СВ:

- специфический «воющий» звук включения ПТ-200Ц;
- щелчок при срабатывании электромагнитных муфт – высвечивание светодиодов ВН, ГН, АВТ или ПАВ на ПУ-О.

При настройке или проверке параметров стабилизатора ДОПУСКАЕТСЯ раздельное включение привода ВН или ГН, для чего перед включением СВ установить соответствующий автомат защиты сети (ВН или ГН) в коробке защиты КР-25 в положение ВЫКЛ/ВКЛ.

Выключение СВ осуществляется в соответствии с приложением Ж.

Для выключения СВ с места наводчика-оператора на ПУ-О установить выключатель ПРИВОД в положение ВЫКЛ.

При необходимости выключение можно произвести другими способами:

- на КР-25 выключить АЗС ВН, ГН, ПРЕОБР;
- на БУ-25-2С выключатель ПТР установить в положение ВКЛ;
- поставить на стопор пушку и башню.

Для выключения СВ с места командира:

- открыть люк командира;
- включить выключатель ПА3 (верхнее положение тумблера) и нажать кнопку «А» на коммутационном блоке СКЗ.

Для выключения СВ с места механика-водителя:

- открыть люк механика-водителя;
- отключить напряжение бортовой сети (выключить выключатель аккумуляторных батарей ВБ-404 и остановить двигатель).

Для выключения СВ с места десанта необходимо открыть десантный люк.

Для выключения СВ с места пулеметчика необходимо открыть люк пулеметчика.

Работу стабилизатора рассмотрим по функциональным схемам, приведенным на рисунках 6.3 и 6.4.

Привод ВН (стабилизатор пушки). Стабилизатор пушки представляет собой замкнутую систему автоматического регулирования, использующую принцип регулирования по отклонению регулируемой величины от заданного значения. Объектом регулирования в этой системе является пушка, регулируемой величиной ω (ее угловая скорость). Измерителем скорости отклонения пушки от заданного наводкой угла возвышения является датчик скорости ГТ-ВН.

При движении машины возникают отклонения пушки относительно заданного наводкой угла возвышения. При отклонении пушки с некоторой скоро-

стью от заданного направления на вращающемся трансформаторе (индукционный датчик), представленном на рисунке 6.9, ГТ-ВН появляется сигнал соответствующей величины и фазы. Этот сигнал поступает на интегратор БУ-179, где преобразуется в напряжение, пропорциональное углу отклонения пушки от заданного положения. Сигнал по скорости отклонения пушки от заданного направления формируется датчиком скорости ГТ-К, установленным в корпусе башни и тахогенератором ТГ. Сумма сигналов ГТ-К и ТГ пропорциональна абсолютной угловой скорости пушки. Датчик тока ДТ вырабатывает сигнал пропорциональный току нагрузки исполнительного двигателя ИД.

Сигналы с интегратора, ГТ-К, ТГ и ДТ поступают в суммирующий усилитель. Суммированный и усиленный сигнал поступает на вход широтно-импульсного модулятора (ШИМ). В ШИМ сигнал преобразуется в прямоугольные импульсы, частота которых равна 400 Гц, а скважность определяется величиной входного напряжения.



Рисунок 6.9 – Вращающийся трансформатор гиротахометра

Электродвигатель через подъемный механизм и зубчатый сектор поворачивает пушку в сторону, противоположную отклонению, удерживая его в направлении на цель с точностью, определяемой технической характеристикой СВ. Для наведения пушки наводчик отклоняет рукоятки пульта управления. Сигнал пульта управления, пропорциональный величине отклонения рукояток, поступает на вход интегратора. С выхода интегратора сигнал поступает на электропривод ВН, который, обрабатывая этот сигнал, поворачивает пушку. С началом перемещения пушки на интегратор поступает сигнал отрицательной обратной связи, формируемый гиротахометром ГТ-ВН. Разгон пушки продолжается до тех пор, пока сигнал с пульта управления и сигнал обратной связи не уравниются. Когда эти сигналы уравниваются, орудие начнет двигаться со скоростью, пропорциональной углу поворота рукояток пульта управления.

Привод ГН (стабилизатор башни). Стабилизатор башни также представляет собой систему автоматического регулирования по отклонению. Отличи-

тельной его особенностью, по сравнению со стабилизатором пушки, является отсутствие тахогенератора ТГ и гироскопа ГТ-К. Объектом регулирования является башня боевой машины с установленным в ней вооружением, оборудованием и экипажем. Регулируемые величины – угол горизонтальной наводки и угловая скорость башни.

Принцип действия стабилизатора башни аналогичен описанному выше принципу действия стабилизатора пушки. Отличительной особенностью стабилизатора башни является формирование сигналов отрицательной обратной связи и по скорости и по углу одним гироскопическим датчиком ГТ-ГН, установленным на пушке.

Режим «Готов» применяется, если необходимо, чтобы при движении машины пушка и башня были неподвижны, но сохраняли возможность быстрого включения приводов ВН и ГН (например, при совершении марша с вероятностью внезапного использования СВ). В этом режиме приводы переключены на ручное управление, а электрические цепи СВ включены, то есть электромагнитные муфты отключены, контакторы (электропитание) усилителей У-ВН и У-ГН отключены. На остальные элементы СВ электрический ток поступает, в том числе и на гироскопы, гиromоторы которых (рисунок 6.10) в связи с этим работают.



Рисунок 6.10 – Гиromотор

Для перехода в этот режим необходимо выключить тумблер ГОТОВ на ПУ-О.

6.3 Режимы работы стабилизатора вооружения

Основными режимами работы стабилизатора вооружения являются стабилизация, наведение, переброс (БМД-2), полуавтомат (ПАВ), блокировки.

6.3.1 Стабилизация пушки

При движении машины возникают отклонения пушки относительно заданного наводкой угла возвышения. Абсолютная скорость отклонения орудия измеряется гириахометром ГТ-ВН, который вырабатывает сигнал пропорциональный скорости и направлению отклонения. Этот сигнал поступает в БУ, где преобразуется в сигнал, пропорциональный углу отклонения пушки. Одновременно гириахометром ГТ-К и тахогенератором ТГ формируется сигнал, пропорциональный абсолютной угловой скорости отклонения пушки, который поступает в БУ.

В блоке управления сигналы по углу и скорости отклонения суммируются и усиливаются. Суммарный сигнал поступает в усилитель У-ВН. В широтно-импульсном модуляторе этот сигнал преобразуется в определенную последовательность импульсов, которые управляют импульсными усилителями мощности. Эти импульсы поступают на исполнительный электродвигатель ЭДМ-14. Якорь электродвигателя начинает вращаться и через редуктор возвращает пушку в заданное положение. После переходного процесса сигнал с интегратора (сигнал датчика угла) становится равным нулю, и пушка останавливается на заданном угле.

6.3.2 Стабилизация башни

При движении машины возникают отклонения башни относительно заданного наводкой угла в горизонтальной плоскости. Абсолютная скорость отклонения башни измеряется гириахометром ГТ-ГН, который вырабатывает сигнал, пропорциональный скорости и направлению отклонения. Этот сигнал поступает в БУ, где он интегратором преобразуется в сигнал пропорциональный углу отклонения башни.

Одновременно сигнал с гириахометра ГТ-ГН, пропорциональный абсолютной угловой скорости отклонения башни в горизонтальной плоскости, поступает в суммирующий усилитель блока управления. В блоке управления сигналы по углу и скорости отклонения башни суммируются и усиливаются. Суммарный сигнал поступает в усилитель У-ГН. В ШИМ этот сигнал преобразуется в определенную последовательность импульсов, которые управляют импульсными усилителями мощности. Эти импульсы поступают на исполнительный электродвигатель ЭДМ-20. Якорь электродвигателя начинает вращаться и через редуктор возвращает башню в заданное положение.

После переходного процесса сигнал с интегратора (сигнал датчика угла) становится равным нулю, и башня останавливается на заданном угле.

6.3.3 Режим «Наведение»

Для наведения пушки (рисунок 6.11) наводчик отклоняет рукоятки или корпус ПУ-О, задавая этим величину и форму управляющего сигнала. Этот сигнал поступает в блок управления БУ-175, где преобразуется в сигнал постоянного напряжения. Далее он поступает в усилитель (У-ВН или У-ГН). В широтно-импульсном модуляторе управляющий сигнал преобразуется в определенную последовательность импульсов, которые управляют импульсными усилителями мощности. Импульсы поступают на исполнительный электродвигатель. Якорь электродвигателя начинает вращаться и перемещает пушку в заданное наводчиком направление и с заданной скоростью.



а – управление по ГН; б – управление по ВН

Рисунок 6.11 – Управление наведением ПУ-О

По мере увеличения скорости пушки изменяется (увеличивается) сигнал. Полярность этого сигнала противоположна полярности управляющего сигнала. В БУ эти сигналы сравниваются и, когда их напряжения станут равны по величине, суммарный сигнал будет равен нулю, пушка начнет двигаться с установившейся скоростью. Положительная обратная связь по току якоря (ДТ) исполнительного двигателя способствует форсированному разгону пушки. Отрицательная обратная связь по скорости пушки, формируемая гироскопами, уменьшает время переходного процесса.

6.3.4 Режим «Переброс»

Наведение башни с максимальной (перебросочной) скоростью в режиме работы СВ АВТ обеспечивается поворотом корпуса ПУ до упора, при этом с удерживанием его в крайнем положении. При этом замыкаются контакты

микровыключателя в ПУ-О, интегратор переводится в режим усилителя, ток в цепи управления увеличивается, что отключает отрицательную обратную связь гироскопа ГТ-ГН по углу поворота башни. Это приводит к увеличению скорости поворота башни до её максимального значения для полуавтоматического режима (не менее 30 град/с).

6.3.5 Полуавтоматический режим наведения

Для включения СВ в режим ПАВ необходимо переключатель РЕЖИМ (АВТ-ПАВ) на пульте управления поставить в положение ПАВ. При этом гаснет светодиод АВТ, загорается ПАВ и шунтируется резистор в цепи управления (сопротивление цепи уменьшается). В результате величина сигнала управления по току резко увеличивается, то есть увеличивается скорость наведения пушки.

Таким образом, наведение пушки осуществляется с большими скоростями.

6.3.6 Блокировки

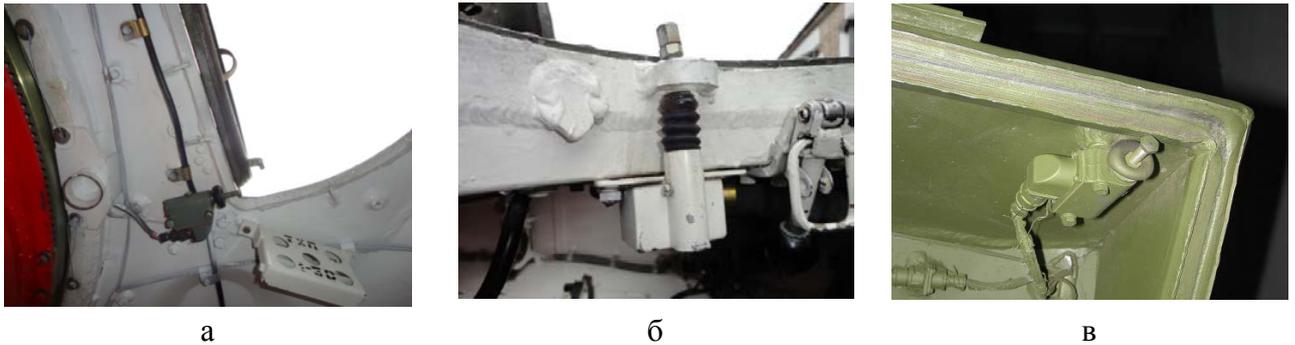
Для обеспечения требований безопасности, исключения повреждения спаренной установки, стабилизатора вооружения и всей БМ предусмотрено отключение СВ с помощью *блокировок электроприводов в ВН и ГН*.

Блокировка электроприводов в плоскости ВН. Блокировка от стопора пушки необходима для защиты электропривода вертикального наведения от перегрузок, которые могут возникнуть при попытках наведения застопоренной пушки. Датчиком блокировки является концевой выключатель, установленный в стопоре пушки (рисунок 6.12).



Рисунок 6.12 – Стопор пушки

Если пушка застопорена на башне, то контакты блокировки разомкнуты. При этом цепь питания реле в блоке управления БУ-25-2С разомкнута. Оно не включится, следовательно, не включится и стабилизатор пушки. Блокировка от люков десанта и механика-водителя введена во избежание травмы десанта машины, механика-водителя, а также во избежание выхода системы из строя при упоре (ударе) пушки в открытые люки десанта при наведении и стабилизации пушки. Если люк механика или какой-либо из люков десанта не закрыт и не застопорен, то один или несколько последовательно включенных контактов концевых выключателей размыкаются, отключая от бортовой сети обмотку реле в блоке БУ-25-2С (рисунок 6.13).



а – конечный выключатель люка пулеметчика; б – конечный выключатель люка механика водителя; в – конечный выключатель десантного люка

Рисунок 6.13 – Размещение конечных выключателей

При этом на панели блока БУ-25-2С красным светом загорается сигнальная лампа ЛЮКИ ОТКР. (рисунок 6.14).

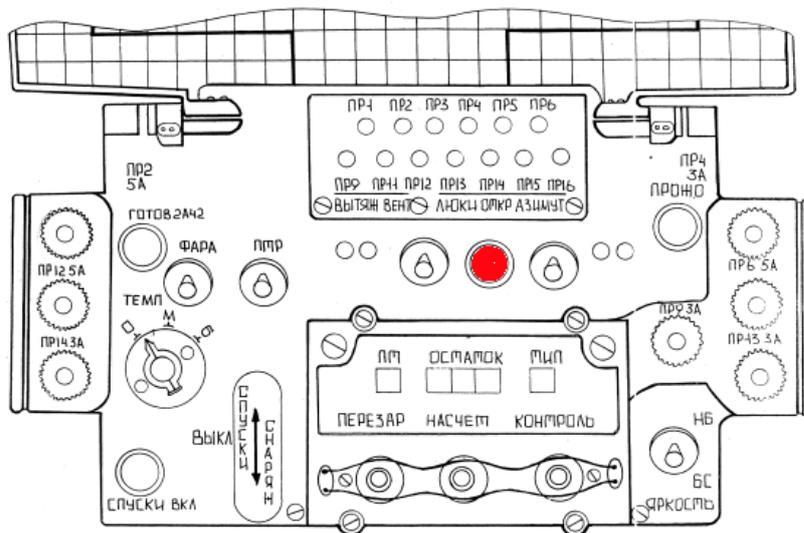


Рисунок 6.14 – Передняя панель БУ-25-2С

Режим «Готов», который блокирует моторные приводы ВН и ГН, рассмотрен в п. 6.2.

Блокировка электроприводов при срабатывании системы ПАЗ. При срабатывании противоатомной защиты системы коллективной защиты (или при нажатии командиром машины на кнопку «А» на коммутационном блоке) замыкаются контакты ПАЗ реле коммутационного блока. Это реле своими контактами отключает реле БУ-25-2С и БУ179, в результате чего СВ выключается.

Блокировка электроприводов при включении выключателя ПТР. При включении выключателя ПТР срабатывает аналогичная блокировка.

Блокировки электроприводов при максимальных углах снижения и возвышения пушки защищают электропривод стабилизатора от перегрузок. Блокировки обеспечиваются контактами конечного выключателя максимального угла возвышения (КОВ) (+56°) и конечного выключателя предельного угла снижения (КОС) (−4°). При максимальном угле возвышения пушки замыкаются контакты ограничения возвышения КОВ, которые включают реле БУ-25-2С. Своими контактами это реле разрывает цепь управления прохождения команды от пульта управления на подъем АП, что осуществляется путём отключения управляющего напряжения наведения вверх от широтно-импульсного модулятора. При предельном снижении пушки замыкаются контакты ограничения снижения КОС, что приводит к срабатыванию реле. Наведение вниз становится невозможным.

Блокировка электроприводов при угле возвышения более 30 градусов переводит систему в режим ПАВ. Когда пушка приходит на угол возвышения более 30 градусов, замыкаются соответствующие контакты реле интегратора БУ-179. При этом реле, срабатывая, переключает стабилизатор пушки в режим ПАВ.

Блокировки электроприводов в плоскости ГН:

- блокировка от стопора башни необходима для защиты электропривода горизонтального наведения от перегрузок, которые могут возникнуть при попытках наведения застопоренной башни. Датчиком блокировки является конечный выключатель, установленный в стопоре башни (рисунок 6.15). Если башня застопорена на корпус, то контакты блокировки разомкнуты. При этом цепь питания соответствующего реле в блоке управления БУ-25-2С разомкнута, оно не включится, следовательно, не включится стабилизатор башни;

- блокировка от люков десанта и механика-водителя введена во избежание травмы десанта машины, механика-водителя, а также выхода системы из строя при упоре (ударе) пушки в открытые люки десанта при наведении и стабилизации пушки. Если люк механика или какой-либо из люков десанта не закрыты и не застопорены, то один или несколько последовательно включенных контактов конечных выключателей размыкаются, отключая от бортовой сети

обмотку соответствующего реле в блоке БУ-25-2С. При этом на панели блока БУ-25-2С загорается сигнальная лампа ЛЮКИ ОТКР. При включении выключателя ПРИВОД на пульте оператора начинает работать преобразователь ПТ-200Ц, разгоняются гиромоторы гиротахометров, реле времени подключает плюс бортовой сети, через разомкнутые контакты конечного выключателя сто-пора пушки к соответствующему реле блока управления и коммутации БУ-25-2С. Но это реле не включится, так как контактами от его обмотки отключен минус бортовой сети. Следовательно, не срабатывает электромагнитная муфта ЭМ-46 механизма привода башни и не включится усилитель мощности.

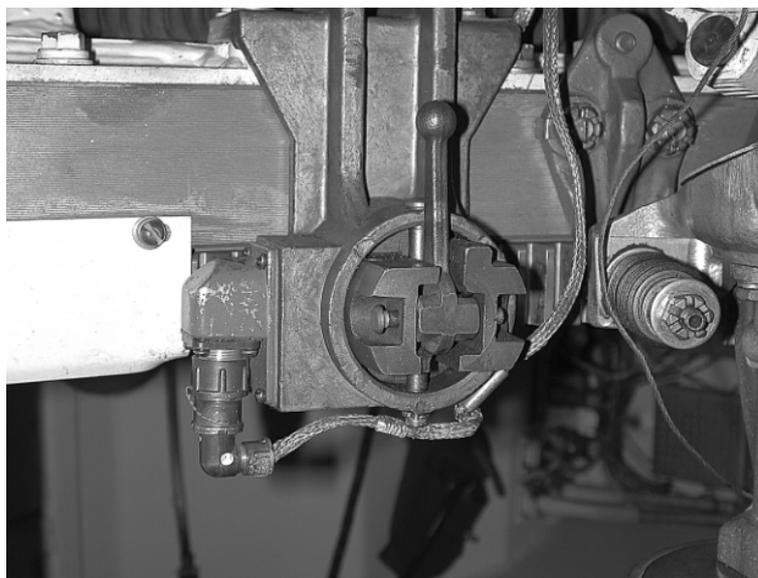


Рисунок 6.15 – Стопор башни (с конечным выключателем)

Блокировка от концевых выключателей обвода антенны. При подходе башни к сектору обвода антенны (КВ) продолжают работать преобразователь и гиротахометры. В этом случае через разомкнутые контакты конечного выключателя обвода антенны перестанет поступать плюс бортовой сети к реле БУ-25-2С, что приведет к выключению электромагнитной муфты ЭМ-46 ГН и усилителя мощности ГН. В этом секторе для выполнения наведения необходимо вручную продвинуть башню (до выхода из сектора КВ обвода антенны в любую из сторон).

Контрольные вопросы

- 1 Сформулируйте определение режима.
- 2 Перечислите характеристики режима АВТ.
- 3 Перечислите характеристики режима ПАВ.
- 4 Каков порядок применения режима «Готов»?

5 Каковы действия членов экипажа при подготовке стабилизатора вооружения к включению?

6 Каковы действия членов экипажа при включении стабилизатора вооружения?

7 Каковы действия членов экипажа при выключении стабилизатора вооружения?

8 В чём заключается переключение ручных ветвей управления стабилизатора вооружения на моторные?

9 В чём заключается стабилизация?

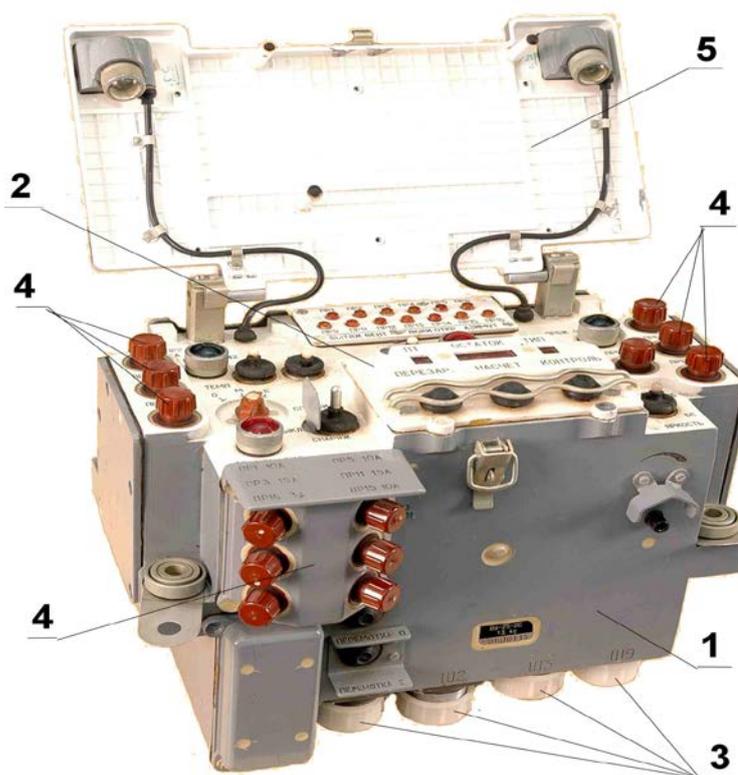
10 Перечислите блокировки стабилизатора вооружения. В чём они заключаются?

7 ЦЕПИ СТРЕЛЬБЫ

7.1 Блок управления и коммутации БУ-25-2С. Назначение, состав и выполняемые функции

7.1.1 Назначение блока управления и коммутации, установка в машине, выполняемые функции

Блок управления и коммутации БУ-25-2С предназначен для управления огнем из спаренной установки и приборами электрооборудования башни, а также защиты электрических цепей боевого отделения. Блок БУ-25-2С представлен на рисунке 7.1.



1 – корпус; 2 – панель управления; 3 – элементы электрических цепей;
4 – блок предохранителей; 5 – крышка блока

Рисунок 7.1 – Блок управления и коммутации БУ-25-2С

Функции, выполняемые блоком БУ-25-2С, следующие:

- подготовка цепей стрельбы и контроль их готовности;
- обеспечение выбора темпа стрельбы О-М-Б (О – для стрельбы одиночными выстрелами, М – малым темпом, Б – большим темпом) путем автоматического ограничения времени стрельбы, которым определяется длина очереди;
- контроль за наличием (остатком) снарядов и пиропатронов;

- управление работой вытяжного вентилятора (его автоматическое включение; автоматическая регулировка режима работы – номинальный при малом темпе стрельбы и форсированный – при большом; автоматическая остановка вентилятора со временем торможения 0,65 с);
- отключение (блокировка) стабилизатора вооружения (при открытых люках, при подходе пушки к антенне, при подаче команды ПАЗ, при включении ПТР, при установке пушки или башни на стопор);
- сигнализация об исправности соответствующих электрических цепей;
- сигнализация об исправности предохранителей блока;
- регулировка яркости марки прибора 9Ш119М1 в режиме БС (борт. сеть).

7.1.2 Размещение и назначение приборов управления, сигнализации и защиты блока управления и коммутации

На панели управления блока БУ-25-2С размещены (рисунок 7.1):

- переключатель СПУСКИ–ВЫКЛ–СНАРЯЖ. В положении СНАРЯЖ осуществляется подготовка цепей механизма подтяга ленты к работе по снаряжению системы питания пушки и подачи напряжения на кнопку НАСЧЕТ. В положении СПУСКИ осуществляется подготовка цепей стрельбы из спаренной установки, включение в работу прицела БПК-25-42 и вытяжного вентилятора;
- переключатель ТЕМП обеспечивает выбор темпа стрельбы. В положении О производится стрельба одиночными выстрелами, в М – от 200 до 300 выстрелов в минуту, в Б – до 550 выстрелов в минуту;
- выключатель ВЫТЯЖ. ВЕНТ для принудительного включения вытяжного вентилятора при неисправных цепях электроспусков;
- выключатель ФАРА для включения фары ФГ-126 на башне;
- переключатель НБ-БС для обеспечения подключения питания лампы подсветки марки прибора 9Ш119М1. В положении БС питание от бортовой сети, в положении НБ – от наружной батареи;
- сигнальный фонарь ЛЮКИ ОТКР. Горящая лампа фонаря сигнализирует об открытом положении любого люка корпуса БМ;
- сигнальный фонарь ПРОЖ. О сигнализирует о включении осветителя ОУ-5 (ОУ-3ГА) на прицеле БПК-2-42;
- сигнальный фонарь СПУСКИ ВКЛ. сигнализирует о готовности цепей стрельбы;
- сигнальный фонарь ГОТОВ 2А42 сигнализирует о готовности пушки к стрельбе;
- сигнальное световое табло ПТ-ОСТАТОК-ТИП информирует в окне ПТ о наличии пиропатронов, в окне ОСТАТОК – об остатке количества снарядов

типа О (осколочные) или Б (бронебойные), а в окне ТИП – о типе снаряда, выбранного для стрельбы;

- кнопка ПЕРЕЗАР предназначена для производства перезарядки пушки с использованием пиропатрона;

- кнопка НАСЧЕТ предназначена для выставки на счетчике количества снарядов типа О и Б в лентах;

- кнопка КОНТРОЛЬ предназначена для контроля остатка снарядов типа, не выбранного для стрельбы;

- выключатель АЗИМУТ предназначен для включения подсветки азимутального указателя (в БМД-2 не используется);

- выключатель ПТР предназначен для включения цепей пуска ПТУР и одновременного отключения стабилизатора вооружения;

- группа плавких предохранителей предназначена для защиты ряда электрических цепей башни от перегрузок и коротких замыканий;

- табло индикации исправности предохранителей предназначено для информации о неисправных (перегоревших) плавких предохранителях в цепях БУ-25-2С.

На *передней стенке* блока БУ-25-2С размещены (рисунок 7.1):

- ручка регулировочная ЯРКОСТЬ для регулировки яркости марки прибора 9Ш119М1 в режиме БС;

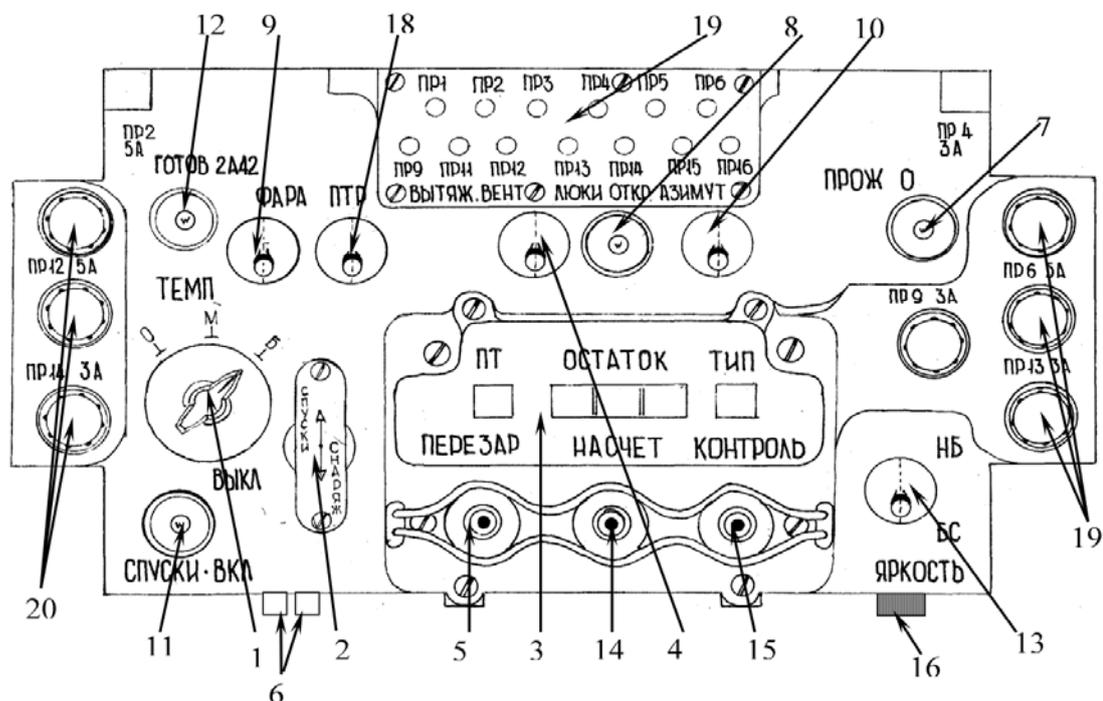
- кнопки ПЕРЕМОТКА О и ПЕРЕМОТКА Б для включения механизма подтяга ленты О или Б при снаряжении системы питания пушки (только для БМП-2);

- группа плавких предохранителей.

На *нижней стенке* размещаются электрические разъемы (рисунок 7.2). Недействующий разъем КПА предназначен для подключения контрольно-проверочной аппаратуры.



Рисунок 7.2 – Нижняя стенка блока БУ-25-2С



1 – переключатель ТЕМП; 2 – переключатель СПУСКИ-ВЫКЛ-СНАРЯЖ.; 3 – сигнальное табло ПТ, Остаток, ТИП; 4 – выключатель ВЫТЯЖ. ВЕНТ.; 5 – кнопка ПЕРЕЗАР.; 6 – кнопка перемотка А и перемотка Б; 7 – фонарь ПРОЖ.; 8 – сигнальный фонарь ЛЮКИ ОТКР.; 9 – выключатель ФАРА; 10 – выключатель АЗИМУТ; 11 – лампа СПУСКИ; 12 – лампа ГОТОВ 2А42; 13 – переключатель НБ-БС; 14 – кнопка НАСЧЕТ; 15 – кнопка КОНТРОЛЬ; 16 – ручка регулировочная ЯРКОСТЬ; 17 – лампы подсветки лицевой панели; 18 – выключатель ПТР; 19 – табло светодиодов; 20 – предохранители

Рисунок 7.3 – Панель управления БУ-25-2С

Перед стрельбой переключатель СПУСКИ-ВЫКЛ-СНАРЯЖ установить в положение СПУСКИ, при этом:

- загорается сигнальная лампа СПУСКИ-ВКЛ на БУ-25-2С;
- загорается сигнальная лампа ГОТОВ 2А42 на БУ-25-2С;
- готовится к работе вытяжной вентилятор башни (клапан вентилятора взвести).

На крышке блока размещаются лампы подсветки лицевой панели (рисунок 7.1). Включение ламп происходит при включении соответствующих выключателей в положение ПТР, СПУСКИ, СНАРЯЖ.

Блок управления и коммутации БУ-25-2С выпуска до 1986 года имеет следующие отличия панели управления:

- отсутствует табло для индикации неисправностей предохранителей;
- установлен сигнальный фонарь СПУСКИ ГОТОВ, сигнализирующий о готовности цепей стрельбы из спаренной установки. Сигнальные фонари СПУСКИ ВКЛ и ГОТОВ 2А42 отсутствуют;
- выключатель ДЛ-КОР установлен для выбора длины очереди при стрельбе из пушки, так как автомат ограничения стрельбы отсутствует.

7.2 Коробка защиты КР-25. Назначение, состав и принцип работы

7.2.1 Назначение, состав и размещение коробки защиты

Коробка защиты КР-25 (рисунок 7.4) предназначена для защиты цепей электрооборудования башни от перегрузок и коротких замыканий. Установлена у правой стенки корпуса блока БУ-25-2С.

Коробка защиты КР-25 состоит:

- из автоматов защиты сети (АЗС);
- проводов и электрических разъемов;
- корпуса с обозначениями установленных АЗС;
- защитной планки.



Рисунок 7.4 – Коробка защиты КР-25

Автоматы защиты сети (АЗС) коробки защиты КР-25 предназначены для подачи питания к соответствующим цепям и защиты:

- ГН – усилителя У-ГН привода горизонтального наведения СВ;
- ВН – усилителя У-ВН привода вертикального наведения СВ;
- ПРЕОБР – преобразователя ПТ-200Ц СВ;
- 902 В – системы пуска дымовых гранат;
- СПУСКИ – цепей управления спусками пушки и ПКТ;
- ДВ – вытяжного вентилятора башни;
- ПРОЖ. О – осветителя ОУ-5 (ОУ-3ГА) наводчика-оператора при включении активного режима ночного видения на БПК-2-42-01.

7.2.2 Работа цепей стрельбы

Цепи стрельбы – это силовые электрические цепи и электрические цепи управления, осуществляющие передачу электрической энергии от источников

бортовой сети на электроспуски пушки и пулемета, вспомогательные приборы и пусковую установку ПТУР.

В состав цепей стрельбы входят следующие основные элементы:

- электромагнит электроспуска пушки 2А42 (рисунок 7.5) и пулемета ПКТ (рисунок 7.6);

- кнопки электроспусков на ПУ-О (на правой ручке – для включения электроспуска пушки, на левой – пулемета);

- кнопки клавиш спуска на рукоятках механизмов привода (на правой ручке (вертикальное наведение) – для включения электроспуска пушки, на левой (горизонтальное наведение) – для пулемета) (рисунок 7.7);

- вспомогательные приборы (механизмы подтяга ленты; вытяжной вентилятор башни; сигнальные фонари: на БУ-25-2С СПУСКИ ВКЛ и ГОТОВ 2А42, на ПУ-О – ПТР);

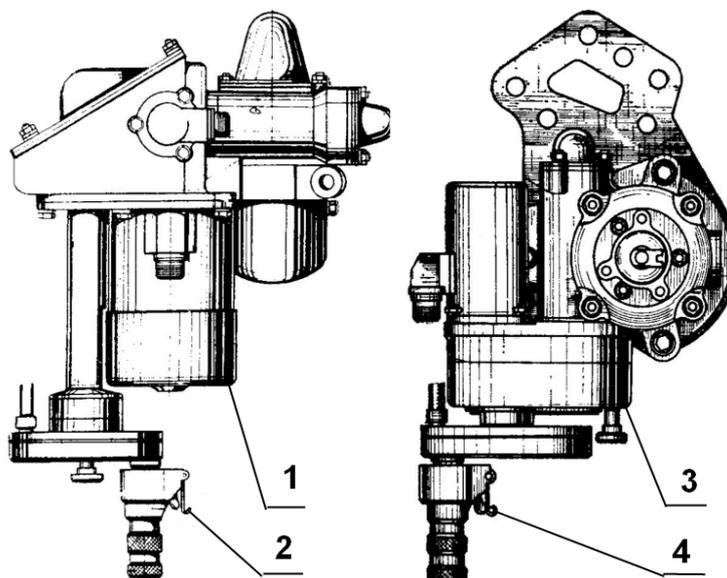
- элементы блокировок.



Рисунок 7.5 – Электроспуск 2А42



Рисунок 7.6 – Электроспуск ПКТ



1 – механизм вертикального наведения (подъёмный механизм орудия); 2 – кнопка клавиши спуска ПКТ; 3 – механизм горизонтального наведения (механизм поворота башни); 4 – кнопка клавиши спуска 2А42

Рисунок 7.7 – Механизмы привода вертикального и горизонтального наведения

При подготовке цепей стрельбы к работе необходимо выполнить следующие действия:

- затворную раму пушки установить в крайнее заднее положение (на шептало);
- проверить установку переключателя СПУСКИ–ВЫКЛ–СНАРЯЖ (на панели блока управления и коммутации БУ-25-2С) в положение ВЫКЛ;
- клапан вытяжного вентилятора башни взвести (открыть) (рисунок 7.8);
- клапан воздухозаборного устройства башни взвести (открыть) (рисунок 7.9).



Рисунок 7.8 – Клапан вытяжного вентилятора



Рисунок 7.9 – Клапан воздухозаборного устройства башни

При нажатии на кнопку электроспуска (на ПУ или на ручке привода ВН) пушки:

- на электромагнит шептала подается напряжение, шептало утапливается, затвор под действием пружины идет вперед, происходит выстрел, затвор возвращается в исходное положение;

- включается вытяжной вентилятор (в номинальном режиме – при малом темпе стрельбы, в форсированном – при большом), который изображен на рисунке 7.10.

После отпускания кнопки электроспуска через 0,65 с электродвигатель вентилятора останавливается с торможением (особенности его устройства).

Темп стрельбы задается переключателем ТЕМП на БУ-25-2С:

- в положении О при нажатии на кнопку электроспуска на электромагнит шептала поступает одиночный импульс и происходит один выстрел. *Для производства следующего выстрела необходимо отпустить и вновь нажать кнопку;*

- в положении М на электромагнит подается серия импульсов с частотой от 200 до 300 имп./мин, что и определяет частоту выстрелов;

- в положение Б на электромагнит напряжение подается постоянно, шептало постоянно утоплено, стрельба ведется большим темпом.

В составе БУ-25-2С есть реле времени, автоматически ограничивающее время стрельбы до 2-4 с, определяя длину очереди (среднее количество выстрелов на малом темпе – 12, а на большом – 30).

Для продолжения стрельбы отпустить и снова нажать кнопку.

Во время стрельбы из пушки на электродвигатель подтяга ленты подается напряжение. Электродвигатель включается в момент срабатывания электроспусков, а выключается спустя 0,65 с после отключения цепей спусков пушки.

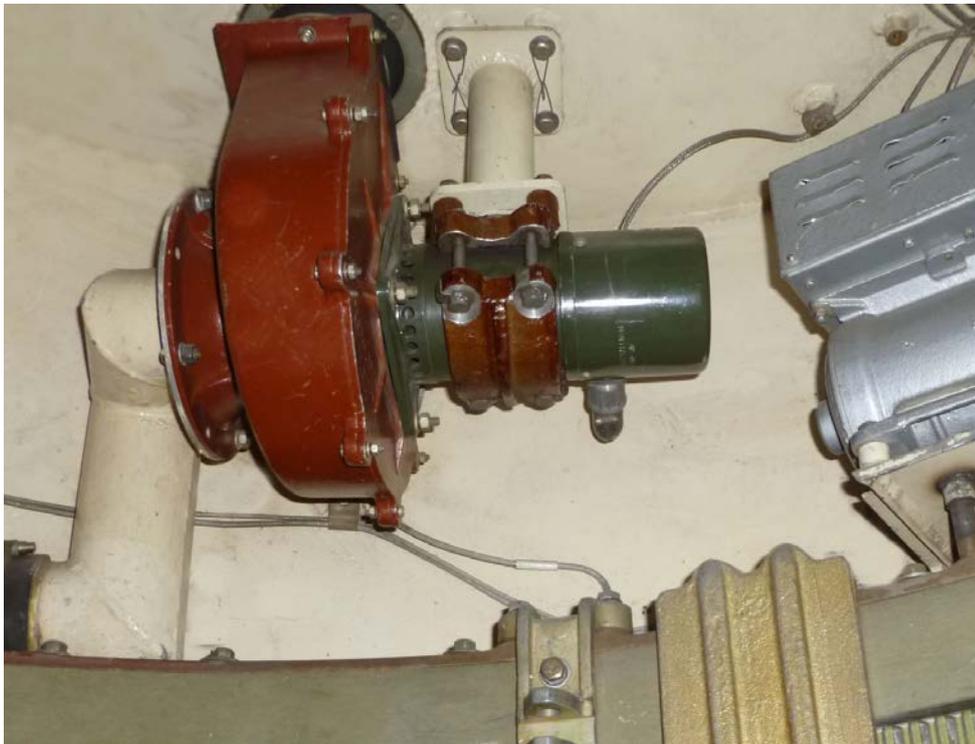


Рисунок 7.10 – Вытяжной вентилятор

7.2.3 Проверка работоспособности цепей стрельбы из пушки

ВНИМАНИЕ! Перед проверкой работоспособности и после каждого переключения режима О или Б необходимо переводить подвижные части в заднее положение и ставить на предохранитель.

Проверку производить с разряженной пушкой и неснаряженными магазином и механизмом подвода питания в следующем порядке:

- взвести клапана вытяжного вентилятора и воздухозаборного устройства (ВЗУ);
- включить выключатель батареи ВБ-404;
- установить переключатель СПУСКИ–ВЫКЛ–СНАРЯЖ на БУ-25-2С в положение СПУСКИ. При этом должны загореться лампочки фонарей СПУСКИ ВКЛ и ГОТОВ 2А42;
- установить переключатель ТЕМП на БУ-25-2С в положение О;
- включить выключатель ПРИВОД на пульте управления;
- поочередно нажать на кнопку электроспуска пушки на ПУ-О и, выключив выключатель ПРИВОД на ПУ-О, на кнопку клавиши на рукоятке подъемного механизма (ПМ). При этом электромагнит шептала должен сработать один раз, электродвигатель вентилятора включается в номинальный режим и отключается после отпускания кнопки;
- установить переключатель ТЕМП в положение М. При нажатии кнопок электроспуска электромагнит шептала должен срабатывать периодически, а

вентилятор должен работать до тех пор, пока нажата кнопка электроспуска. При отпускании кнопки электроспуска электродвигатель вентилятора остановится с торможением 0,65 с;

- установить переключатель ТЕМП в положение Б. В этом случае электромагнит шептала должен быть включен постоянно (шептало утоплено); вентилятор должен работать в форсированном режиме до тех пор, пока нажата кнопка электроспуска пушки. Электродвигатель вентилятора должен остановиться с торможением 0,65 с;

- при каждом нажатии кнопки электроспуска должен включаться электродвигатель подтяга ленты;

- установить переключатель СПУСКИ–ВЫКЛ–СНАРЯЖ на БУ-25-2С и выключатель батареи ВБ-404 в положение ВЫКЛ.

7.3 Возможные неисправности блока управления и коммутации БУ-25-2С, их причины, способы предупреждения и устранения

ВНИМАНИЕ! Неисправности блока управления и коммутации башни возникают при недостаточном знании устройства и принципа действия материальной части боевого отделения, несоблюдении правил, изложенных в инструкции по эксплуатации боевой машины. Безопасность действия вооружения зависит от умелого обращения с ним и своевременного устранения неисправностей. Отыскивать неисправности только при разряженной пушке.

Отстыковку разъемов, проверку наличия короткого замыкания в цепях и замену предохранителей следует проводить только при выключенном выключателе батареи ВБ-404. Вышедшие из строя предохранители заменяются из комплекта ЗИП только соответствующих номиналов.

Возможные неисправности блока БУ-25-2С указаны в таблице 7.1.

Т а б л и ц а 7.1 – Возможные неисправности блока БУ-25-2С, их причины, способы предупреждения и устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
1 Отсутствует питание на прицел БПК-2-42 и в цепи спусков ПКТ	Неисправен предохранитель блока Пр-2 (5А)	Заменить предохранитель Пр-2
2 Отсутствует обогрев защитных стекол БПК-2-42, ТНПО-170, ТНПТ-1	Неисправен Пр-3 (15А)	Заменить Пр-3
3 Отсутствует обогрев защитных стекол ТНПТ-1 и ТКН-3МБ (для БМП-2)	Неисправен Пр-1 (20А)	Заменить Пр-1
4 Нет питания на средствах связи	Неисправен Пр-5 (10А)	Заменить Пр-5

Продолжение таблицы 7.1

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
5 Отсутствует индикация на БУ-25-2С ЛЮКИ ОТКР	Неисправен Пр-6 (5А). Неисправна лампа	Заменить Пр-6 или лампу
6 Отсутствует подсветка указателя азимута (для БМП-2)	Неисправен Пр-6 (5А). Неисправна лампа	Заменить Пр-6 или лампу
7 Не работает стабилизатор	Неисправны Пр-11 (15А), Пр-16 (3А)	Заменить Пр-11, Пр-16
8 При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-К не отключаются ручные спуски (для БМП-2)	Неисправны Пр-11 (15А), Пр-16 (3А)	Заменить Пр-11, Пр-16
9 Не работают электромагниты клапана вытяжного вентилятора и редуктора обратной связи люка командира	Неисправен Пр-15 (10А)	Заменить Пр-15
10 При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О отключается АЗС ГН или ВН	Короткое замыкание в разьемах. Неисправен блок БУ-25-2С	Устранить короткое замыкание, включить АЗС ГН или ВН на КР-25. Заменить блок
11 При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О, не включаются электромагниты приводов ВН и ГН	а) сгорает предохранитель Пр-11 (15А): - короткое замыкание кабельного узла и ШЗ БУ-25-2С; - неисправен БУ-25-2С; б) сгорает предохранитель Пр-4 (3А): - короткое замыкание в кабельном узле и ШЗ, Ш6 БУ-25-2С; - неисправен блок БУ-25-2С; в) неисправны конечные выключатели люков; г) ложный сигнал ПАЗ (на разъеме Ш5/12 есть наличие массы)	Заменить Пр-11. Короткое замыкание устранить. Заменить блок. Заменить Пр-4. Короткое замыкание устранить. Заменить блок. Проверить наличие напряжения на гнезде 16 разъема Ш5 блока БУ-25-2С при закрытых люках. Замыкание на гнезде 12 не должно быть. Исключить прохождение ложного сигнала ПАЗ
12 При включении выключателя ПРИВОД не включается один из электромагнитов (ВН или ГН)	Неисправен электромагнит ВН или ГН: - на гнездах 1 штатных кабелей электромагнитов не должно быть напряжения; - в момент включения выключателя ПРИВОД не должно быть напряжения на гнездах 3 разъемов электромагнитов. Неисправны штатные кабели электромагнитов	При наличии напряжения заменить электромагнит. При появлении напряжения заменить электромагнит. Устранить неисправности

Продолжение таблицы 7.1

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
	Напряжение отсутствует, кабели исправны, то неисправен блок БУ-25-2С	Заменить блок
13 Не горит лампа ГОТОВНОСТЬ, расположенная на кнопке ПУСК, которая подает импульсы напряжения на двигательную установку ПТУР. Срабатывают элементы защиты Пр-4, Пр-12, Пр-13	<p>а) сгорает предохранитель Пр-4 (3А):</p> <ul style="list-style-type: none"> - короткое замыкание в гнездах 1 и 2 разъема Ш6 БУ-25-2С; - короткое замыкание отсутствует, то неисправен блок БУ-25-2С; <p>б) сгорает предохранитель Пр-12 (5А):</p> <ul style="list-style-type: none"> - короткое замыкание в гнезде 4 разъема Ш3 и гнезда 11 в разъеме Ш6 БУ-25-2С; - короткое замыкание отсутствует, то неисправен блок БУ-25-2С; <p>в) сгорает предохранитель Пр-13 (3А):</p> <ul style="list-style-type: none"> - короткое замыкание в патроне лампы фонарей; - короткое замыкание отсутствует, то неисправен блок БУ-25-2С 	<p>Устранить замыкание, заменить предохранитель Пр-4. Заменить блок.</p> <p>Устранить замыкание, заменить предохранитель Пр-12. Заменить блок.</p> <p>Устранить замыкание, заменить предохранитель Пр-13. Заменить блок</p>
14 Не горит лампа ГОТОВНОСТЬ, информирующая наводчика-оператора о готовности пусковых цепей ПТУР. Элементы защиты Пр-4, Пр-12, Пр-13 исправны	<p>Неисправны конечные выключатели люков.</p> <p>Неисправен конечный выключатель ограничения снижения.</p> <p>Неисправна кнопка ПУСК.</p> <p>Неисправен блок БУ-25-2С</p>	<p>Устранить неисправность выключателей.</p> <p>Устранить неисправность выключателя.</p> <p>Заменить кнопку.</p> <p>Заменить блок</p>
15 При установке переключателя СПУСКИ-ВЫКЛ-СНАРЯЖ в положение СПУСКИ не горит лампа сигнального фонаря ГОТОВ 2А42 на БУ-25-2С	<p>а) неисправна лампа;</p> <p>б) сгорает Пр-14(3А):</p> <ul style="list-style-type: none"> - короткое замыкание в гнездах 1,5,8,12 разъема кабеля Ш3 блока; - неисправен блок БУ-25-2С; <p>в) неисправен конечный выключатель заслонки вытяжного вентилятора;</p> <p>г) отключается АЗС СПУСКИ на КР-25:</p> <ul style="list-style-type: none"> - короткое замыкание в гнездах разъемов Ш4 и Ш5 кабелей блока; - неисправен блок БУ-25-2С 	<p>Заменить лампу.</p> <p>Устранить короткое замыкание, заменить Пр-14.</p> <p>Заменить блок.</p> <p>Заменить конечный выключатель.</p> <p>Устранить короткое замыкание, включить АЗС СПУСКИ.</p> <p>Заменить блок</p>

Продолжение таблицы 7.1

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
	<p>д) отключается АЗС ДВ на КР-25:</p> <ul style="list-style-type: none"> - заедает крыльчатку двигателя вентилятора; - короткое замыкание в гнездах разъемов Ш2 и Ш4 кабелей блока; - неисправен блок БУ-25-2С 	<p>Устранить неисправность ДВ.</p> <p>Устранить короткое замыкание, включить АЗС ДВ.</p> <p>Заменить блок</p>
<p>16 При установке переключателя СПУСКИ-ВЫКЛ-СНАРЯЖ в положение СПУСКИ не горят лампы фонарей СПУСКИ ВКЛ и ГОТОВ 2А42 на БУ-25-2С</p>	<p>Неисправны лампы.</p> <p>Отключается АЗС СПУСКИ на КР-25:</p> <ul style="list-style-type: none"> - короткое замыкание в гнездах 1, 2, 6 разъема Ш4; - неисправен блок БУ-25-2С 	<p>Заменить лампы.</p> <p>Устранить короткое замыкание, включить АЗС СПУСКИ.</p> <p>Заменить блок.</p>
<p>17 При установке переключателя СПУСКИ-ВЫКЛ-СНАРЯЖ в положение СПУСКИ лампы фонарей СПУСКИ ВКЛ и ГОТОВ 2А42 горят, при нажатии кнопки электроспусков двигатель подтяга ленты включается, выстрелов не происходит</p>	<p>Неисправен ЭМ шептала, при этом имеется напряжение питания в гнезде 2 кабельной части разъема пушки.</p> <p>Напряжение отсутствует.</p> <p>Неисправен кабельный узел, идущий к Ш2 пушки.</p> <p>Неисправен БУ-25-2С</p>	<p>Устранить неисправность ЭМ.</p> <p>Устранить неисправность кабеля.</p> <p>Заменить блок</p>
<p>18 При стрельбе не включается двигатель подтяга ленты</p>	<p>Неисправен электродвигатель.</p> <p>Неисправен подводящий кабель.</p> <p>Неисправен блок БУ-25-2С</p>	<p>Заменить электродвигатель.</p> <p>Устранить неисправность кабеля.</p> <p>Заменить блок</p>
<p>19 При нажатии на кнопки электроспусков на ПУ-О или ПМ на блоке БУ-25-2С горят лампы фонарей СПУСКИ ВКЛ и ГОТОВ 2А42, имеется подсветка панели, но нет выстрелов и не включается двигатель подтяга ленты</p>	<p>Неисправны кнопки или подводящий кабель.</p> <p>Неисправен блок БУ-25-2С</p>	<p>Заменить кнопки или кабель.</p> <p>Заменить блок</p>
<p>20 При стрельбе на малом темпе частота выстрелов не соответствует требуемой величине</p>	<p>Неисправны механические части пушки.</p> <p>Неисправен блок БУ-25-2С</p>	<p>Устранить неисправность.</p> <p>Заменить блок</p>
<p>21 Неверна отсечка очереди</p>	<p>Неисправен конечный выключатель крайнего заднего положения подвижных частей пушки.</p> <p>Неисправен блок БУ-25-2С</p>	<p>Устранить неисправность.</p> <p>Заменить блок</p>

Продолжение таблицы 7.1

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
22 Счетчик ОСТАТОК работает неверно или счет отсутствует	Неисправен концевой выключатель крайнего заднего положения подвижных частей пушки. Неисправен блок БУ-25-2С	Устранить неисправность. Заменить блок
23 Нет задержки времени отключения двигателя подтягивания лент после отключения кнопки электроспусков	Неисправен блок БУ-25-2С	Заменить блок

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите функции, выполняемые блоком управления и коммутации БУ-25-2С.
- 2 Для чего предназначена коробка защиты КР-25?
- 3 Раскройте состав цепей стрельбы.
- 4 Поясните работу цепей стрельбы.
- 5 Перечислите возможные неисправности блока управления и коммутации БУ-25-2С.

8 МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СТАБИЛИЗАТОРА ВООРУЖЕНИЯ 2Э36-3

8.1 Методика проверки функционирования стабилизатора вооружения

Проверка функционирования стабилизатора вооружения выполняется по его отклику на сигналы управления и работе блокировок при условии, что напряжение бортовой сети 22–29 В. Исходное положение приборов коммутации на ПУ-О при этом следующее: выключатель ПРИВОД – в положение ВЫКЛ., а выключатель РЕЖИМ – в ПАВ.

Для проверки функционирования СВ через 30 с после включения выключателя ПРИВОД на ПУ-О необходимо проверить управляемость, реверсирование и торможение при управлении приводами ВН и ГН в режимах АВТ и ПАВ кратковременным поворотом ручек (корпуса) ПУ-О от исходного положения. Кроме того, для проверки управляемости стабилизатора от ручек БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН на ПУ-О в режимах АВТ и ПАВ повернуть их в одну и другую стороны, наблюдая за реакцией привода.

Проверка функционирования и сигнализации осуществляется в соответствии с приложением А.

8.2 Методика проверки механических параметров, влияющих на работу стабилизатора вооружения, и основных параметров

8.2.1 Методика проверки механических параметров, влияющих на работу стабилизатора вооружения

В соответствии с приложением Б к проверяемым механическим параметрам относятся:

- момент неуравновешенности спаренной установки – M_H ;
- момент сопротивления повороту спаренной установки – $M_{ТР}$;
- суммарный момент сопротивления относительно оси цапф – $M_{СУМ}$;
- момент сопротивления повороту башни – M_C ;
- момент люфтовывбирающего устройства (ЛВУ) поворотного механизма – $M_{ЛВУ}$

Момент неуравновешенности и момент сопротивления повороту спаренной установки (СУ) в машине определяют относительно оси цапф.

Условия проверки. Машина устанавливается на горизонтальной площадке. Напряжение бортовой сети (22–29 В), обеспечиваемое штатными АБ или внеш-

ним источником питания постоянного тока, контролируется по штатному вольтметру на центральном щитке механика-водителя.

Для проверки параметров используются следующие приборы, принадлежности и инструмент (рисунки 8.1, 8.2, 8.3):

- из группового комплекта ЗИП (ГК-30): динамометр ДПУ-0,02 (20 кгс); динамометр ДПУ-0,1 (100 кгс); хомут 675-41-сб140; квадрант КО-60М;

- из индивидуального комплекта: отвертка; линейка; щуп; ключи гаечные 10×12 мм, 12×14 мм; плоскогубцы.

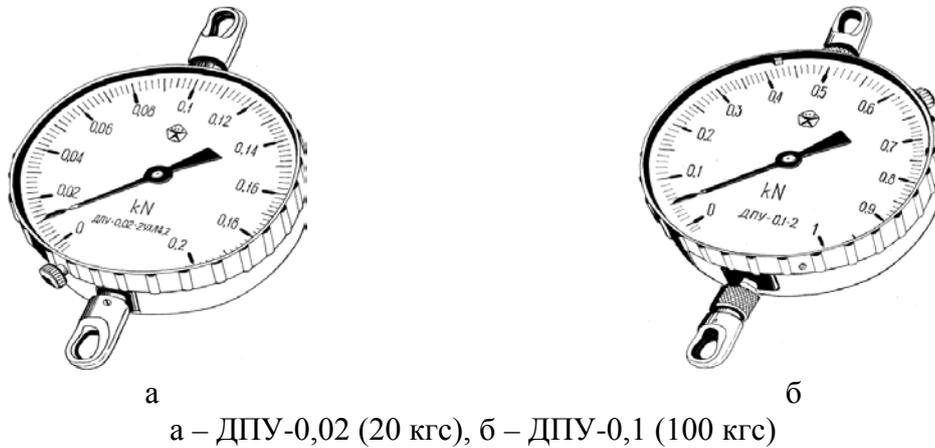


Рисунок 8.1 – Динамометры

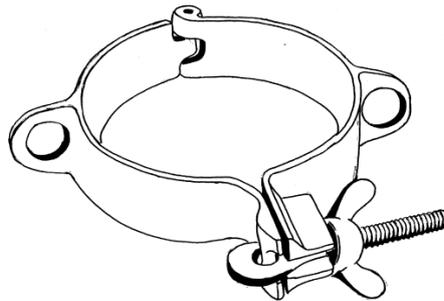


Рисунок 8.2 – Хомут 675-41-сб140



Рисунок 8.3 – Квадрант КО-60М

8.2.2 Проверка момента неуравновешенности и момента сопротивления повороту спаренной установки

Для определения значений моментов необходимо:

- включить аккумуляторную батарею выключателем ВБ-404 или подключить через розетку внешнего пуска источник питания постоянного тока (буферную группу, изображённую на рисунке 8.4);



Рисунок 8.4 – Буферная группа

- отвести с помощью рукоятки ручной перезарядки подвижные части пушки 2А42 в крайнее заднее положение до постановки на шептало;
- поставить пушку и пулемет на предохранители;
- закрепить на расстоянии 0,65 м от торца ствольной коробки на стволе пушки хомут (составит 1,5 м от оси цапф) (рисунок 8.5);
- на КР-25 включить АЗС ГН;

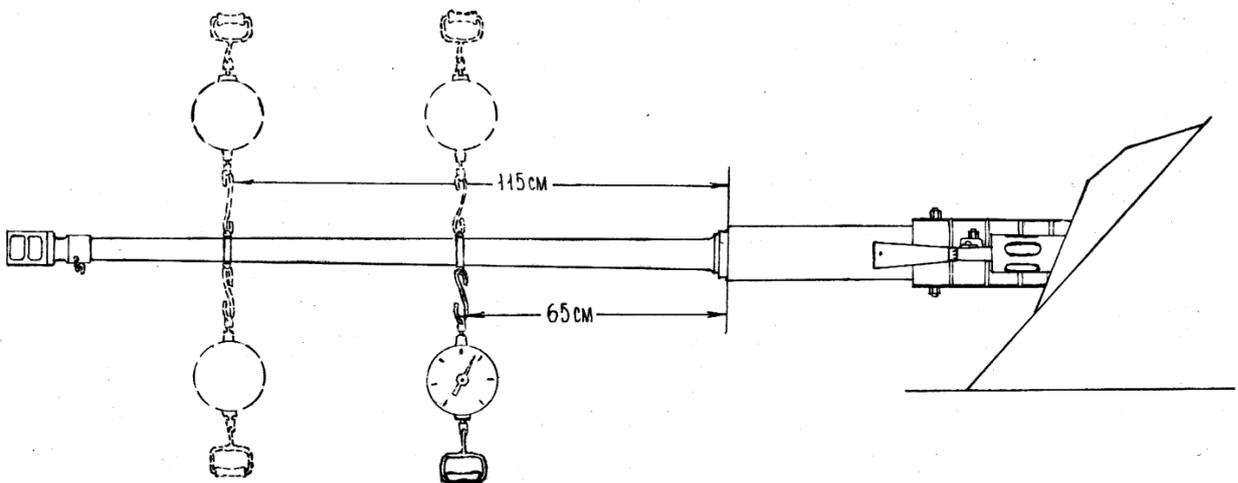


Рисунок 8.5 – Использование динамометра при проверке момента неуравновешенности (M_H) и момента трения (M_{TP})

- на ПУ-О включить выключатель ПРИВОД для переключения механизмов привода на моторную ветвь;

- после загорания светодиодов ВН, АВТ (ПАВ) на ПУ-О выключить АЗС ВН на КР-25, отсоединить кабель от электродвигателя ЭДМ-14;

- покачать пушку вручную за ствол вверх и вниз до упоров, при этом перемещение должно быть без заеданий;

- через динамометр и хомут приложить к стволу пушки усилие в вертикальной плоскости перпендикулярно оси канала ствола, под действием которого происходит равномерное перемещение спаренной установки (рисунок 8.5). Зафиксировать показания динамометра при прохождении стволом примерно горизонтального положения. Измерения выполнять по три раза вверх и вниз;

- определить значение неуравновешенности M_H :

$$M_H = [(P1 - P2)/2] \cdot l, \quad (8.1)$$

где $P1$ – среднеарифметическое значение усилий перемещения спаренной установки (СУ) вверх, Н (кгс);

$P2$ – среднеарифметическое значение усилий перемещения СУ вниз, Н (кгс);

l – расстояние от места приложения усилия до оси цапф, м ($l = 1,5$ м);

- определить значение момента сопротивления повороту спаренной установки M_{TP} :

$$M_{TP} = [(P1 - P2)/2] \cdot l; \quad (8.2)$$

- на ПУ-О выключить выключатель ПРИВОД, подсоединить к ЭДМ-14 кабель и закрепить разъем.

Требования для БМД-2:

- момент неуравновешенности для СУ (M_H) – не более 2,4 кгс·м;

- момент трения (M_{TP}) – не более 11 кгс·м.

Если M_H не удовлетворяет требованиям, то следует уравновесить спаренную установку с помощью подбора специальных грузов (пластин), входящих в состав ЗИП. Данные пластины крепятся на крышку-груз казённой части.

Если M_{TP} превышает допустимое значение, то следует проверить правильность установки тяг прицела, состояние уплотнений пушки.

8.2.3 Проверка суммарного момента сопротивления повороту спаренной установки относительно оси цапф

Методика выполнения данной проверки (рисунок 8.6) аналогична предыдущему, но через динамометр и хомут к стволу пушки прилагают усилия, под действием которых происходит равномерное без остановок движение спаренной установки при углах наведения от \min° до \max° вверх, и от \max° до \min° вниз.

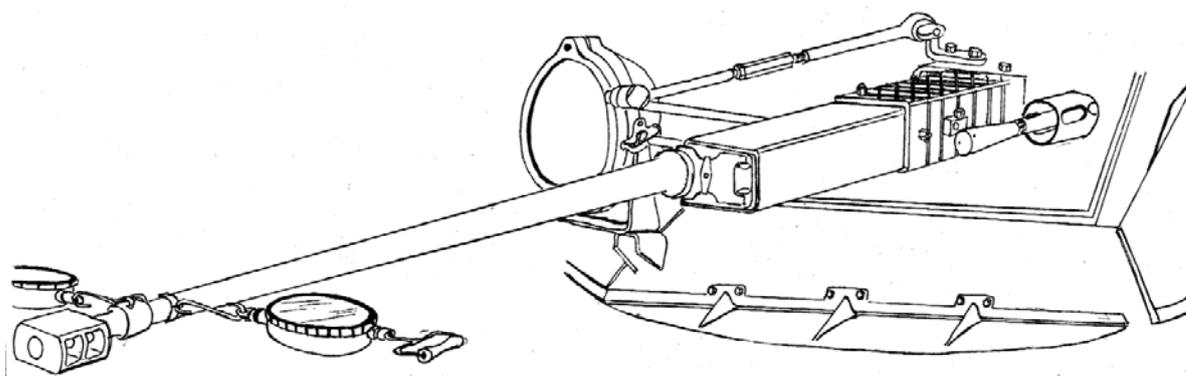


Рисунок 8.6 – Проверка момента сопротивления (M_C) повороту башни

Численное значение суммарного момента сопротивления повороту на любом угле возвышения (снижения) определяют по формуле:

$$M_{\text{СУМ ВВ}} = P1 \cdot l \quad \text{или} \quad M_{\text{СУМ ВН}} = P2 \cdot l, \quad (8.3)$$

где $P1$ – усилие перемещения спаренной установки вверх, Н ($P1 = 9 \text{ кгс}$);

$P2$ – усилие перемещения спаренной установки вниз, Н (кгс);

l – расстояние от точки приложения усилия до оси цапф, м ($l = 1,5 \text{ м}$).

При данной проверке усилие к повороту спаренной установки для БМД-2 на плече 1,5 м при вращении вверх и вниз не должно превышать соответствующие величины, указанные в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Условия при проверке суммарного момента сопротивления повороту (СУ относительно оси цапф)

Определяемая величина	Углы возвышения спаренной установки, град		
	от -5 до +10	от +10 до +30	от +30 до +56
Усилие к повороту СУ, Н (кгс), не более	93,1 (9,5)	127,4 (13,0)	147,0 (15,0)

По окончании работ необходимо выключить на ПУ-О выключатель ПРИВОД, после чего подсоединить к электродвигателю кабель и законтрить разъем.

8.2.4 Проверка момента сопротивления поворота башни

Для определения значения момента сопротивления поворота башни (M_C) необходимо выполнить следующие действия:

- включить АБ выключателем батареи ВБ-404 или подключить внешний источник постоянного тока (буферную группу) через розетку внешнего пуска;
- закрепить на стволе пушки хомут на расстоянии 1,4 м от торца ствольной коробки (2,8 м от оси вращения башни), придать стволу горизонтальное положение;
- на КР-25 выключить автомат защиты (АЗС) ВН;

- на ПУ-О включить выключатель ПРИВОД и после загорания светодиодов ГН, АВТ (ПАВ) выключить на КР-25 АЗС ГН, отсоединить кабель от электродвигателя ЭДМ-20;

- плавно вручную повернуть башню от упора до упора (обвод антенны) на 330°, тем самым убедиться в том, что при её движении нет заеданий. После чего к спаренной установке через динамометр приложить усилие (рисунок 8.7) в горизонтальной плоскости, под действием которого происходит равномерное (без остановок) вращение башни в диапазоне углов 0–330° (обвод антенны). На всех углах поворота усилие не должно превышать 93,1 (9,5), Н (кгс).



Рисунок 8.7 – Порядок проверки момента сопротивления поворота башни

Измерения выполнять по три раза влево и вправо.

Для определения момента сопротивления повороту башни M_C используется формула:

$$M_C = P \cdot l, \quad (8.4)$$

где P – усилие поворота башни, Н (кгс);

l – расстояние от точки приложения усилия до оси вращения башни, м ($l = 2,64$ м).

Момент сопротивления поворота башни для БМД-2 должен быть не более 24,5 (25), Н·м (кгс·м).

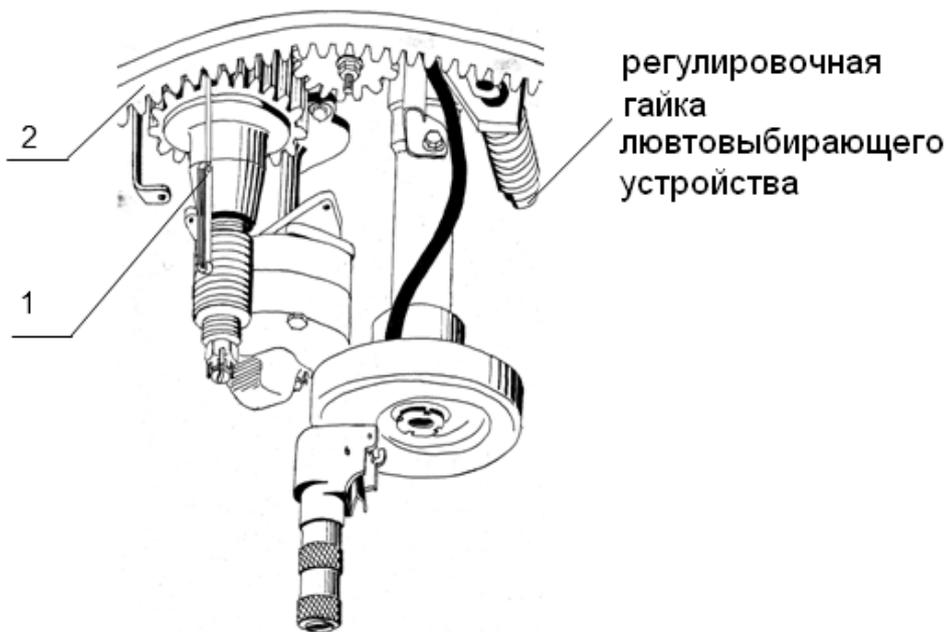
По окончании работ необходимо выключить на ПУ-О выключатель ПРИВОД, после чего подсоединить к электродвигателю кабель и законтрить разъем.

8.2.5 Проверка момента люфтовывбирающего устройства поворотного механизма

В связи с большими перегрузками механизма привода горизонтального наведения в его шестернях возникает эксплуатационный зазор, который влечет за собой неудовлетворительную кучность при ведении стрельбы, в то же время чрезмерно маленький рабочий зазор влечёт за собой увеличение трения в соответствующих шестернях, их повышенный износ, а также перегрев усилителя мощности. Задача устранения эксплуатационного зазора выполняется в люфтовывбирающем устройстве (ЛВУ), представленном на рисунке 8.7, где устанавливается рабочий зазор «Г» между втулкой и шайбой, равный $2\pm 0,05$ мм.

Для определения значения момента ЛВУ измеряют момент, приложенный к башне, при котором начинается сжатие пружины ЛВУ. Для этого необходимо выполнить следующие действия:

- закрепить хомут на стволе пушки на расстоянии 1,4 м от торца ствольной коробки (2,64 м от оси вращения башни), установить пушку в горизонтальное положение;
- замерить (при необходимости установить) зазор «Г» и зафиксировать его величину, отворачиванием гайки ЛВУ ($\Gamma = 2\pm 0,05$ мм);
- приложить к пушке усилие вправо и установить между рабочими поверхностями зубьев погона и выходной шестерни поворотного механизма щуп толщиной 0,2 мм, снять усилие и убедиться в том, что щуп зажат (рисунок 8.8);



1 – щуп № 2; 2 – зубчатый венец нижнего погона

Рисунок 8.8 – Размещение щупа наборного при измерении $M_{\text{ЛВУ}}$

- приложить через динамометр к хомуту на стволе пушки усилие вправо, плавно увеличивать его до момента свободного вынимания шупа, зафиксировать в этот момент показания динамометра, измерение произвести три раза;
- среднее арифметическое усилие по показаниям динамометра должно быть в пределах 45–71 кгс. Для определения значения момента ЛВУ используют формулу:

$$M_{\text{ЛВУ}} = P_{\text{СР}} \cdot l, \quad (8.5)$$

где $P_{\text{СР}}$ – среднеарифметическое усилие, Н (кгс);

l – расстояние от точки приложения усилия до оси вращения башни, м ($l = 2,64$ м).

Для БМД-2 $M_{\text{ЛВУ}}$ должен быть равен 1244–1842,4 Н или 128–188 кгс·м при зазоре «Г» – $12 \pm 0,05$ мм.

Если значение измеренного $M_{\text{ЛВУ}}$ не соответствует требуемой величине, то с помощью регулировочной гайки изменяют усилие сжатия пружины ЛВУ (рисунок 8.8).

8.3 Методика проверки основных параметров

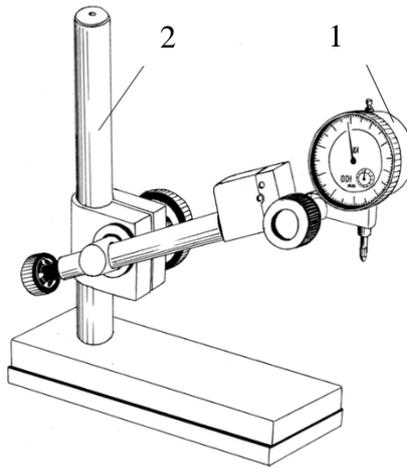
К проверяемым основным параметрам СВ относятся:

- жесткость в вертикальной и горизонтальной плоскостях, $G_{\text{ВН(ГН)}}$;
- демпфирование (количество пробега спаренной установки);
- максимальные скорости наведения в ВН и ГН – ω_{max} ;
- минимальные скорости наведения в ВН и ГН – ω_{min} ;
- скорости уводов в ВН и ГН – $\omega_{\text{у}}$;
- значения смещения резисторов БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН.

Влияние основных параметров СВ и требования к их значениям в ИЭ указаны в приложениях В, Г. Условия, необходимые для проверки основных параметров СВ, заключаются в следующем:

- напряжение бортовой сети по штатному вольтметру на ЦЦМВ – 22–29 В;
- проверку СВ проводить не ранее чем через две минуты после включения;
- при проверке использовать внешний источник питания (другую БМД с работающим двигателем в буфере со штатным или технологическим АБ);
- перед проверкой параметров проверить функционирование и сигнализацию стабилизатора.

При проверке параметров СВ (рисунки 8.1, 8.2, 8.3 и 8.9) используется набор из приборов и инструментов, входящих в комплект индивидуального ЗИП и ГК-30: динамометр ДПУ-0,02 (20 кгс); динамометр ДПУ-0,1 (100 кгс); хомут 675-41-сб 140; квадрант оптический КО-60М; индикатор ИЧ; Штатив Ш-1-8; линейка; секундомер; отвертка; ключи гаечные 10x12 мм, 12x14 мм, 14x17 мм; плоскогубцы.



1 – индикатор часового типа ИЧ; 2 – штатив Ш-1-8

Рисунок 8.9 – Индикатор часового типа со штативом

8.3.1 Проверка жесткости в вертикальной плоскости

Определение значения жесткости стабилизатора в ВН выполняется путём измерения углового перемещения спаренной установки в вертикальной плоскости при измерении внешнего момента (усилия) на заданную величину.

Для выполнения проверки необходимо выполнить следующие действия:

- закрепить хомут на стволе пушки на расстоянии 0,65 м от торца ствольной коробки (1,5 от оси цапф);
- на КР-25 выключить АЗС ГН;
- на ПУ-О включить режим АВТ;
- установить пушку горизонтальное положение. Подвижные части пушки должны быть в крайнем заднем положении;
- установить на башню штатив с индикатором, стержень индикатора должен упираться в ствол спаренного пулемета или петлю башни и иметь возможность перемещаться на половину рабочего хода;
- на ПУ-О включить выключатель ПРИВОД;
- на ПУ-О скомпенсировать увод резистором БАЛАНС ВН (один раз перед замерами в обе стороны по индикатору);
- кратковременно приложить к стволу пушки через динамометр усилие 15–20 кгс в сторону противоположную следующему замеру и плавно снизить усилие до нуля (рисунок 8.10);
- приложить через динамометр и хомут к стволу пушки в сторону замера усилие 9,5–10 кгс, а затем увеличить его плавно до 17 кгс. При этом необходимо фиксировать разность показаний индикатора. Измерение выполняется по три раза вверх и вниз. Среднеарифметическое значение изменения показаний индикатора должно быть не более 6 делений (0,63 мм).



Рисунок 8.10 – Порядок проверки жесткости привода ВН

По результатам измерений жесткость ($G_{\text{ВН}}$) вычисляется по формуле:

$$G_{\text{ВН}} = 292/\Delta l_{\text{н}}, \quad (8.6)$$

где $G_{\text{ВН}}$ – жесткость стабилизатора в ВН, Н·м/т.д. (кгс·м/т.д.);

Δl – среднестатистическое по шести замерам значение изменения показаний индикатора, мм.

В соответствии с требованиями ИЭ 2Э36-1 жесткость в ВН режима АВТ должна быть не менее 17 кгс·м/т. д. (167 Н·м/т. д.). При меньшем значении необходимо выполнить регулировку СВ.

8.3.2 Проверка жесткости в горизонтальной плоскости

Значение жесткости стабилизатора в ГН определяется путём измерения углового перемещения башни в плоскости ГН при изменении внешнего момента (усилия) на заданную величину.

Методика и последовательность измерения жесткости привода ГН аналогична измерению жесткости привода в ВН, за исключением размещения хомута, отключения привода ВН, места установки штатива с индикатором и диапазона прикладываемых внешних усилий (рисунок 8.11):

- хомут установить на расстоянии 1,4 м от торца стволовой коробки;
- выключить АЗС ВН на КР-25;
- индикаторную стойку установить так, чтобы стержень индикатора упирался в кронштейн прожектора;
- включить СВ по ГН;
- приложить к стволу пушки усилие начальное 20 кгс, а затем плавно увеличить до 40 кгс. Фиксируется разность показаний индикатора.

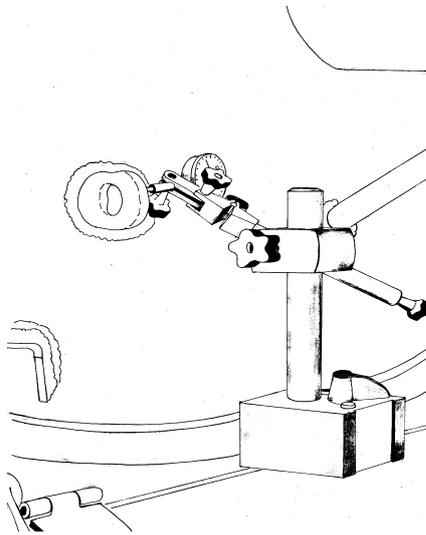


Рисунок 8.11 – Установка штатива с индикатором ИЧ на БМД-2 для проверки жесткости привода ГН

Измерение выполняется по три раза в обе стороны. Среднеарифметическое значение изменений показаний индикатора должно быть не более 19 делений (0,19 мм).

Для вычисления жесткости для БМД-2 используется формула:

$$G_{\text{ГН}} = 3057/\Delta l_{\text{н}}, \quad (8.7)$$

где $G_{\text{ГН}}$ – жесткость стабилизатора в ГН, Н·м/т.д. (кгс·м/т.д.);

Δl – среднестатистическое по шести замерам значение изменения показаний индикатора, мм.

Требование ИЭ для 2Э36-1: жесткость по ГН режима АВТ должна быть не менее 40 кгс·м/т. д. При меньшем значении произвести регулировку СВ.

8.3.3 Проверка демпфирования

Стабилизатор должен обеспечивать торможение спаренной установки и башни с допустимым числом перебегов, относительно заданных наводкой углов. Число перебегов в вертикальной и горизонтальной плоскостях определяется визуально по числу отклонений марки прицела относительно выбранного установившегося положения. Для этого необходимо задать с помощью ПУ-О в соответствующей плоскости максимальную скорость, а затем резко опустить ручки (корпус) и посчитать количество перебегов марки прицела вверх и вниз (влево и вправо) от установившегося положения. Измерение произвести по три раза в каждую сторону и определить среднеарифметическое значение.

Стабилизатор вооружения 2Э36-1 должен обеспечивать торможение с числом перебегов:

- в режиме «Автомат»:
 - в плоскости ВН – 1–2,
 - плоскости ГН – 1–3;
- в режиме «Полуавтомат»:
 - в плоскости ВН – 1–2,
 - в плоскости ГН – 0–4.

Если количество перебегов не соответствует требованиям, то необходимо отрегулировать блок управления БУ-179 в соответствии с приложением Ж.

8.3.4 Проверка максимальных скоростей наведения

Для определения максимальных скоростей наведения в плоскости ВН:

а) в режиме АВТ необходимо выполнить следующие действия:

- 1) на ПУ-О установить переключатель режима в положение АВТ;
- 2) включить стабилизатор;
- 3) подвести спаренную установку на максимальный угол снижения (-4°) и резко отклонить ручки ПУ-О до упора вверх, и одновременно включить секундомер;
- 4) при загорании на ПУ-О светодиода ПАВ выключить секундомер, зафиксировать его показания, отпустив ручки ПУ-О (угол возвышения 30°).

Вычислить максимальную скорость в режиме АВТ по формуле:

$$\omega_{\max} = \alpha/t_{\text{cp}} = 35/t_{\text{cp}}, \quad (8.8)$$

где α – угол перемещения спаренной установки, град (для БМД-2 $\alpha = 30^\circ$);

t_{cp} – среднеарифметическое время двух замеров вверх и двух вниз, с;

б) в режиме «Полуавтомат» методика и последовательность операций аналогична измерениям в режиме «Автомат», кроме этого:

- 1) на ПУ-О установить переключатель режима в ПАВ,
- 2) угол перемещения пушки от максимального угла снижения (-4°) до угла максимального возвышения ($+56^\circ$) равен 60° (БМД-2).

Максимальные скорости наведения в плоскости ВН для 2Э36-1 должны быть: в режиме АВТ – не менее 6 град/с; в режиме ПАВ – не менее 35 град/с.

Для определения максимальных скоростей наведения в плоскости ГН:

а) в режиме «Автомат» необходимо выполнить следующие действия:

- 1) на ПУ-О установить режим АВТ;
- 2) включить стабилизатор;
- 3) с помощью ПУ-О задать максимальную скорость, при этом повернуть корпус пульта на возможно больший угол, при котором еще отсутствует вращение с перебросочной скоростью;

4) на установившейся скорости с помощью секундомера произвести измерения времени прохождения башни угла 90° (165°) от исходного продольного положения пушки по два раза в обе стороны.

Максимальную скорость в режиме АВТ определяют по формуле:

$$\omega_{\max} = \alpha/t_{\text{cp}}, \quad (8.9)$$

где α – угол поворота башни, град;

t_{cp} – среднеарифметическое время всех замеров (в обе стороны), с;

б) для проверки максимальной скорости в режиме «Полуавтомат» необходимо выполнить следующие действия:

- 1) на ПУ-О установить переключатель РЕЖИМ в положение ПАВ;
- 2) включить СВ;
- 3) повернуть корпус до момента срабатывания выключателя перебросочной скорости в ПУ-О, измерить время поворота башни на 330° с установившейся скоростью;

4) произвести измерения по два раза в обе стороны и вычислить значение максимальной скорости по формуле (8.9).

Для проверки перебросочной скорости в режиме «Автомат» необходимо выполнить следующие действия:

- на ПУ-О установить режим АВТ;
 - включить СВ, повернуть корпус ПУ-О до упора для срабатывания выключателя перебросочной скорости;
 - произвести измерения аналогично измерениям максимальной скорости.
- Скорости наведения СВ 2Э36-1 в плоскости ГН должны быть:
- в режиме АВТ: максимальная – не менее 6 град/с, перебросочная – не менее 30 град/с;
 - в режиме ПАВ: максимальная – не менее 30 град/с.

Если эти требования не выполняются, то отрегулировать блок управления БУ-179 стабилизатора вооружения.

8.3.5 Проверка минимальных скоростей наведения в режимах «Автомат» и «Полуавтомат»

Для определения значений минимальных скоростей наведения необходимо:

- включить стабилизатор и установить на ПУ-О режим АВТ или ПАВ;
- выбрать цель, удаленную на расстояние не менее 1 000 м, навести марку прицела БПК-2-42 на цель;
- с помощью ПУ-О проводить наведение спаренной установки в вертикальной (горизонтальной) плоскости с минимально возможной скоростью. При наличии значительных уводов, мешающих произвести измерения, произвести

их компенсацию с помощью ручек резисторов БАЛАНС ВН или БАЛАНС ГН (рисунок 3.10, поз. 10, 12);

- с помощью секундомера измерить время прохождения горизонтальной линии в поле зрения прицела БПК-2-42 (рисунок 8.12, по шкале БР) на расстоянии между рисками 0 и 20 делений в вертикальной плоскости относительно выбранной цели.

Измерения производить по два раза в каждую сторону.

Значения минимальных скоростей определяют по формуле:

$$\omega_{\min} = \alpha/t_{\text{cp}} = 0,9/t_{\text{cp}}, \quad (8.10)$$

где α – угол, соответствующий 20 делениям шкалы БР – 0,9 град (в вертикальной плоскости – 3 делениям шкалы – 0,9 град; в горизонтальной плоскости – от выбранной цели);

t_{cp} – время прохождения угла, с.

В соответствии с ИЭ минимальные скорости наведения в вертикальной и горизонтальной плоскостях должны быть в режимах:

- а) «Автомат» – не более 0,07 град/с;
- б) «Полуавтомат» – не более 0,1 град/с.

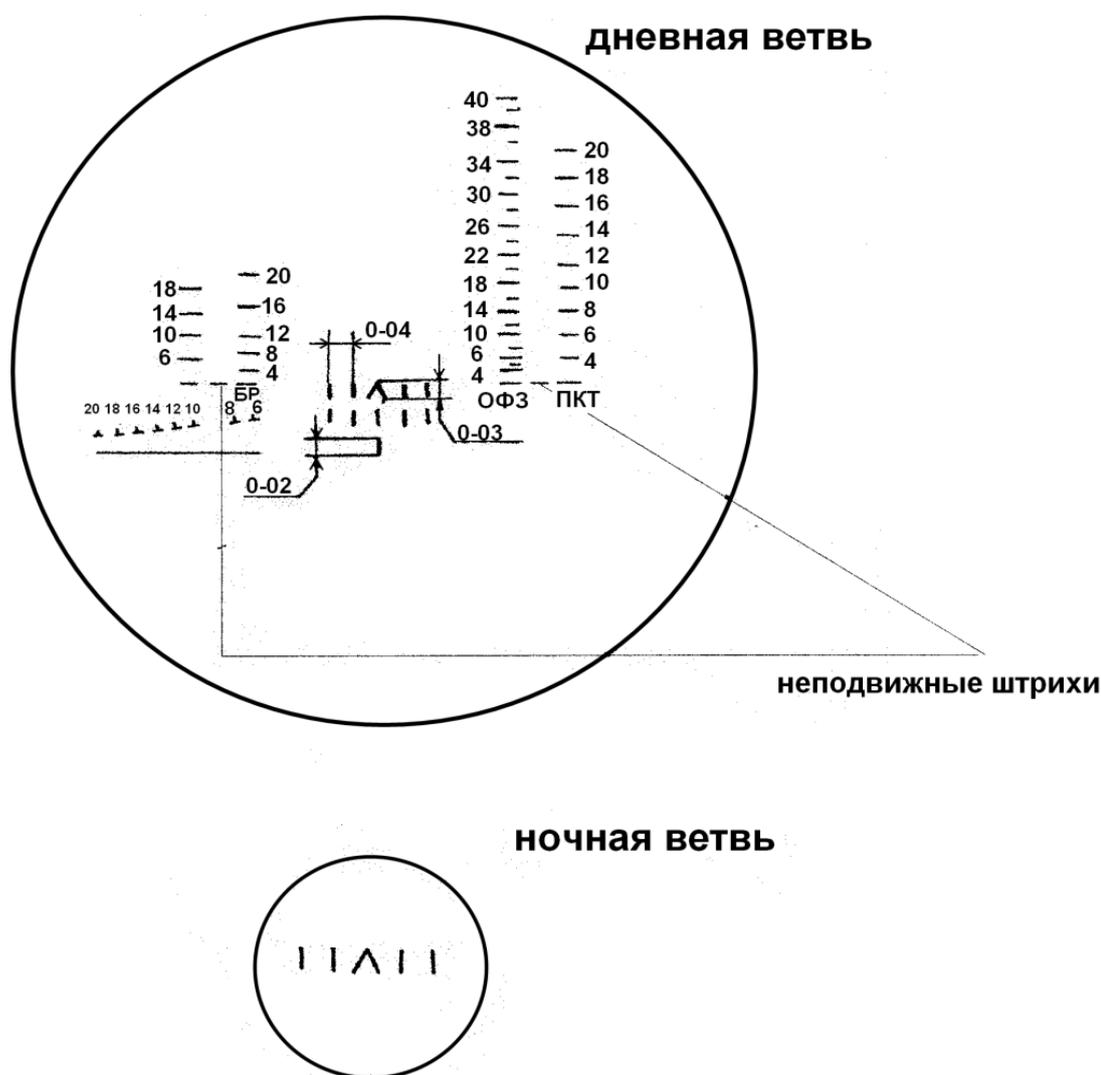


Рисунок 8.12 – Сетка прицела БПК-2-42

Если значения минимальных скоростей не соответствуют требованиям ИЭ, то необходим ремонт СВ в специальном ремонтном подразделении.

8.3.6 Проверка скоростей уводов в вертикальной и горизонтальной плоскостях в режимах «Автомат» и «Полуавтомат»

Перед проверкой скоростей уводов в соответствующих плоскостях СВ необходимо произвести следующие операции:

- включить стабилизатор и установить на ПУ-О режим ПАВ;
- через 2 минуты произвести два-три реверса в плоскостях ВН и ГН кратковременным отклонением ручек и корпуса ПУ-О до упоров; на ПУ-О переключить стабилизатор в режим АВТ и поворотом ручек резисторов БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН произвести компенсацию уводов до минимально возможной величины (не более 5 т. д./мин);

- полученное положение ручек резисторов на ПУ-О должно оставаться неизменным в процессе измерений скоростей уводов.

Для определения значений скоростей увода в режиме «Автомат» надо:

- выбрать какую-либо точку на объекте, находящуюся на расстоянии 1 км;

- произвести наведение спаренной установки в плоскостях ВН и ГН так, чтобы выбранная точка на объекте находилась в середине между рисками 12 и 14 шкалы ПКТ прицела БПК-2-42. Наведение осуществлять с плавным снижением скорости от максимальной до нуля;

- включить секундомер.

Во время проверки за 1 мин выбранная точка на объекте не должна переместиться за пределы рисков 0 или 18 на шкале ПКТ прицела БПК-2-42, что составляет предел углового перемещения спаренной установки в ВН 25 т. д., или сместиться на три деления в ГН, что соответствует самопроизвольному повороту башни на 75 т. д.

Для определения значений скоростей увода в режиме «Полуавтомат» методика проверки аналогична, но без предварительного реверсирования приводов, а время, за которое выбранная точка объекта не должна переместиться за пределы рисков 0 или 18 шкалы ПКТ прицела БПК-2-42, составляет 20 с.

Значение скорости увода ω_y в плоскостях ВН и ГН можно определить:

$$\omega_y = 1\,000 \cdot (\alpha / t_{cp}), \quad (8.11)$$

где α – угол отклонения метки объекта в пределах шкалы ПКТ прицела БПК-2-42 от исходного состояния, град;

t_{cp} – время прохождения угла α , с;

1 000 – коэффициент перевода единицы измерения град/с в т. д./мин.

В соответствии с ИЭ 2Э36-1 скорости уводов в плоскостях ВН и ГН должны быть в режимах:

а) «Автомат» – не более 25 т. д./мин;

б) «Полуавтомат» – не более 75 т. д./мин.

Если скорости увода превышают заданные требования, необходим ремонт СВ в специальном ремонтном подразделении.

8.3.7 Проверка смещения резисторов БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН

Для проверки необходимо:

- включить стабилизатор и на ПУ-О режим АВТ;

- произвести компенсацию скоростей уводов в режиме АВТ до минимально возможной величины;

- определить смещение ручек резисторов БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН от среднего положения.

При отрицательных температурах до минус 20 °С смещение определяется через 30 мин после включения стабилизатора, а при температуре от минус 20 до минус 50 °С – через 50 мин после включения АБ.

В соответствии с ИЭ 2Э36-1 допустимое смещение резисторов БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН от среднего положения не должен превышать $\pm 4,5$ деления. Если смещение резисторов превышает $\pm 4,5$ деления, то необходимо настроить стабилизатор вооружения.

8.4 Методика регулирования параметров стабилизатора вооружения БМД

При несоответствии параметров СВ паспортным данным в процессе проверки технического состояния необходимо производить регулировку.

Перечень параметров СВ представлен ниже:

- жесткость, демпфирование и вибрации;
- максимальные скорости в вертикальной плоскости;
- максимальные и перебросочные скорости в горизонтальной плоскости;
- уводы в плоскостях ВН и ГН.

Для выполнения регулирования (настройки или подстройки) необходимо соблюдать следующие технические условия:

- напряжение бортовой сети 26–28 В;
- регулировки приводов ВН и ГН производятся отдельно;
- при настройке жесткости, демпфирования привода ГН, устранении вибрации и неплавности перемещения башни при свободном ходе необходимо разгрузить (убрать боекомплект) боевое отделение машины;
- при настройке максимальной скорости наведения, жесткости, демпфирования привода ВН и устранении вибрации необходимо, чтобы подвижные части пушки находились в заднем положении;
- измерение параметров стабилизатора производить по методикам, изложенным в пунктах 8.3.1 – 8.3.6 учебного пособия;
- основная регулировка производится с помощью регулировочных резисторов на БУ-179 под крышками РЕГУЛИРОВКИ и УСИЛЕНИЕ.

Приборы, инструменты и принадлежности, используемые при регулировке:

- квадрант оптический КО-60М (в групповом комплекте);
- прибор Ц43101, изображённый на рисунке 8.13 (в групповом комплекте ЗИП);
- щуп № 2;
- ключи гаечные 8x10 мм, 12x14 мм, 13x14 мм;
- плоскогубцы (в ящике механика-водителя);
- отвертка (в ЗИП 2Э36-1).



Рисунок 8.13 – Прибор Ц43101

8.4.1 Регулировка (настройка) жесткости, демпфирования и устранение вибрации

Настройка этих трех параметров производится одновременно, так как настройка одного параметра вызывает изменение другого.

В приводе ВН она производится с помощью регулировочных резисторов на БУ-179 УСИЛЕНИЕ ВН, ДТ-ВН и ТГ-ВН, а в приводе ГН – УСИЛЕНИЕ ГН, ДТ-ГН и ГТ-ГН. Перечень регулировочных резисторов с их назначением, влиянием на параметры приводов ВН и ГН блока БУ-179 показаны в приложении Д.

В процессе эксплуатации регулировку (настройку) параметров осуществляют по картам настройки устойчивости, переходного процесса и жесткости привода ВН (ГН), приведенным в приложении Ж.

Содержание карт подстройки

- 1 Подстраиваются три параметра: устойчивость (отсутствие автоколебаний), число перебегов, жесткость.
- 2 Каждой клетке карты соответствует одно из возможных сочетаний настраиваемых параметров.
- 3 Цифра в клетках карты указывает количество настроенных параметров.
- 4 В клетках карты указаны обозначения регулировочных резисторов и направления вращения валов резисторов, обеспечивающих подстройку приводов (например, У – усиление).
- 5 Автоколебания низкой частоты – колебания с частотой до 10 ГЦ и амплитудой свыше 1° .
- 6 Автоколебания средней частоты – колебания с частотой 10–20 ГЦ и амплитудой до 1° .
- 7 Автоколебания высокой частоты – колебания с частотой 50–100 ГЦ и амплитудой менее $0,05^\circ$.

Правила подстройки по картам:

- при проверке значений основных параметров, которые оказались отличными от требуемых ИЭ, выбрать по карте клетку, соответствующую измеренным параметрам (виду автоколебаний, числу перебегов и жесткости);
- в клетке определить резистор и направление вращения его ствола для выполнения подстройки;
- произвести поворот вала выбранного резистора на один-три оборота (под крышкой РЕГУЛИРОВКИ) и на 1-5° (под крышкой УСИЛЕНИЕ) БУ-179;
- произвести вновь измерение настраиваемых параметров и определить по карте резистор, необходимый для выполнения подстройки, если после этого состояние привода не изменилось (не произошел переход к другой клетке на карте), то вновь произвести поворот вала того же резистора;
- настройка закончена, если все параметры привода удовлетворяют требованиям, по карте клетка обозначена ПРИВОД НАСТРОЕН с цифрой 3.

8.4.2 Регулировка (настройка) максимальных скоростей в плоскости ВН

Операция проводится в режиме ПАВ, при этом регулироваться максимальная скорость в режиме АВТ будет автоматически. Настройка максимальных скоростей производится резистором Н (ввести 1–3 оборота). Не следует вводить резистор более, чем необходимо (скорость не увеличится, а скоростная характеристика будет иметь завышенную крутизну и участок насыщения, на котором скорость не меняется).

8.4.3 Регулировка (настройка) максимальных и перебросочных скоростей в плоскости ГН

Операция проводится настройкой максимальной скорости в режиме ПАВ и перебросочной скорости в режиме АВТ, которые по значению равны между собой. При этом максимальная скорость в режиме АВТ будет настраиваться автоматически. Регулирование скоростей производится резистором Н канала ГН. Если измеренная максимальная скорость в режиме ПАВ (перебросочная в АВТ) ниже требуемой, то ввести резистор на 1–3 оборота.

8.4.4 Регулировка (настройка) уводов в плоскостях вертикального и горизонтального наведения

Регулировка (настройка) уводов в плоскостях ВН и ГН производится резистором БГА соответствующего канала ВН или ГН.

Порядок настройки:

- 1 Включить на ПУ-О стабилизатор в режим АВТ.
- 2 Резисторы БАЛАНС ВН и БАЛАНС ГН установить в среднее положение (соответствует «0»).
- 3 Включить на ПУ-О режим ПАВ.
- 4 Произвести 2–3 реверса в плоскостях ВН и ГН.
- 5 Включить на ПУ-О режим АВТ.
- 6 Вращая резисторы БГТА добиться минимального увода в соответствующей плоскости ВН или ГН.

8.4.5 Предварительная настройка стабилизатора вооружения

Предварительная настройка СВ производится для вновь устанавливаемого стабилизатора и при замене БУ-179. Операции выполняются следующим образом:

а) вывести все регулировочные резисторы БУ, вращая валы резисторов против хода часовой стрелки до упора, а резистор БГТ-ВН по ходу, (полный ресурс введения резисторов, кроме резисторов УСИЛЕНИЕ ВН и УСИЛЕНИЕ ГН – 75 оборотов вала);

б) после этого резисторы ввести по часовой стрелке:

- для привода ВН: ТГ – на 8 оборотов, ДТ – на 20 оборотов, ГТ – на 6 оборотов, Н – на 25 оборотов, БГТА – на 35 оборотов, УСИЛЕНИЕ ВН – на 60° – 90° ,

- для привода ГН: ДТ – на 20 оборотов, ГТ – на 6 оборотов, Н – на 35 оборотов, БГТА – на 35 оборотов, УСИЛЕНИЕ ГН – на 90° – 150° .

8.5 Неисправности стабилизатора вооружения, признаки их проявления и порядок устранения

Основными причинами, вызывающими появление неисправностей являются:

- несоблюдение указаний по эксплуатации, транспортированию и хранению;
- механические повреждения приборов и комплекта монтажных частей;
- нарушения контактов в штепсельных разъемах.

Возможные неисправности стабилизатора вооружения, их причины, способы предупреждения и устранения приведены в таблице 8.1.

Т а б л и ц а 8.1 – Возможные неисправности стабилизатора вооружения, их причины, способы предупреждения и устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
<p>При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О стабилизатор не включается. Не запускается ПТ-200Ц, не горят светодиоды ВН, ГН, АВТ (ПАВ) на ПУ-О</p>	<p>Не включен АЗС ПРЕОБР на КР-25. Обрыв проводов кабелей № 1, 2, 4 комплекта монтажных частей</p>	<p>Включить АЗС ПРЕОБР на КР-25. Заменить кабели № 1, 2, 4</p>
<p>При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О стабилизатор не включается, хотя ПТ-200Ц запускается. Светодиоды ВН, ГН, АВТ (ПАВ) не горят</p>	<p>Не выполнена подготовка стабилизатора к работе. Вышел из строя предохранитель ПР 11 (15А) на БУ-25-2С</p>	<p>Привести стабилизатор в готовность к включению. Заменить предохранитель исправным</p>
<p>При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О один из приводов ВН или ГН не включается. Светодиод ВН или ГН на ПУ-О не горит</p>	<p>Не выполнена подготовка стабилизатора к работе. Вышел из строя предохранитель У-ВН или У-ГН (50А). Обрыв провода в кабеле № 2 комплекта монтажных частей</p>	<p>Привести стабилизатор в готовность к включению. Заменить предохранитель исправным. Заменить кабель № 2</p>
<p>При подходе спаренной установки к верхнему (нижнему) упору выключается АЗС ВН на КР-25. Светодиоды ВН на ПУ-О гаснут</p>	<p>Неисправен БУ-179</p>	<p>Заменить БУ-179</p>
<p>При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О сгорает предохранитель 50А в У-ВН (У-ГН) или выключается АЗС ВН (ГН) на КР-25. Один из светодиодов ВН (ГН) на ПУ-О не горит</p>	<p>Заклинивание башни или спаренной установки. Короткое замыкание цепи якоря электродвигателя ВН (ГН) на корпус Неисправен У-ВН (У-ГН). Неисправен ФП. Неисправен ЭДМ-14 (ЭДМ-20)</p>	<p>Проверить ручными приводами. Устранить заклинивание и заменить на У-ВН (У-ГН) предохранитель 50 А. Проверить наличие короткого замыкания контактов 8 разъема Ш 2/4 У-ВН или У-ГН на корпус. При наличии КЗ заменить кабель № 4 и предохранитель 50 А. Заменить прибор. Заменить ФП. Заменить электродвигатель</p>

Продолжение таблицы 8.1

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
При включении выключателя ПРИВОД на ПУ-О нет управления от пульта по ВН или ГН, хотя светодиоды ВН и ГН, АВТ или ПАВ горят	Обрыв провода в кабеле № 2. Неисправен электродвигатель привода ВН или ГН. Обрыв провода в кабеле № 4 комплекта монтажных частей. Неисправен усилитель У-ВН или У-ГН. Неисправен ПУ-О или БУ-179	Заменить кабель № 2. Заменить электродвигатель. Заменить кабель № 4. Заменить усилитель У-ВН или У-ГН. Заменить ПУ-О или БУ-179
При работе привода ВН или ГН появляется вибрация, мешающая наблюдению	Обрыв провода в кабеле № 2 комплекта монтажных частей	Заменить кабель № 2
При работе привода ВН появляются автоколебания спаренной установки	Неисправен БУ-179 или ТГ. Обрыв провода в кабеле № 3 комплекта монтажных частей	Заменить БУ-179 или ТГ. Заменить кабель № 3
При работе привода ГН появляются автоколебания башни в режиме АВТ или ПАВ	Неисправен БУ-179	Заменить БУ-179

Для поддержания стабилизатора вооружения в технически исправном состоянии и постоянной готовности к применению, согласно инструкции по эксплуатации, проводить следующие виды планово-предупредительного технического обслуживания:

- контрольный осмотр (КО), который проводится экипажем перед выходом БМД из парка, на марше, перед занятиями и учениями, перед боевой работой;

- ежедневное техническое обслуживание (ЕТО), которое проводит экипаж после боевой работы, учений, занятий, а также не реже одного раза в две недели, если СВ не использовался;

- техническое обслуживание № 1 (ТО-1), которое проводится после 50 ч работы СВ или 2 500 км пробега БМ, а также при кратковременном хранении – один раз в шесть месяцев при СО и при длительном хранении – во время годового ТО;

- техническое обслуживание № 2 (ТО-2), которое проводится через 100 ч работы СВ или 5 000 км пробега БМ, но не реже одного раза в два года, перед постановкой БМ на хранение.

Перечень работ, выполняемых при всех видах обслуживания, приведен в инструкции по эксплуатации стабилизатора вооружения 2Э36-1.

Контрольные вопросы

- 1 В чём заключается порядок проверки функционирования стабилизатора вооружения?
- 2 Раскройте методику проверки момента неуравновешенности M_H и момента трения M_{TR} .
- 3 Раскройте методику проверки момента сопротивления M_C .
- 4 Раскройте методику проверки момента люфтовывбирающего устройства $M_{ЛВУ}$.
- 5 Перечислите условия для проверки параметров стабилизатора вооружения.
- 6 Перечислите приборы и принадлежности, необходимые для проверки основных параметров.
- 7 Какова методика проверки жёсткости?
- 8 В чём заключается проверка демпфирования?

Заключение

В пособии рассмотрен стабилизатор вооружения 2Э36, который устанавливается на боевых машинах десанта и пехоты. Много внимания уделено подробному раскрытию особенностей конструкции стабилизатора и его обслуживанию.

Авторы надеются, что пособие окажет определенную помощь курсантам вузов МО, обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования, а также может быть использовано в подразделениях ВДВ, эксплуатирующих БМД-2. Только глубокие знания конструкции вооружения и военной техники позволят обеспечить требуемый уровень боевой готовности воинских частей и подразделений.

В конструкцию стабилизаторов, обеспечивающих работу системы управления огнем двухместных (рабочие места командира и наводчика) боевых отделений БМД-3, БМП-2 и др. входит прибор целеуказания (ПЦУ), особенности устройства которого представлены согласно приложению 3.

Список литературы

- 1 Электрооборудование бронетанковой техники [Текст] : учебник / под ред. А. С. Белоновского. – М. : Воениздат, 1976.
- 2 Боевая машина десанта БМД-3 [Текст] : учебник / под ред. Ю. Ф. Коваленко. – Омск. : ОмГТУ, 2003.
- 3 Электрооборудование и автоматика бронетанковой техники. Часть 1. Основы теории и конструкции [Текст] : учебник / под ред. А. С. Белоновского. – М. : Воениздат, 1976.
- 4 БМД-2, БМД-2К. Техническое описание и инструкция по эксплуатации [Текст]. – М. : Воениздат, 2002.
- 5 Боевая машина пехоты БМП-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации [Текст]. – М. : Воениздат, 2001. – Ч. 1.

Приложение А

Проверка функционирования и сигнализации БМД-2

Т а б л и ц а А.1 – Порядок проверки функционирования и сигнализации БМД-2

Операция	Действие	Требуемый результат
Включение	Установить на ПУ-О выключатель ПРИВОД в положение ВКЛ	Через 10–15 с загораются на ПУ-О светодиоды ВН, ГН, ПАВ. Наведение спаренной установки (СУ) возможно от ПУ-О и невозможно ручными приводами
Режим АВТ	Установить на ПУ-О выключатель РЕЖИМ в положение АВТ	Загорается светодиод АВТ и гаснет ПАВ на ПУ-О
Управляемость	Плавно изменять угол поворота ручек (корпуса) ПУ-О от исходного положения до упора	На всех углах поворота от исходного (нейтрального) положения происходит наведение СУ в направлении поворота ручек корпуса. Скорость наведения с увеличением угла поворота ручек и корпуса увеличивается. При отклонении корпуса до упора гаснет светодиод АВТ и загорается ПАВ, скорость скачкообразно увеличивается до переборочной
	С помощью ПУ-О произвести наведение СУ вверх от -5° до 70°	При прохождении СУ угла возвышения 30° на ПУ-О гаснет светодиод АВТ и загорается ПАВ, при неизменном угле отклонения ручек увеличивается скорость наведения
	С помощью ПУ-О произвести наведение СУ вверх до упора, удержание на упоре 2–5 с, а затем отклонение ручек пульта в противоположную сторону	На упоре СУ неподвижна. При отклонении ручек вниз осуществляется наведение СУ. На упоре допускаются автоколебания СУ. Допускается задержка снятия СУ с упора
	С помощью ПУ-О произвести наведение СУ вниз от 70° угла возвышения до -5°	При прохождении СУ угла возвышения 30° на ПУ-О загорается светодиод АВТ и гаснет ПАВ, уменьшается скорость наведения при неизменном угле отклонения ручек
	С помощью ПУ-О произвести наведение СУ вниз до упора, удерживать 2–5 с, а затем отклонить ручки пульта в противоположную сторону	При нахождении на упоре СУ неподвижна. При отклонении ручек ПУ-О вверх происходит наведение СУ вверх. На упоре допускается автоколебание СУ. Допускается задержка снятия СУ с упора
	С помощью ПУ-О, плавно изменяя угол поворота корпуса, произвести наведение до упоров концевых выключателей обвода антенны, а затем отклонением корпуса в проти-	На упорах обвода антенны СУ неподвижна, а при отклонении корпуса в противоположную сторону осуществляется наведение привода ГН

воположную сторону снять с упора		
Продолжение таблицы А.1		
Операция	Действие	Требуемый результат
	Повернуть ручку БАЛАНС ВН на ПУ-О в одну сторону до упора, а затем в другую сторону до упора	При повороте ручки БАЛАНС ВН по ходу часовой стрелки до упора СУ поворачивается вверх, против хода часовой стрелки – вниз. Вернуть ручку в исходное положение
	Повернуть ручку БАЛАНС ГН на ПУ-О в одну сторону до упора, а затем в другую сторону до упора	При повороте ручки БАЛАНС ГН по ходу часовой стрелки до упора башня поворачивается вправо, против хода часовой стрелки – влево. Вернуть ручку в исходное положение
Торможение	Отклонить ручки ПУ-О до упора и при установившейся скорости резко отпустить ПУ-О. Повторить при вращении СУ в противоположную сторону	Происходит резкая остановка СУ
	Отклонить корпус ПУ-О до упора и при установившемся вращении башни резко отпустить пульт. Повторить операцию при вращении башни в противоположную сторону	Происходит резкая остановка башни
Реверсирование	Отклонить ручки ПУ-О до упора и при установившемся вращении СУ резко повернуть ручки пульта в противоположную сторону до упора. Повторить операцию в противоположную сторону	Происходит резкое изменение направления вращения СУ
	Отклонить корпус ПУ-О до упора и при установившемся вращении башни резко повернуть корпус пульта в противоположную сторону до упора. Повторить операцию в противоположную сторону	Происходит резкое изменение направления вращения башни
Режим ПАВ	Установить на ПУ-О выключатель РЕЖИМ в положение ПАВ	На ПУ-О загорается светодиод ПАВ и гаснет АВТ
Блокировки	Поочередно включать блокировки СВ: - стопоры СУ и башни; - люки корпуса; - выключатель ПТР БУ-25-2С; - обвод антенны; - ПАЗ	Гаснут светодиоды ВН или ГН. Гаснут ВН, ГН, ПАВ. Гаснут ВН, ГН, ПАВ, а загорается ПТР. Гаснут ВН, ГН, ПАВ, невозможно управление от ПУ-О

Приложение Б

Механические параметры, влияющие на работу стабилизатора вооружения. Определение значения параметров и требования ИЭ

Т а б л и ц а Б.1 – Механические параметры, влияющие на работу стабилизатора вооружения

Наименование параметра	Влияние на работу стабилизатора
Момент неуравновешенности M_H (только для ВН)	Пушка крепится к башне через две полуоси-цапфы, находится всегда в неуравновешенном состоянии с перевешиванием на ствол, удерживается в заданном положении постоянной работой электродвигателя. Отсюда, чем больше неуравновешенность, тем больше постоянная нагрузка на электродвигатель
Момент трения $M_{Тр}$. Момент сопротивления повороту башни M_C	Зависят от состояния редукторов в приводах (смазка, загрязнение, температурные расширения и т. п.). Влияют на расход мощности электродвигателями (изменяется общий КПД стабилизатора)
Момент люфтовывбирающего устройства редуктора башни $M_{ЛВУ}$	Зависит от силы сжатия прижимающей пружины. При большом значении момента разрушается выходная текстолитовая шестерня редуктора. При чрезмерно малом значении увеличивается момент сопротивления повороту башни

Т а б л и ц а Б.2 – Определение значения параметров и требования ИЭ

Наименование параметра	Значение для БМП-2	Значение для БМД-2
M_H – момент неуравновешенности для спаренной установки $M_H = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot 1,5 (\text{кгс} \cdot \text{м})$ (ВН)	M_H не более 3 кгс·м	M_H не более 2,4 кгс·м
$M_{Тр}$ – момент трения $M_{Тр} = \frac{P_1 + P_2}{2} \cdot 1,5 (\text{кгс} \cdot \text{м})$ (ВН)	$M_{Тр}$ не более 11 кгс·м	$M_{Тр}$ не более 11 кгс·м
$M_{ЛВУ}$ – момент люфтовывбирающего устройства башни $M_{ЛВУ} = P_{СР} 2,8 (2,64) (\text{кгс} \cdot \text{м})$ (ГН)	230–250 кгс·м $P_{СР} = 82–89$ кг	128–188 кгс·м $P_{СР} = 45–71$ кг
M_C – момент сопротивления повороту башни $M_C = P_{СР} 2,8 (2,64) (\text{кгс} \cdot \text{м})$ (ГН)	Не более 40 кгс·м $P_{СР}$ не более 14,5 кг	Не более 25 кгс·м $P_{СР}$ не более 9,5 кг

Приложение В

Основные параметры стабилизатора вооружения (электрическая часть СВ)

Т а б л и ц а В.1 – Основные параметры стабилизатора вооружения

Наименование параметра	Влияние на работу стабилизатора
Жесткость $G_{ВН}$, $G_{ГН}$	При низкой жесткости ухудшаются точность наведения и качество стабилизации, увеличивается число перебегов (демпфирование)
Демпфирование (число перебегов)	Демпфирование предохраняет механическую часть привода от чрезмерного износа и поломок, но чрезмерное число перебегов затрудняет наведение и ухудшает стабилизацию. При отсутствии демпфирования в режиме АВТ может самопроизвольно начаться вибрация
Скорости наведения максимальные ω_{max}	Максимальные скорости определяют возможность переноса огня с одной цели на другую, а также возможности по сопровождению огнем скоростных (воздушных) целей
Скорости наведения минимальные ω_{min}	Минимальные скорости определяют точность наведения спаренной установки на цель
Скорости увода ω_y	Наличие увода как по ГН, так и по ВН влияет на работу СВ только отрицательно, тем не менее ввод потенциометров БАЛАНС на ПУ более необходимого запрещен, так как значительно снижает качество передачи сигнала от соответствующего ГТ к суммирующему интегрирующему усилителю БУ-179

Приложение Г

Основные параметры стабилизатора вооружения БМД-2 (значения параметров технической характеристики)

Т а б л и ц а Г.1 – Основные параметры стабилизатора вооружения БМД-2

Наименование параметра	Значение для БМП-2	Значение для БМД-2
Жёсткость G, кгс/т. д.	$G_{ВН} \geq 17; G_{ГН} \geq 40,$ $G_{ВН} = 313/\Delta l_{СР} (\Delta l_{СР} < 19),$ $G_{ГН} = 2\,500/\Delta l_{СР} (\Delta l_{СР} < 63)$	$G_{ВН} \geq 17; G_{ГН} \geq 40,$ $G_{ВН} = 292/\Delta l_{СР} (\Delta l_{СР} < 17),$ $G_{ГН} = 3\,057/\Delta l_{СР} (\Delta l_{СР} < 83)$
Демпфирование (количество перебегов)	ВН: АВТ = 1–2, ПАВ = 1–2; ГН: АВТ = 1–3, ПАВ = 0–4	
Скорости наведения (для плоскостей ВН и ГН) $\omega_{НАВ}$, град/с. Контролируются следующие скорости наведения: $\omega_{НАВ\ MIN\ АВТ}$ $\omega_{НАВ\ МАХ\ АВТ}$ $\omega_{НАВ\ MIN\ ПАВ}$ $\omega_{НАВ\ МАХ\ ПАВ}$	$\omega_{НАВ\ (ВН,\ ГН\ АВТ/ПАВ)} = \alpha/t_{СР},$ где α – угол поворота башни или спаренной установки; $t_{СР}$ – среднее время поворота 1 $\omega_{НАВ\ МАХ\ АВТ/ПАВ}$ ВН $\geq 6/35,$ ГН $\geq 6/30$ 2 $\omega_{НАВ\ MIN\ АВТ/ПАВ}$ ВН, ГН $\geq 0,07/0,1$	$\omega_{НАВ\ МАХ\ ВН\ АВТ} = 32/t_{СР},$ $\omega_{НАВ\ МАХ\ ВН\ ПАВ} = 61/t_{СР},$ $\omega_{НАВ\ MIN\ ВН\ АВТ/ПАВ} = \alpha/t_{СР},$ $\omega_{НАВ\ MIN,\ МАХ\ ГН\ АВТ/ПАВ} = \alpha/t_{СР}$ 1 $\omega_{НАВ\ МАХ\ АВТ/ПАВ}$ ВН $\geq 6/35,$ ГН $\geq 6/30$ 2 $\omega_{НАВ\ MIN\ АВТ/ПАВ}$ ВН, ГН $\geq 0,07/0,1$
Скорости увода $\omega_{УВ}$, т. д./мин	$\omega_{УВ\ АВТ/ПАВ\ ВН,\ ГН} = \alpha/t_{СР}$ $\omega_{УВ\ АВТ\ ВН,\ ГН} \leq 25$ $\omega_{УВ\ ПАВ\ ВН,\ ГН} \leq 75$	

Приложение Д

Перечень регулировочных резисторов, их назначение и влияние на параметры стабилизатора вооружения.

Влияние резисторов на параметры приводов ВН и ГН

Т а б л и ц а Д.1 – Перечень регулировочных резисторов, их назначение и влияние на параметры СВ

Резистор	Назначение в приводе	
	ВН	ГН
Усиление	Для настройки жесткости	Для настройки жесткости
ТГ	Для настройки демпфирования	В настройке не используется (введен по ходу часовой стрелки до упора)
ДГ	Для регулировки сигнала ОС по току якоря исполнительного двигателя при снижении уровня вибраций	Для регулировки сигнала ОС по току якоря исполнительного двигателя при снижении уровня вибраций
ГТ	Для выравнивания коэффициентов усиления сигналов тахометра ТГ и гиротахометра ГТ-К	Для настройки демпфирования (количества перебегов)
Н	Для настройки максимальных скоростей наведения в режимах АВТ и ПАВ	Для настройки максимальных скоростей наведения в режимах АВТ и ПАВ
БГТ	Для компенсации остаточного напряжения гиротахометра ГТ-К	В настройке параметров не используется
БГТА	Для настройки увода	Для настройки увода

Т а б л и ц а Д.2 – Влияние резисторов на параметры приводов ВН и ГН

Резистор	Основное действие резистора	Побочное действие резистора
Усиление (ВН, ГН)	Изменяет жесткость. При взводе резистора жесткость увеличивается	При взводе резистора количество перебегов увеличивается, возможно появление вибрации
ТГ-ВН (ГТ-ГН)	Изменяется демпфирование (количество перебегов). При взводе резистора количество перебегов уменьшается	При взводе резистора возможно появление вибрации
ДТ (ВН, ГН)	Устраняет низкочастотные вибрации. При взводе резистора вибрация может уменьшиться	При взводе резистора жесткость уменьшается

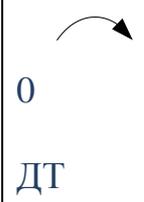
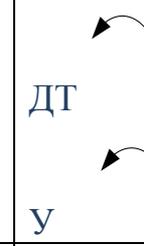
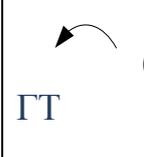
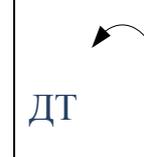
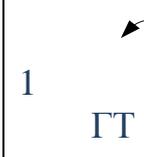
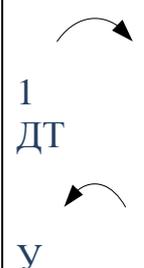
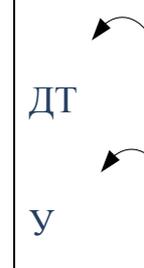
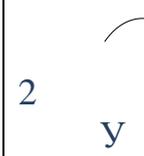
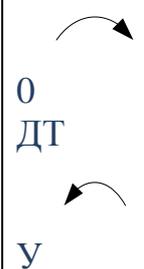
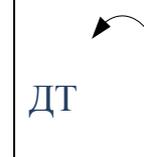
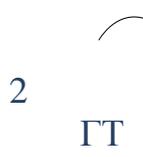
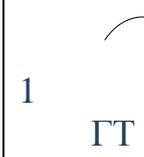
Приложение Е

Карты настройки стабилизатора вооружения

Т а б л и ц а Е.1 – Карта настройки устойчивости, переходного процесса и жесткости привода ВН

Качество переходного процесса	Наличие незатухающих колебаний			Автоколебания отсутствуют (допускаются автоколебания средней частоты, не мешающие наведению)	
	Низкой частоты	Средней частоты	Высокой частоты	Жесткость	
				В требуемых пределах	Ниже требуемой
Незатухающие колебания				–	–
Количество перебегов меньше требуемого	–				
Количество перебегов в требуемых пределах	–			Привод настроен	
Количество перебегов больше требуемого	–				

Т а б л и ц а Е.2 – Карта настройки устойчивости, переходного процесса и жесткости привода ГН

Качество переходного процесса	Наличие незатухающих колебаний			Автоколебания отсутствуют (допускаются автоколебания средней частоты, не мешающие наведению)	
	низкой частоты	средней частоты	высокой частоты	Жесткость	
				в требуемых пределах	ниже требуемой
Незатухающие колебания				–	–
Количество перебегов меньше требуемого	–				
Количество перебегов в требуемых пределах	–			Привод настроен 3	
Количество перебегов больше требуемого	–				

Приложение Ж

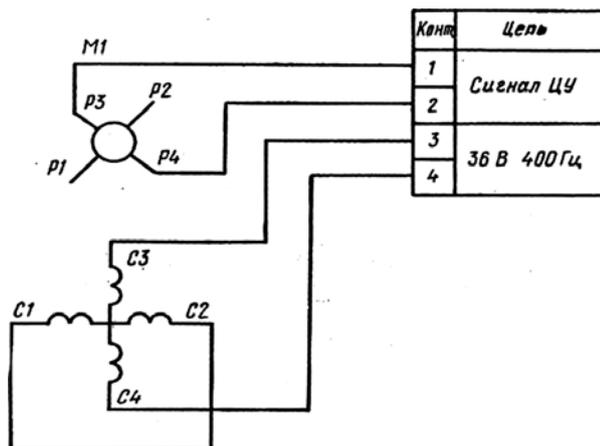
Прибор целеуказания

В конструкцию стабилизаторов, обеспечивающих работу системы управления огнем двухместных (рабочие места командира и наводчика) боевых отделений БМД-3, БМП-2 и др. входит прибор целеуказания (ПЦУ).

Необходимость ПЦУ (рисунок Ж.1) состоит в том, что приборы наблюдения рабочего места командира обеспечивают гораздо большую обзорность, чем рабочего места наводчика, кроме того, командир имеет приоритет в определении важности целей. Поэтому, для обеспечения согласованной работы командира и наводчика, на рабочем месте командира боевых машин с двухместным боевым отделением устанавливается специальное устройство для экстренного автоматического целеуказания.

В стабилизаторах семейства 2Э36 установлен ПЦУ ПБ2.326.003-01 или его незначительно отличающиеся модификации.

ПЦУ предназначен для выработки электрического сигнала, соответствующего углу рассогласования между спаренной установкой и линией визирования командирского прибора наблюдения, которая фиксируется на выбранной командиром цели по ГН.



М1 — вращающийся трансформатор ВТ-5 ЛШЗ.010.527; X1 — вилка

Рисунок Ж.1— Принципиальная электрическая схема ПЦУ

Уровень (амплитуда) сигнала ПЦУ, зависит от величины угла рассогласования, а размещение фазы сигнала — от направления поворота прибора наблюдения. Таким образом, сигнал ПЦУ переносит две информации:

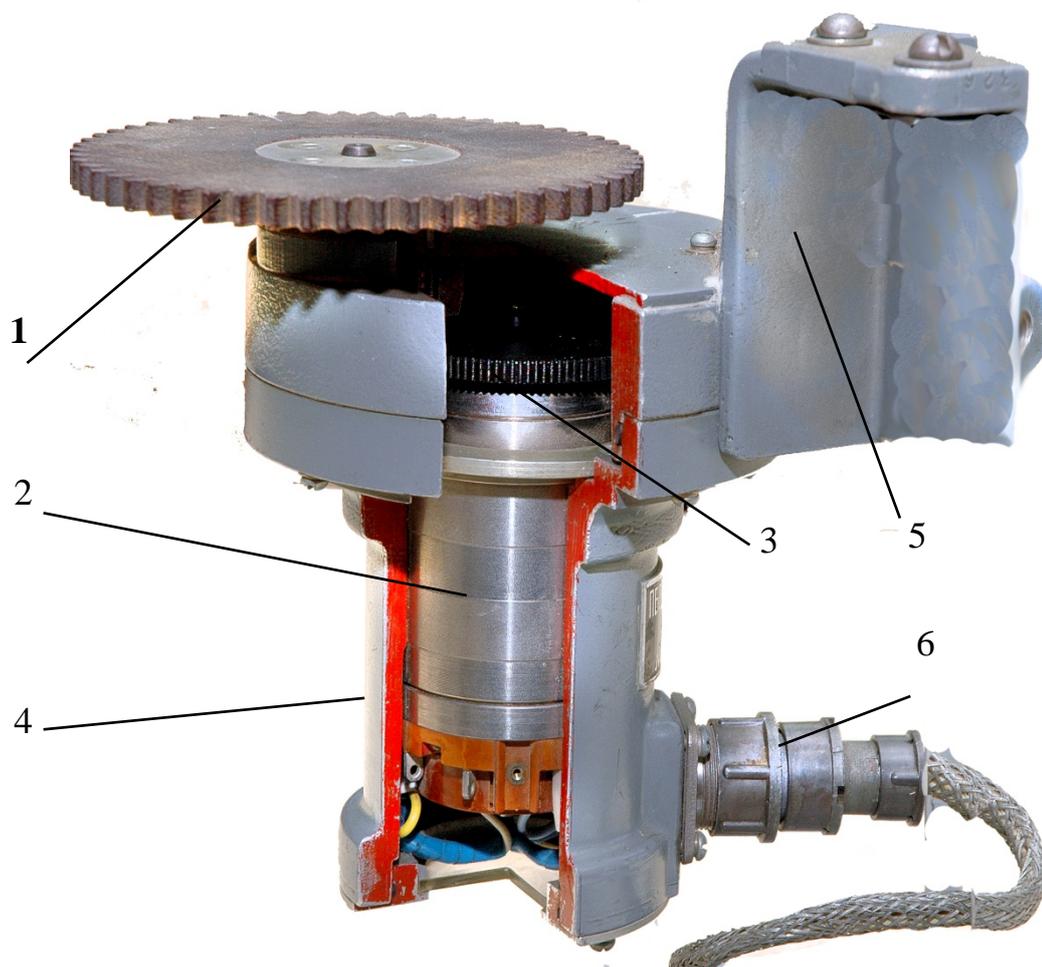
- о направлении целеуказания;
- о необходимой скорости поворота башни, при этом скорость поворота, в зависимости от угла, пропорционально изменяется от максимальной до нулевой

(в момент, когда линия визирования прицела наводчика совпадет с линией визирования прибора наблюдения командира).

Краткая характеристика ПЦУ:

- напряжение питания – переменное, 36 В 400 Гц;
- выходное напряжение (напряжение сигнала) – $0 \div 18 \div 0$ В 400 Гц;
- в качестве датчика используется вращающийся трансформатор ВТ-5.

Конструкция прибора ЦУ представлена согласно рисунку Ж.2.



1 – зубчатое колесо; 2 – вращающийся трансформатор ВТ; 3 – промежуточное зубчатое колесо; 4 – корпус; 5 – кронштейн; 6 – штепсельный разъем

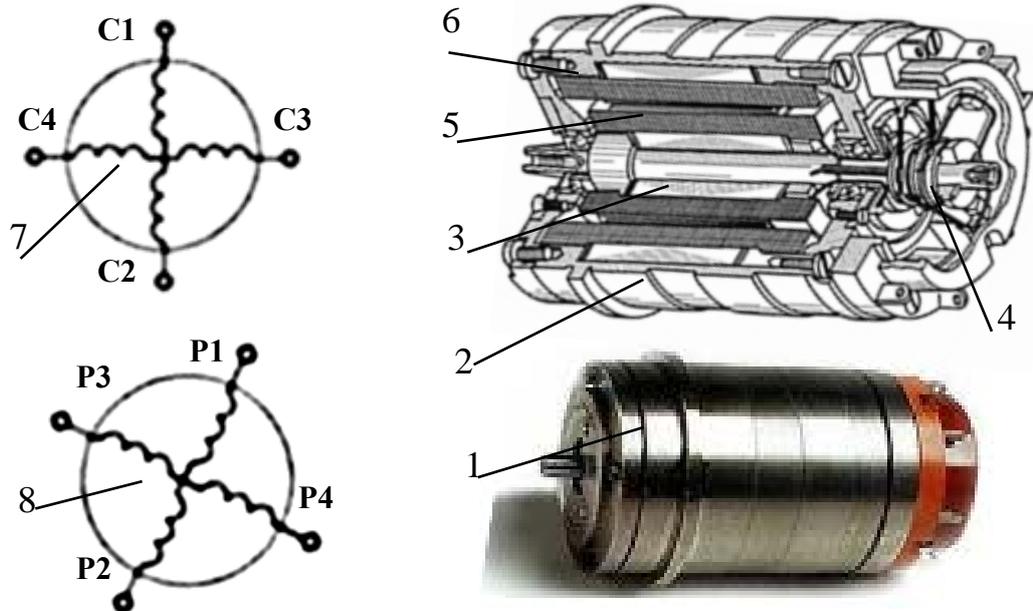
Рисунок Ж.2 – Прибор целеуказания

Вращающийся трансформатор

Вращающиеся (поворотные) трансформаторы (ВТ) применяются в различных автоматических и вычислительных устройствах для преобразования угла поворота в переменное напряжение, амплитуда которого изменяется по заданному закону в функции от угла.

В конструкции ПЦУ применяется синусно-косинусный вращающийся трансформатор **ВТ-5** (рисунок Ж.3), в котором взаимная индуктивность между

обмотками статора и ротора изменяется в зависимости от электрического угла поворота ротора по синусоидальному или косинусоидальному закону.



1 – внешний вид ВТ-5; 2 – статор датчика; 3 – ротор датчика; 4 – контактные щетки и кольца; 5 – обмотки ротора; 6 – обмотки статора; 7 – соединение обмоток статора; 8 – соединение обмоток ротора

Рисунок Ж.3 – Прибор целеуказания

Вращающиеся трансформаторы типа ВТ-5 имеют конструкцию, подобную асинхронному двигателю с двухфазными обмотками на роторе и статоре. Для снятия сигнала с обмоток ротора используются щетки и контактные кольца.

Обмотки статора С1 и С2 соединены между собой и замкнуты накоротко. На обмотки статора С3 и С4 поступает напряжение 36 В 400 Гц.

С обмоток ротора Р3 и Р4 снимается сигнал ЦУ, соответствующий углу рассогласования между нулевым положением ротора и статора ВТ.

Промежуточный редуктор

В корпусе ПЦУ установлен промежуточный редуктор с передаточным числом 1. Редуктор обеспечивает согласованный поворот ротора датчика во время поворота командирской башенки при перемещении прибора наблюдения командира.

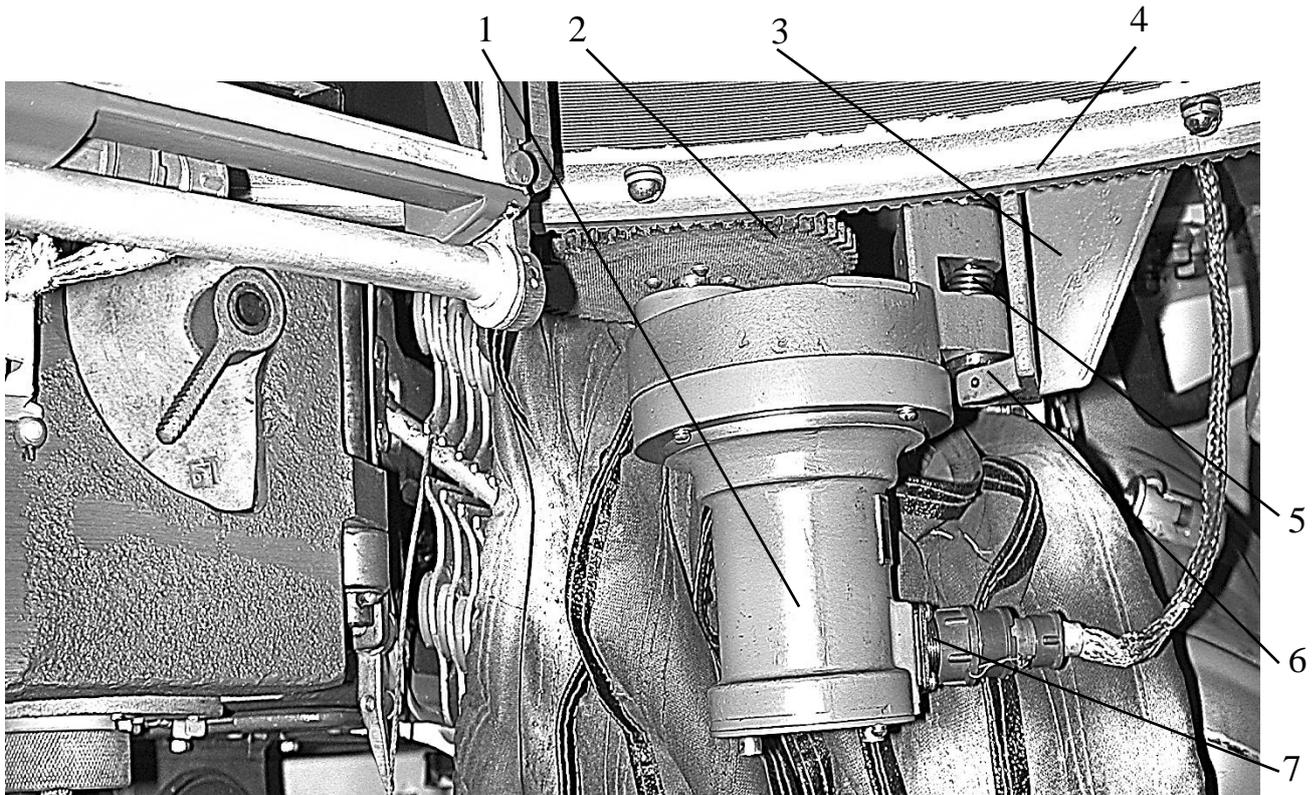
Наружное зубчатое колесо сопрягается с зубчатым венцом командирской башенки для передачи вращения, через промежуточный редуктор, на ротор ВТ-5. Зубчатое колесо изготавливается из композитного материала (текстолит).

Кронштейн предназначен для крепления ПЦУ к крыше башни. Люфтовывбирающее устройство обеспечивает установку оптимального зазора между

зубчатым венцом командирской башенки и наружным зубчатым колесом, состоит из прижимной пружины и упорного винта.

Прибор целеуказания 1 (рисунок Ж.4), посредством кронштейна 2 крепится к крыше башни у рабочего места командира. Зубчатое колесо 3 вводится в зацепление с зубчатым венцом 4 нижнего погона люка командира.

Колесо 2 вместе с корпусом ПЦУ 1, поворачиваясь вокруг оси 6, прижимается к погону люка командира 4 пружиной 5, обеспечивая безлюфтовое соединение колеса 1 с погоном люка. Винт 12 служит упором корпуса 10, не допуская выхода из зацепления колеса 1 и рассогласования нулевого положения ротора и статора ВТ, установленного при монтаже прибора ЦУ.



1 – прибор целеуказания; 2 – зубчатое колесо; 3 – кронштейн; 4 – зубчатый венец верхнего погона люка командира; 5 – прижимная пружина; 6 – ось кронштейна; 7 – герметичный штепсельный разъем X1

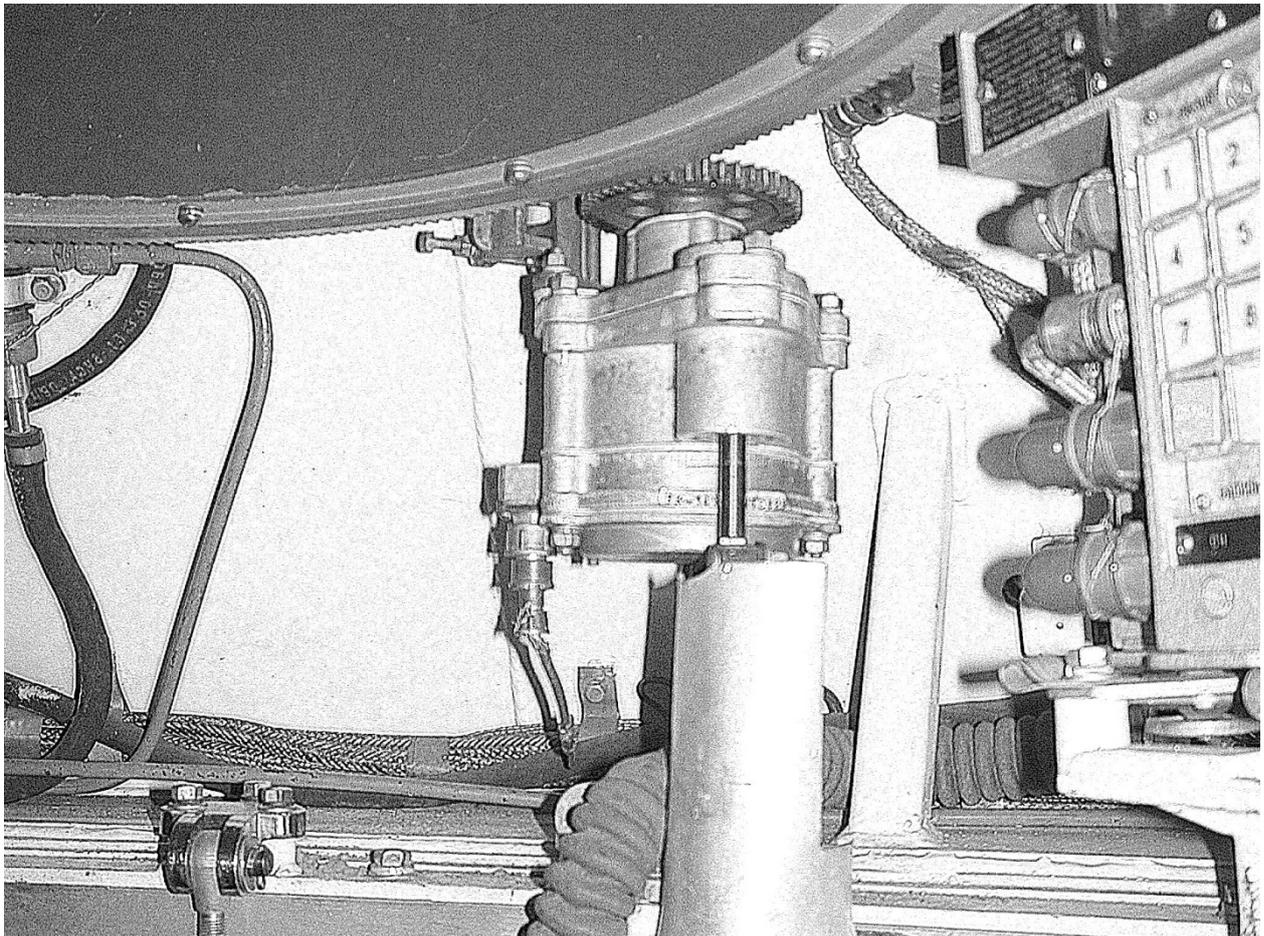
Рисунок Ж.4 – Установка ПЦУ

Подключение ПЦУ в схему стабилизатора осуществляется через герметичный штепсельный разъем, вилка которого укрепляется в корпусе.

Механизм поворота люка командира

Для обеспечения целеуказания, а также для расширения обзорности прибора наблюдения командира, в крыше башни, над сиденьем командира, установлена командирская башенка, в которой находится также и люк командира.

Люк командира сопрягается с командирской башенкой при помощи погонного устройства, которое представляет собой радиально-упорный шарикоподшипник с тридцатью шариками. К нижнему торцу верхнего погона люка крепится зубчатый венец, который входит в зацепление с выходной шестерней механизма поворота люка. Для стопорения люка командира в двух положениях имеется стопор, кронштейн которого установлен на нижнем торце верхнего погона. Установка редуктора механизма поворота командирской башенки представлена согласно рисунку Ж.5.



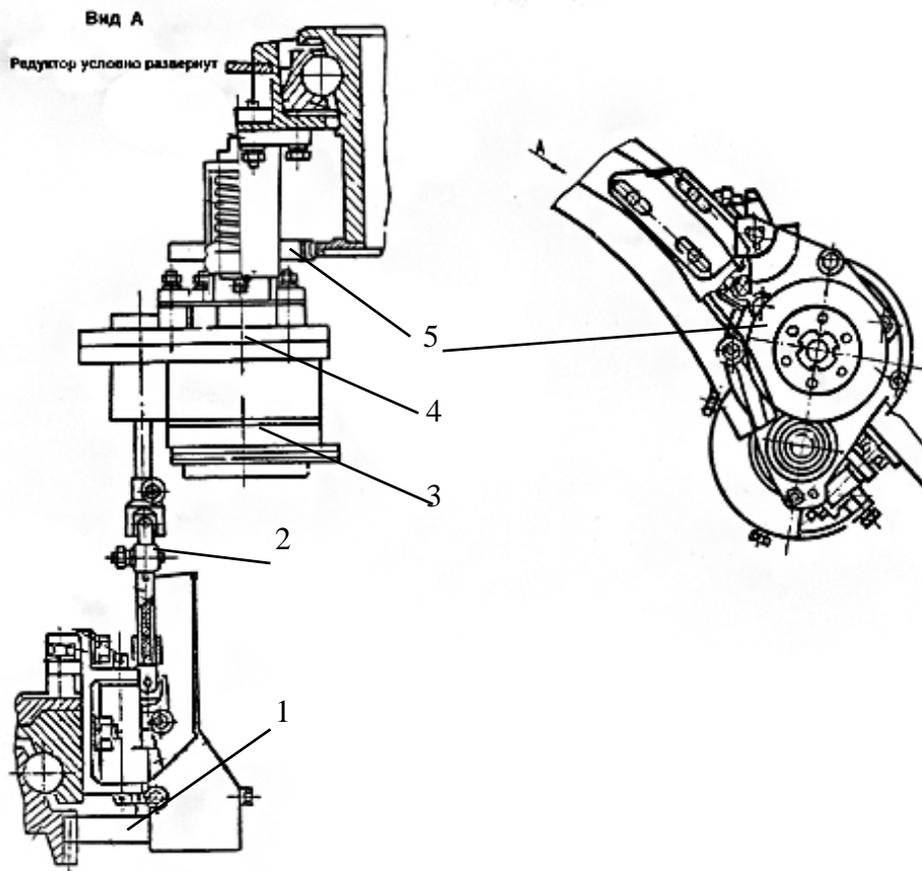
1 – редуктор с зубчатой фрикционной муфтой и электромагнитом; 2 – выходная шестерня; 3 – люфтовывбирающее устройство; 4 –зубчатый венец верхнего погона люка командира

Рисунок Ж.5 – Установка редуктора механизма поворота командирской башенки

Для обеспечения боевой работы командира, в люке установлены приборы наблюдения: ТКН-3МБ с осветителем ОУ-3ГА-2, ТНПО-170А и ТНПТ-1 (прицел 1ПЗ-3 установлен в крыше башни), соответственно, при повороте люка командира происходит и перемещение приборов наблюдения.

Поворот люка командира может производиться вручную, перемещением прибора наблюдения ТКН-3МБ (например, при поиске цели) или посредством механизма поворота, что необходимо для удержания люка в заданном положении относительно продольной оси машины – как при повороте командиром башни в направлении на цель (целеуказание), так и при повороте оператором башни (удержание).

Механизм поворота (рисунок 3.6) расположен в заднем правом секторе башни, в его состав входит вал-шестерня с карданным валом, редуктор, зубчатая фрикционная муфта с электромагнитом, выходная шестерня и люфтовывбирающее устройство.



1 – вал-шестерня; 2 – карданный вал; 3 – редуктор; 4 – зубчатая фрикционная муфта с электромагнитом; 5 – выходная шестерня

Рисунок 3.6 – Механизм поворота люка командира

Передаточное отношение редуктора механизма поворота выбрано таким, чтобы при повороте башни относительно корпуса на какой-либо угол люк командира поворачивался относительно башни на такой же угол в противоположную сторону (т.е. должен сохранять начальное положение относительно продольной оси корпуса боевой машины).

Редуктор установлен шарнирно на кронштейне, который крепится к крыше башни. Выходная шестерня в редукторе пружиной поджимается к зубчатому венцу люка командира.

При выключенном электромагните 4 и вращении башни, вал – шестерня 1 (рисунок 6) через карданный вал 2, передает вращение на выходную шестерню 5, сидящую на валу редуктора 3 свободно. При этом люк командира может поворачиваться командиром также свободно.

При нажатии на кнопку «ЦЕЛЕУКАЗАНИЕ» на левой рукоятке прибора ТКН-3МБ, включается электромагнит 4, вводит в зацепление элементы зубчатой муфты, выходная шестерня осуществляет кинематическую связь люка командира с корпусом машины, обеспечивая удержание люка с прибором ТКН-3МБ в заданном положении.

В режиме ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ башня приводом горизонтального наведения поворачивается до согласования линии визирования прицела БПК-2-42 с линией визирования прибора ТКН-3Б. Поворот башни в режиме ЦЕЛЕУКАЗАНИЕ осуществляется с перебросочной скоростью по кратчайшему расстоянию.

Возможность наведения от пультов управления в горизонтальной плоскости при режиме ЦЕЛЕУКАЗАНИЕ исключается.

Аналогичное включение механизма поворота люка командира происходит и в режиме УДЕРЖАНИЕ – при нажатии на кнопку «УДЕРЖАНИЕ» за левой рукояткой прибора ТКН-3МБ, что может выполняться командиром в случае поворота башни оператором.

Выставка ПЦУ

При активном использовании целеуказания возможна ситуация, связанная с проявлением неточной передачи углов при повороте люка командира. Эта неисправность устраняется выставкой (регулировкой) ПЦУ.

Для выставки необходимо:

- включить СВ в режим АВТ или ПАВ;
- нажать кнопку ЦУ на приборе наблюдения командира ТКН-3МБ, при этом башня начинает поворачиваться с перебросочной скоростью до точки остановки;
- после остановки башни отпустить кнопку;
- навести марку прицела оператора на предмет, удаленный на расстояние не менее 1 км, и выключить выключатель ГОТОВ на пульте оператора;
- отвернуть упорный винт люфтовывбирающего устройства ПЦУ и вывести из зацепления с погоном люка командира выходное зубчатое колесо ПЦУ, сохраняя положение зубчатого колеса относительно корпуса ПЦУ;

- поворачивая люк командира, совместить перекрестие прибора наблюдения командира ТКН-3МБ и марку прицела оператора БПК-2-42 на предмете, удаленном на расстояние не менее 1 км;

- ввести зубчатое колесо в зацепление с погоном люка командира;

- ввернуть упорный винт ПЦУ, обеспечив зазор $0,5+0,3$ мм между винтом и упором, и законтрить винт гайкой.

По окончании работ провести целеуказание, при этом величина рассогласования линии визирования прибора наблюдения- командира и прибора наблюдения оператора (спаренной установки) не должна превышать $\pm 2^\circ$.

Учебное издание

Кудрявцев Анатолий Михайлович
Уласевич Олег Евгеньевич
Жеглов Валерий Николаевич
Гумелёв Василий Юрьевич

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ БРОНЕТАНКОВОЙ ТЕХНИКИ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ БОЕВЫХ МАШИН.
СТАБИЛИЗАТОРЫ ВООРУЖЕНИЯ 2Э36:
УСТРОЙСТВО И ОБСЛУЖИВАНИЕ

Редакторы: Л.Г. Ильчук, Т.Ю. Запольская

Подписано в печать 00.12.2012 г. Усп. печ. л. 8,5. Уч.-изд. л. 6,2.
Тираж 110 экз. Заказ

Типография РВВДКУ, 390031, г. Рязань, пл. Маргелова, 1