

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

**А. Н. Вершинин, Б. Ф. Лисивненко, С. А. Грачев**

# **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН**

**ПОСОБИЕ**

**по одноименному курсу для студентов  
специальности 1-36 12 01 «Проектирование  
и производство сельскохозяйственной техники»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

**Гомель 2009**

УДК 621.31.002.5:631.3 (075.8)  
ББК 31.277.1:40.72я73  
В37

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 3 от 26.06.2007 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Сельскохозяйственные машины» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук, доц. *В. Б. Попов*

**Вершинин, А. Н.**

В37 Электрооборудование тракторов и специальных машин : пособие по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» днев. и заоч. форм обучения / А. Н. Вершинин, Б. Ф. Лисивненко, С. А. Грачев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 73 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-868-8.

Данное пособие состоит из двух частей. В первой части дано описание электрооборудования самоходного кормоуборочного комбайна. Вторая часть посвящена электрооборудованию сельскохозяйственных машин.

Для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 621.31.002.5:631.3 (075.8)**  
**ББК 32.277.1:40.72я73**

**ISBN 978-985-420-868-8**

© Вершинин А. Н., Лисивненко Б. Ф.,  
Грачев С. А., 2009  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2009

# ЧАСТЬ 1

## ГЛАВА 1. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ КОМБАЙНА САМОХОДНОГО КОРМОУБОРОЧНОГО КСК-100А

Система электрооборудования комбайна однопроводная, постоянного тока, напряжением 12 В.

Источниками электрической энергии на комбайне являются генератор и аккумуляторная батарея. Генератор предназначен для питания потребителей электрической энергии и подзарядки аккумуляторной батареи во время работы комбайна.

Аккумуляторная батарея служит для питания всех потребителей электроэнергией при неработающем или работающем на малых оборотах дизельном двигателе.

Минусовая клемма аккумуляторной батареи соединена с «массой» комбайна через выключатель «массы» ВК-318 В.

Выключатель служит:

- для отключения аккумуляторной батареи с целью предупреждения разрядки на генератор при неработающем дизеле;
- для быстрого отключения аккумуляторной батареи от потребителей при неисправностях в электрических цепях.

По функциональным признакам потребители электроэнергии подразделяются на следующие системы: пуска; освещения и световой сигнализации; электрооборудования крыши кабины; звукового сигнала; контрольно-измерительных приборов; дополнительного электрооборудования и зажигания.

Рассмотрим источники и потребители системы электрооборудования комбайна КСК-1С0 А более подробно.

### 1.1. Аккумуляторная батарея

На комбайне КСК-100 А1 установлена аккумуляторная батарея типа 6 СТ-50 ЭМ.

Условное обозначение аккумуляторных батарей расшифровывается следующим образом.

Первая цифра (6) указывает на число последовательно соединенных аккумуляторов. Буквы, следующие далее (СТ), означают, что батарея стартерная. Число 50 – это номинальная емкость батареи в ампер-часах при двадцатичасовом разряде. Первая буква после цифры обозначает материал корпуса (Э – эбонит, Т – термопластмасса

или полиэтилен), вторая – материал сепаратора (М – мипласт, С – стекловолокно, Р – мипор). В конце маркировки несухозаряженных батарей ставят букву Н.

Аккумуляторная батарея должна располагаться по возможности ближе к стартеру, чтобы длина стартерного провода была минимальной. При этом падение напряжения в стартерной цепи не должно превышать 0,2 В на 100 А нагрузки.

## 1.2. Генератор

Генератор типа 15.3701 (15 – номер разработки, 3701 – генератор) (рис. 1.1) мощностью 1 кВт и напряжением 14 В представляет собой бесконтактную пятифазную одноименнополюсную электрическую машину с односторонним электромагнитным возбуждением.

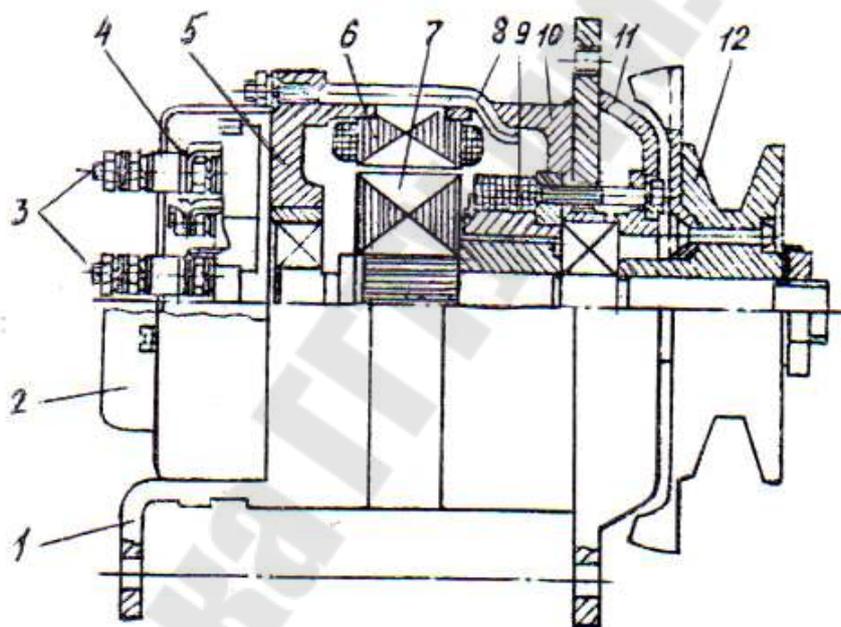


Рис. 1.1. Конструкция тракторного генератора: 1 – лапа; 2 – блок регулировки напряжения; 3 – выводы; 4 – выпрямительный блок; 5 – задняя крышка; 6 – статор; 7 – ротор; 8 – стяжная шпилька; 9 – катушки возбуждения; 10 – передняя крышка; 11 – вентиляционное отверстие; 12 – приводной одноручьевого шкив

Генератор состоит из статора 6, ротора 7, катушки возбуждения 9, передней 10 и задней 5 крышек, выпрямительного блока 4 (ВИЗ 12-100) 11 и приводного одноручьевого шкива 12 с крыльчаткой.

Выпрямительный блок включает силовой и дополнительный выпрямители, смонтированные в одном корпусе, и блок регулятора напряжения с переключателем посезонной регулировки напряжения «Зима-лето». Зимой установка напряжения выше, чем летом.

Блок регулировки напряжения 2 и переключатель посезонной регулировки напряжения смонтированы на крышке выпрямителя 4. Дополнительный выпрямитель с клеммой «Д» предназначен для предотвращения разряда аккумуляторной батареи на обмотку возбуждения генератора при остановленном дизеле. Клемма «Д» используется на дизелях с прямым стартерным пуском для подключения реле блокировки стартера. На дизелях с запуском от пускового двигателя клемма «Д» генератора должна быть закрыта защитным колпачком.

Статор 6 генератора набирается из листов электротехнической стали толщиной 0,5–1,0 мм и имеет открытые пазы для пятифазной обмотки, что позволяет снизить уровень пульсаций выпрямленного напряжения и использовать в выпрямительных блоках унифицированные диоды.

Ротор 7 выполнен в виде шестилучевой звездочки, пакет которой также набран из стальных листов толщиной 0,5–1,0 мм. В передней крышке 10, выполненной из магнитно-мягкого материала (стали 0,810), размещен индуктор, состоящий из фланца и втулки, на которой расположена неподвижная кольцевая обмотка возбуждения 9. Задняя крышка 5 выполнена из алюминиевого сплава и на ней расположен блок БПВ 12-100, содержащий интегральный регулятор напряжения и дополнительный выпрямитель для обмотки возбуждения.

### **1.3. Электронный регулятор напряжения**

При работе двигателя частота вращения коленчатого вала, а следовательно, и ротора генератора, непостоянна. В результате этого изменяется и напряжение, вырабатываемое генератором. Чем больше частота вращения, тем оно выше, и наоборот. Для нормальной работы потребителей тока необходимо, чтобы, несмотря на колебания частоты вращения ротора, напряжение оставалось постоянным. Для этого в системе электрооборудования предусмотрен регулятор – прибор, поддерживающий напряжение, вырабатываемое генератором, на определенном, заранее заданном уровне независимо от частоты вращения ротора и величины нагрузки.

Реле-регуляторы, применяемые на современных тракторах и комбайнах, бывают контактно-транзисторными и интегральными.

В качестве примера рассмотрим устройство и принцип работы интегрального регулятора напряжения (ИРН) типа Я 113-Б, работающего совместно с генератором 15.3701.

Интегральный регулятор напряжения представляет собой специализированную неразборную микросхему, предназначенную для работы в системе автоматического регулирования напряжения генератора при изменении в рабочем диапазоне его частоты вращения, тока нагрузки и температуры окружающего воздуха.

На ИРН для подключения в схему генератора имеются четыре выходные клеммы Б, Д, Ш, С (рис. 1.2). Минусовая цепь схемы регулятора соединена с корпусом генератора 15.3701, а клеммы Б и Д – между собой перемычкой и подключены к плюсовой цепи генератора. Клемма Ш подключена к обмотке ОВГ возбуждения генератора. К клемме С подключен плюсовой вывод конденсатора  $C_{\phi}$  фильтра, минусовый вывод которого соединен с корпусом генератора. Интегральный регулятор напряжения не разбирается и ремонту не подлежит.

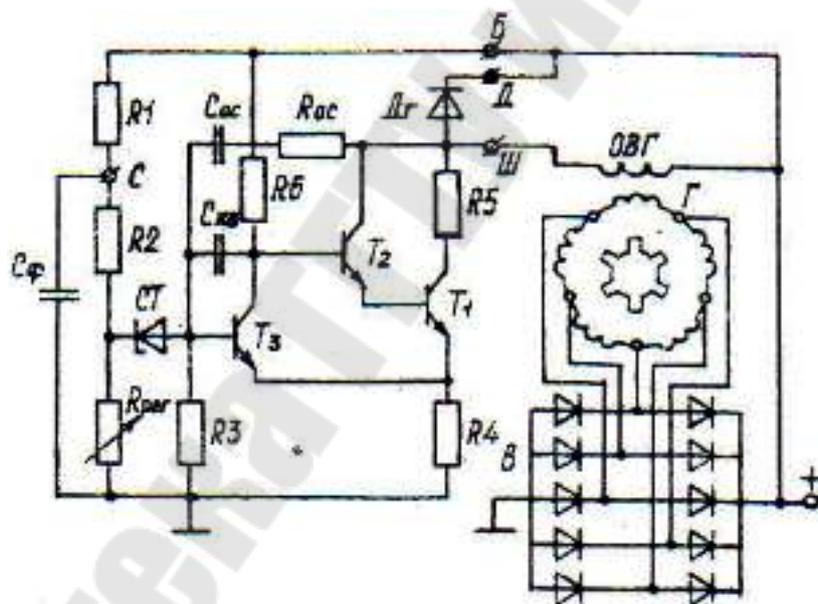


Рис. 1.2. Схема интегрального регулятора напряжения с генератором

Особенность ИРН – применение в них составных транзисторов для повышения коэффициента усиления по току. Это транзисторы  $T_1$  и  $T_2$ , причем эмиттер составного транзистора – это эмиттер транзистора  $T_1$ , а база – база транзистора  $T_2$ . Коллекторы обоих транзисторов соединены между собой. Составной транзистор  $T_2$ - $T_1$  входит в регулирующий каскад ИРН и управляется транзистором  $T_3$ .

К измерителю напряжения (чувствительный каскад) относится стабилитрон СТ с входным делителем напряжения на резисторах  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_{\text{рег}}$ . Последний служит для настройки регулятора на требуемый уровень напряжения.

Интегральный регулятор напряжения работает следующим образом.

Когда напряжение генератора ниже заданного, стабилитрон СТ не пропускает ток, т. к. напряжение на нем меньше напряжения стабилизации. При этом транзистор  $T_3$  «закрывается», т. к. потенциалы базы и эмиттера равны. По цепи: резистор  $R_6$ , базоэмиттерные переходы  $T_2-T_1$  и резистор  $R_4$ , от источников идет ток. При этом база составного транзистора оказывается под положительным потенциалом и в цепи база-эмиттер транзистора  $T_2$ , а затем и база-эмиттер транзистора  $T_1$  будет проходить ток управления, и составной транзистор «открывается», соединяя цепь ОВГ с минусовым выводом источника тока.

Цепь тока ОВГ: плюсовой вывод АКБ – ОВГ – зажим Ш регулятора – коллекторно-эмиттерный переход составного транзистора  $T_2-T_1$  – резистор  $R_4$  – минусовый вывод источников тока. Когда напряжение генератора достигает заданного значения, увеличивается ток в делителе напряжения, и возросшее падение напряжения на резисторе  $R_{\text{рег}}$  переводит СТ в проводящее состояние. Стабилитрон «открывается» и через резисторы  $R_1$  и  $R_2$ , СТ, переход база-эмиттер транзистора  $T_3$  и резистор  $R_4$  будет проходить ток управления. Транзистор  $T_3$  «открывается», отрицательные потенциалы базы и эмиттера составного транзистора  $T_2-T_1$  оказываются равными и транзистор  $T_2-T_1$  «закрывается», размыкая цепь питания ОВГ. Ток в ОВГ снижается нерезко, т. к. его поддерживает ЭДС самоиндукции через гасящий диод  $D_r$ .

Напряжение генератора уменьшается, снижается падение напряжения на  $R_{\text{рег}}$ , «закрывается» стабилитрон СТ и транзистор  $T_3$ , а составной транзистор «открывается». Ток в ОВГ увеличивается, и напряжение генератора снова поднимается до регулируемого уровня. Процесс повторяется.

Цепочка обратной связи, состоящая из конденсатора  $R_{\text{ос}}$  и резистора  $R_{\text{ос}}$  ускоряет открывание и закрывание транзистора, что обеспечивает четкость переключения транзисторов и необходимую

частоту такого переключения. Конденсатор  $C_{КВ}$  – это фильтр. Резистор  $R_5$  снижает мощность, рассеиваемую транзистором  $T_1$ , а резистор  $R_4$  обратной связи уменьшает ошибку регулирования. Напряжение, поддерживаемое регулятором, составляет  $14,1 \pm 0,2$  В.

#### 1.4. Система пуска

В нее входит стартер СТ 362 (на дизеле СМД-72), или стартер СТ 142 Г (на дизеле СМД-73) с соответствующей управляющей и коммутационной аппаратурой.

Стартер СТ 362 предназначен для запуска пускового двигателя и представляет собой четырехполюсный электродвигатель постоянного тока смешанного возбуждения мощностью 0,67 кВт и напряжением 12 В.

Стартер (см. рис. 2.9) состоит из корпуса 25, внутри которого закреплены четыре электромагнита. Обмотки возбуждения трех электромагнитов последовательно соединены с якорем, обмотка четвертого электромагнита включена параллельно.

Щеточно-коллекторный узел 26 – торцевого типа. Щетки 4 расположены в специальных гнездах, выполненных в крышке 27, и прижимаются к коллектору пружинами 1.

На валу якоря 24 – смонтирован привод, состоящий из рычага включения 15, передвижной втулки с пружиной, муфты свободного хода 22 и шестерни включения 21.

При включении стартера, под действием электромагнитного поля сердечник тягового реле втягивается внутрь катушки 10, увлекая за собой верхний конец рычага включения 15. Нижний конец рычага перемещает по валу механизм привода 22 и вводит в зацепление с венцом маховика пускового двигателя шестерню включения 21. В конце своего хода якорь тягового реле через шток и контактный диск 9 замыкает главные контакты 8, включая тем самым стартер в цепь питания аккумуляторной батареи.

После запуска пускового двигателя якорь тягового реле 12 со штоком под действием возвратных пружин (7, 13) возвращается в исходное положение, отключая тем самым стартер от АКБ.

Стартер СТ 142 предназначен для непосредственного запуска дизельного двигателя.

Стартер СТ 142 Г отличается от описанного в основном размерами и мощностью. Он состоит из электродвигателя мощностью 7,7 кВт и напряжением 24 В, электромагнитного тягового реле и механизма привода. Для обеспечения своевременного автоматического

его отключения после пуска и для исключения возможности включения при уже работающем дизеле в цепь стартера включают два дополнительных реле: промежуточное РС 502 и блокировочное РБ 1. Реле РС 502 представляет собой электромагнитное реле с нормально разомкнутыми контактами, а РБ 1, на которое воздействует ток генератора, – с нормально замкнутыми контактами и выпрямителем из четырех диодов. Во время работы дизеля контакты РБ 1 разомкнуты и стартер не включается.

### 1.5. Система освещения и световой сигнализации

Кабина комбайна имеет две передние фары с двухнитевыми лампами для ближнего и дальнего света; две фары освещения рабочей зоны, установленные на кабине и силосопроводе; передние фонари, используемые для подачи сигнала поворота и обозначения передних габаритов: задние фонари – для подачи сигналов поворота, «стоп» и обозначения задних габаритов.

Конструкция двухнитевой лампы позволяет включать каждую нить самостоятельно. Такие лампы устанавливаются в передние фары: спираль дальнего света располагается в фокусе отражателя фары, спираль ближнего света – выше оптической оси отражателя. Кроме этого двухнитевые лампы применяют для габаритных фонарей, указателей поворота и задних фонарей.

Для подачи мигающего сигнала поворота применено реле-прерыватель указателей поворота типа РС 410-В, расположенное в стойке рулевой колонки. Это – прерыватель теплового действия (рис. 1.3). Он состоит из стального сердечника 13 с обмоткой 14. Один конец обмотки соединен с выводом  $C_{\text{л}}$  прерывателя, а другой через резистор 8, нихромовую струну 7, якорек 9 и сердечник (к нему крепится якорек) – с выводом Б прерывателя. Контакты 10 в исходном положении разомкнуты под действием струны 7, оттягивающей якорек 9. Винт 6 служит для регулировки натяжения струны. Пара контактов 11 также разомкнута под действием пружины, приклепанной к якорьку 12. Неподвижный контакт пары соединен с выводом  $K_{\text{л}}$  прерывателя.

Вывод Б прерывателя через выключатель 16 зажигания соединен с аккумуляторной батареей. К выводу  $K_{\text{л}}$  присоединена контрольная лампа 15 на панели приборов. К выводу  $C_{\text{л}}$  подключен один из выводов переключателя 1 указателей поворота. С помощью переключателя 1 к выводу  $C_{\text{л}}$  поочередно подключены лампы 2, 3, 19 левого и 4, 5, 18 правого поворота.

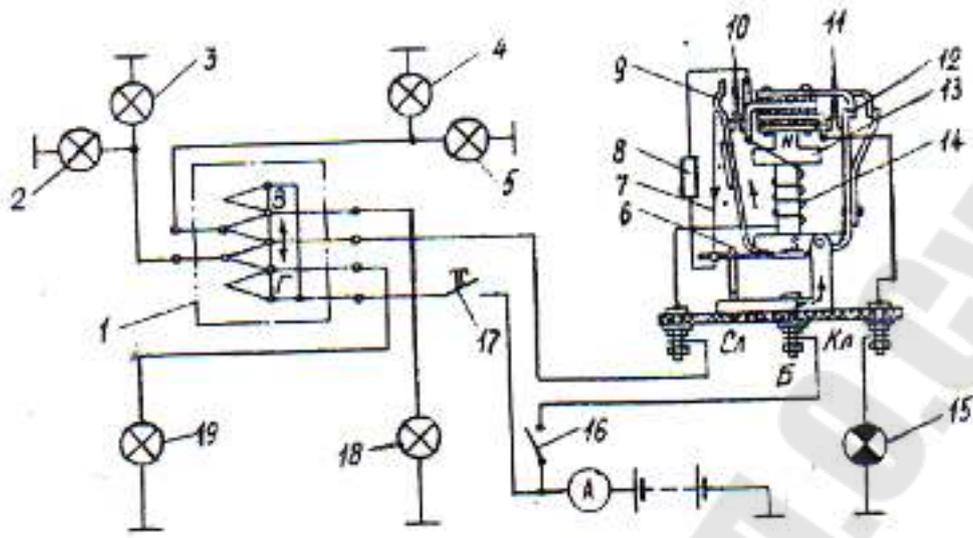


Рис. 1.3. Прерыватель указателей поворота: 1 – переключатель; 2, 3, 19 – лампы левого поворота; 4, 5, 18 – лампы правого поворота; 6 – винт; 7 – струна; 8 – резистор; 9 – пружинная пластина; 10 – контакты; 11 – пара контактов; 12 – якорек; 13 – стальной сердечник; 14 – обмотка; 15 – контрольная лампа; 16 – выключатель; 17 – кнопка

При замкнутых контактах выключателя 16 в положении переключателя 1, соответствующему включенному указателю левого поворота от положительного вывода аккумуляторной батареи, идет ток по цепи: амперметр – выключатель 16 – вывод Б – сердечник 13 – якорек 9 – струна 7 – резистор 8 – обмотка 14 – вывод С<sub>л</sub> – пластина Г переключателя 1 – лампы 2, 3, 19 – «масса» – отрицательный вывод аккумуляторной батареи.

Так как в цепь включен резистор 8, ток в ней невелик и накал нитей ламп неполный, а сила притяжения сердечника недостаточна для замыкания контактов 10 и 11. Протекающий по струне 7 ток вызывает ее нагрев и удлинение, в результате чего натяжение уменьшается. При этом сила притяжения якорька 9 к сердечнику становится достаточной для замыкания контактов 10. При замыкании контактов 10 ток в цепи обмотки 14 и ламп 2, 3, 19 резко возрастает, т. к. он минует резистор 8, и нити ламп будут светиться полным накалом. Одновременно возрастает сила притяжения якорька 12 к сердечнику 13 и контакты 11 замыкают цепь контрольной лампы 15.

При замыкании контактов 10 тока в струне 7 нет, она остывает и укорачивается. Контакты 10 через некоторое время размыкаются, и ток в обмотке 14 и цепи ламп уменьшается. Лампы начинают све-

тяться неполным накалом, а контакты *11* размыкаются и выключают цепь контрольной лампы *15*. Затем цикл повторяется.

Сигнал «стоп» включается выключателем ВК – 12 В, установленным в системе главного тормозного цилиндра, и дублируется кнопкой К-4-Ш, установленной в панели заднего хода комбайна.

### **1.6. Система электрооборудования крыши кабины**

В нее входят: плафон, стеклоочиститель, вентиляционная установка, маячок проблесковый, задняя фара.

Плафон кабины нужен для освещения кабины комбайна. В нем имеется однопроводная лампа и рассеиватель матового стекла для создания ровного света.

### **1.7. Система звукового сигнала**

На комбайне под площадкой управления установлен звуковой сигнал С-311 (рис. 1.4). Он электромагнитный, вибрационного типа, состоит из корпуса *1*, в котором размещены Ш-образный сердечник *3* магнита с обмотками *4*, стальная мембрана *8*, якорь *7* и прерыватель *6*. Обмотка электромагнита подключается к электрической цепи с аккумуляторной батареей через кнопку, расположенную на рулевом колесе. Параллельно контактам прерывателя *6* включен конденсатор *2* для уменьшения искрообразования.

В нерабочем состоянии контакты замкнуты. При нажатии на кнопку *11* сигнала цепь замыкается и электрический ток, проходя по обмотке, намагничивает сердечник, притягивающий к себе якорь *7*, который, в свою очередь, прогибает мембрану *8*. Одновременно перемещение якоря вызывает размыкание контактов. Ток перестает поступать в обмотку сердечника, который после этого размагничивается, и якорь вместе с мембраной возвращается на место. Контакты *6* вновь замыкаются, ток поступает в обмотку сердечника, и цикл повторяется. Мембрана будет колебаться до тех пор, пока нажата кнопка *11*.

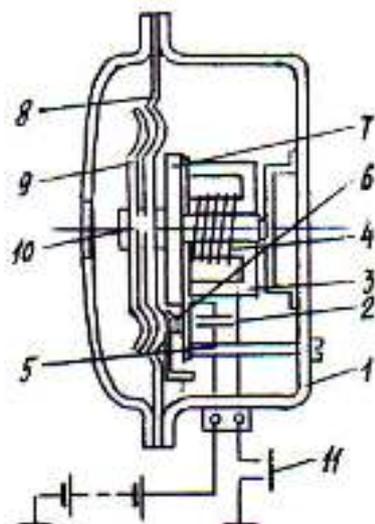


Рис. 1.4. Звуковой сигнал: 1 – корпус; 2 – конденсатор; 3 – сердечник; 4 – магнит с обмотками; 5 – регулировочный винт; 6 – прерыватель; 7 – якорь; 8 – мембрана; 9 – резонатор; 10 – центральный винт; 11 – кнопка

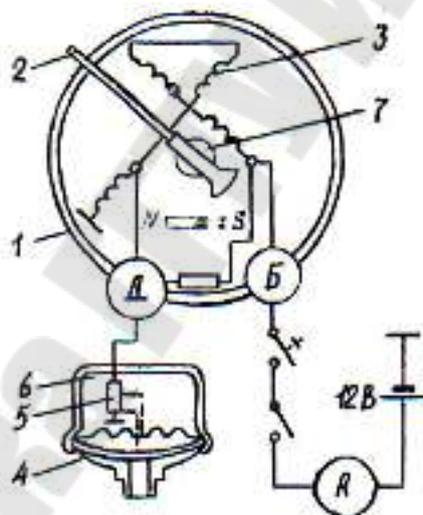


Рис. 1.5. Электрический манометр: 1 – указатель; 2 – стрелка; 3 – катушки; 4 – гофрированная мембрана; 5 – реостат; 6 – датчик; 7 – магнит

## 1.8. Система контрольно-измерительных приборов

Указатели контрольно-измерительных приборов и сигнализаторов смонтированы на щитке приборов.

Амперметр служит для контроля работы генератора и определения величины зарядного или разрядного тока аккумуляторной батареи. Указатель давления масла работает в комплекте с датчиком ММ-9 мембранного типа, установленным в системе смазки дизеля.

Датчик 6 на рис. 1.5 представляет собой корпус, в котором размещена гофрированная мембрана 4, реостат 5 и передаточный механизм. Подвижный контакт реостата соединен с мембраной. Другой конец реостата соединен с изолированным выводом на крышке датчика. Указатель 1 состоит из корпуса с экраном, предотвращающим влияние посторонних магнитных полей, трех катушек 3; подвижного постоянного магнита 7 со стрелкой 2 и неподвижного постоянного магнита для установки стрелки на нулевое деление шкалы. Магнит со стрелкой под воздействием результирующего магнитного поля, создаваемого катушками 3 может поворачиваться вокруг оси.

При увеличении давления масла или воздуха мембрана 4 выгибается и через передаточный механизм давит на ползунок подвижного контакта реостата, перемещая его и уменьшая тем самым сопротивление. В результате изменяется сила тока, протекающего по катушкам 3, и результирующий магнитный поток, создаваемый токами катушек, меняет свое направление. При этом магнит со стрелкой 2 перемещается по шкале указателя в сторону больших давлений.

С помощью сигнализатора аварийного давления сообщается о снижении давления в системе смазки ниже 0,07 МПа. Сигнализатор (рис. 1.6) состоит из датчика ММ 106-Б 1 и лампы 2. В корпусе датчика размещена мембрана 7 и связанный с ней через толкатель рычаг 9 контакта 8. На кожухе датчика установлен вывод, с которым соединена изолированная от корпуса пластина 10 с контактом 8. При нормальном давлении в системе мембрана 7 выгнута и контакты 8 разомкнуты. При его снижении уменьшается выгиб мембраны и контакты замыкаются, включая цепь сигнальной лампы 2, установленной на панели приборов в кабине комбайна.

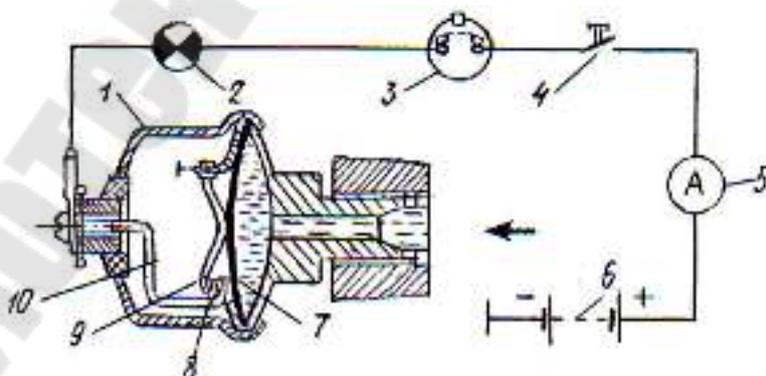


Рис. 1.6. Сигнализатор аварийного давления: 1 – датчик ММ 106-Б; 2 – лампа; 3 – предохранитель; 4 – включатель зажигания; 5 – амперметр; 6 – аккумулятор; 7 – мембрана; 8 – контакт; 9 – рычаг; 10 – пластина

Указатели температуры (термовибрационные) работают в комплекте с датчиками ТМ-100. Датчик (рис. 1.7) представляет собой латунный баллон 1 с резьбой для крепления в контролируемой среде. Температуру среды измеряют с помощью терморезистора 2, прижимаемого к дну баллона токопроводящей пружиной 3, которая изолирована от его стенки бумажной втулкой. Через пружину терморезистор соединен с винтовым выводом 4 и далее проводом – с указателем. Изменение температуры охлаждающей жидкости вызывает резкое изменение сопротивления датчика. Это приводит к изменению тока в катушках указателя. Указатель 1 термометра – такой же конструкции, что и указатель давления масла.

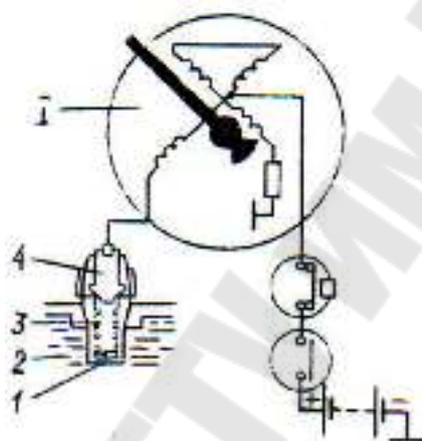


Рис. 1.7. Электрический термометр: 1 – латунный баллон; 2 – терморезистор; 3 – токопроводящая пружина; 4 – винтовой вывод

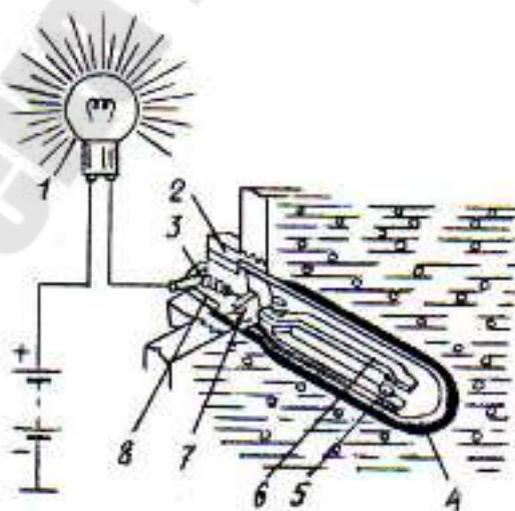


Рис. 1.8. Сигнализатор аварийной температуры: 1 – сигнальная лампа; 2 – стрелка; 3 – катушка; 4 – латунный баллон; 5 – контакт; 6 – биметаллическая пластина; 7 – пластина; 8 – изолятор

Сигнализатор аварийной температуры состоит из датчика-сигнализатора ТМ-103-2 (рис. 1.8), биметаллическая пластина 6 которого помещена в латунном баллоне 4 изолированного от корпуса, и сигнальной лампы 1. Пластиной 7 биметаллическая пластина 6 соединена с выводом 3, вмонтированным в изолятор 8. На конце пластины 6 имеется контакт 5. Второй контакт соединен с «массой». С увеличением температуры охлаждающей жидкости нагревается и воздух в баллоне датчика, в результате чего деформируется биметаллическая пластина. При достижении температуры  $92 \div 98 \text{ }^\circ\text{C}$  контакты 5 замкнутся и контрольная лампа загорится.

Указатель уровня топлива предназначен для контроля его количества в топливном баке и работает вместе с датчиком БМ-127А.

Реостатный датчик (рис. 1.9) состоит из капронового поплавка 10, закрепленного на рычаге 6, и реостата 4. Рычаг соединен с ползуном 9 реостата. При изменении уровня топлива в баке ползунок скользит по обмотке реостата, изменяя его сопротивление.

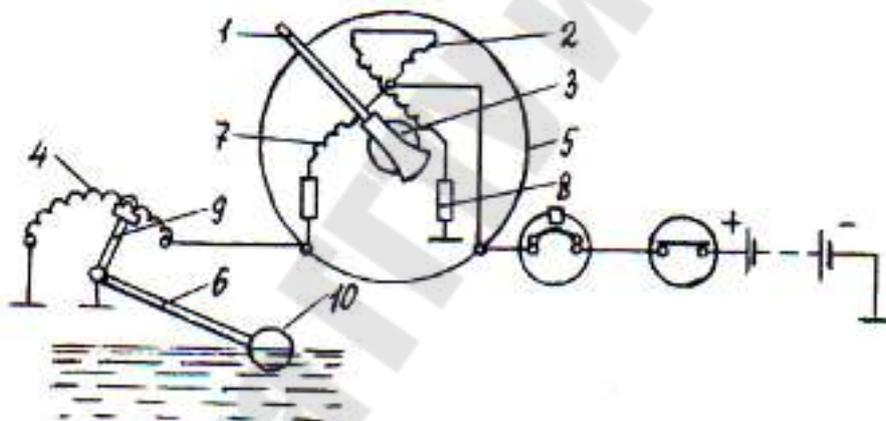


Рис. 1.9. Указатель уровня топлива: 1 – стрелка; 2 – катушка; 3 – магнит; 4 – реостат; 5 – корпус указателя; 6 – рычаг; 7 – левая катушка; 8 – резистор; 9 – ползун; 10 – капроновый поплавок

Указатель уровня топлива по своей конструкции аналогичен указателю давления. Сила тока и магнитное поле левой катушки 6 зависят от положения ползунка 9 реостата 4. При полном топливном баке реостат 4 датчика имеет наибольшее сопротивление и результирующий магнитный поток катушек, воздействуя на постоянный магнит 6, повернет его до положения стрелки против отметки П. По мере расходования топлива его уровень понижается, поплавок опускается и сопротивление реостата 4 снижается. Это приводит к увеличению силы тока

и магнитного потока левой катушки 7. Результирующее магнитное поле перемещает постоянный магнит 3 и стрелку к отметке 0.

### 1.9. Система дополнительного электрооборудования

В нее входят электромагниты гидрораспределителя с коммутационной аппаратурой. Электромагниты КВМ-35 постоянного тока, напряжением 12 В, толкающего исполнения предназначены для дистанционного управления гидравлическими золотниками гидроблока.

Кнопки управления электрогидрораспределителем 58–70 соединены с электромагнитными проводами, смонтированными в отдельный жгут, с подсоединением к штепсельным разъемам. При нажатии на одну из кнопок управления, расположенных на щитке приборов, электрический сигнал одновременно поступает к электромагниту переливной секции гидрораспределителя и одному из электромагнитов рабочей секции гидрораспределителя. Переливная секция, перекрывая поток масла, направляет его к рабочим секциям. Электромагнит рабочей секции перемещает золотник, который открывает путь маслу от гидронасоса в одну из полостей соответствующего гидроцилиндра.

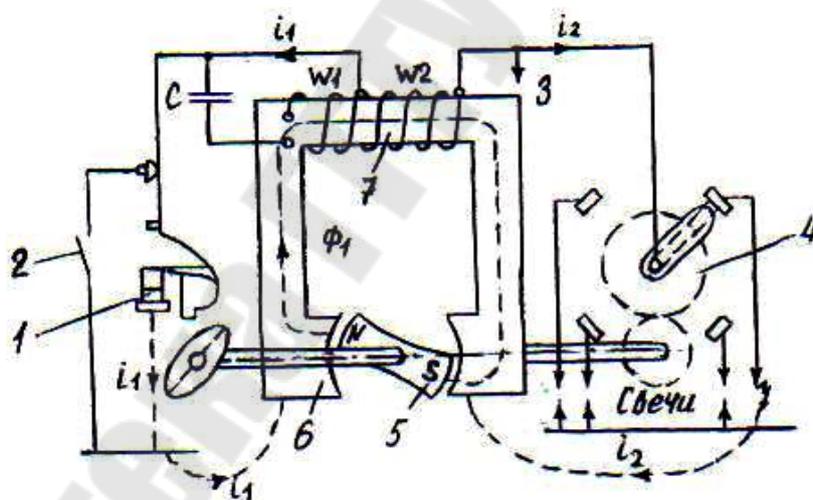


Рис. 1.10. Электрическая схема магнето: 1 – прерыватель; 2 – выключатель зажигания; 3 – предохранительный промежуток; 4 – распределитель высокого напряжения; 5 – ротор; 6 – магнитопровод; 7 – обмотки

Вторая полость гидроцилиндра через гидрораспределитель сообщается со сливной магистралью, и масло свободно сливается в бак.

При нажатии другой кнопки управления происходит реверсирование потока масла, и шток силового цилиндра движется в обратном направлении.

## 1.10. Система зажигания

Для обеспечения запуска пускового двигателя на комбайне применена система зажигания, в которую входят магнето, провод высокого напряжения и свеча. В электрической схеме предусмотрено блокирующее устройство, исключающее запуск пускового двигателя при включенной коробке передач комбайна.

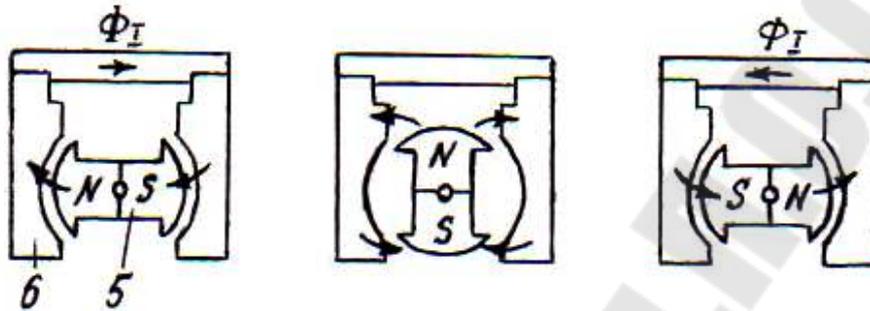


Рис. 1.11. Схемы магнитных потоков в магнето

На дизеле СМД-72 устанавливается пусковой двигатель П-350 с редуктором, приспособленный для дистанционного управления с места водителя. На пусковом двигателе П-350 устанавливают малогабаритные одноискровые магнето правого вращения М 124-Б1 с неизменяемым моментом искрообразования.

Магнето представляет собой магнито-электрическую машину небольшой мощности, в которой конструктивно объединены магнито-электрический генератор, индукционная катушка (трансформатор) и прерыватель с распределителем. По своему устройству магнитная система магнето может выполняться с вращающимся якорем, вращающимся коммутатором и вращающимся магнитом. Последняя получила наибольшее распространение. Электрическая цепь у магнето всех систем одинакова (рис. 1.10), в нее входит первичная  $W_1$  (150 ÷ 200 витков) и вторичная  $W_2$  (11000 ÷ 13000 витков) обмотки трансформатора, прерыватель 1, конденсатор С, выключатель зажигания 2, предохранительный промежуток 3, распределитель высокого напряжения 4.

Во время вращения ротора 5, когда полюса магнита расположатся против стоек 6 (рис. 1.11, а), магнитный поток  $\Phi_1$  от северного полюса магнита направляется по левой стойке, по сердечнику трансформатора 7, по правой стойке к южному полюсу. При дальнейшем вращении (рис. 1.11, б) магнитный поток изменяет свой путь и, минуя сердечник, пойдет от северного полюса к южному через стойки. При

последующем вращении ротора (рис. 11, в) магнитный поток пойдет от северного полюса по правой стойке 6, сердечнику 7, левой стойке к южному полюсу. По сердечнику магнитный поток пойдет уже в обратном направлении.

При вращении ротора 5 магнитный поток  $\Phi_1$  в сердечнике трансформатора периодически изменяет свое значение и направление, за счет чего в обмотке  $W_1$  возникает ЭДС до 300 В, которая создает первичный ток  $I_1$ . Этот ток создает свой магнитный поток. В момент максимума  $I_1$  прерыватель  $I$  размыкает первичную цепь, при этом ток и созданный им поток резко уменьшаются до нуля. Благодаря этому, в обмотке  $W_2$  индуктируется высокая до 20 ÷ 24 кВ ЭДС, которая через распределитель 4 подается на свечи. ЭДС, образующаяся в витках обмотки  $W_1$ , заряжает конденсатор  $C$ , поэтому уменьшается искрение между контактами прерывателя и быстрее исчезают ток  $I_1$  и созданный им магнитный поток и повышается значение ЭДС, наводимой в обмотке  $W_2$ .

Для тех случаев, когда сопротивление в свече окажется больше допустимого или провод высокого напряжения отсоединится от нее, а также для предохранения изоляции обмотки  $W_2$  от пробоя при возрастании напряжения предусмотрен искровой промежуток 3. Через него ток идет на «массу», минуя искровую свечу зажигания.

Важным параметром магнето является минимальная частота вращения, при которой обеспечивается бесперебойно искрообразование.

Чем меньше эта частота, тем выше пусковые качества магнето. Так, для магнето М 1242Б1  $n_{\min} = 200$  об./мин.

Искровая свеча зажигания необходима для образования электрической искры от высокого напряжения между электродами.

Общий вид свечи зажигания приведен на рис. 2.1.

Маркировка свечей следующая:

а) диаметр ввертной части 18 мм обозначается буквой  $M$ , 14 мм – буквой  $A$  и 10 мм – буквой  $T$ ;

б) число после буквы обозначает длину нижней части конуса изолятора, мм;

в) буквенные обозначения после числа обозначают материал изолятора ( $У$  – уралит,  $Б$  – боркорунд,  $С$  – синоксаль,  $Х$  – симулин).

На двигателе П-350 установлена свеча зажигания А-11 Н. Здесь буква после цифры обозначает длину ввертываемой части свечи ( $Н$  – 11 мм,  $Д$  – 19 мм, без буквы – 12 мм). Если следует далее буква, то это

означает, что тепловой конус выступает за торец корпуса; если буква Т – то корпус свечи герметизирован термоцементом. Указанная маркировка искровых свечей зажигания соответствует ГОСТ 2043–74.

## **ГЛАВА. 2. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА «ПОЛЕСЬЕ-250»**

В мировом развитии сельскохозяйственного машиностроения прослеживается тенденция к созданию универсальных энергоресурсов, которые после высвобождения от основной машины могут быть использованы на других сельскохозяйственных работах в течение всего календарного года.

В ГСКБ по комплексу кормоуборочных машин ПО «Гомсельмаш» созданы новые высокопроизводительные кормоуборочные комплексы на базе универсального энергетического средства «Полесье-250» и полунавесного комбайна КПЗ-3000. В этом энергосредстве реализована концепция преимущественной передачи мощности двигателя через валы отбора мощности. Универсальное энергосредство «Полесье-250», обеспечивая высокую производительность, присущую специализированным самоходным машинам, в то же время, как и интегральный трактор, может работать на выполнении самых разнообразных сельскохозяйственных, транспортных, дорожно-коммунальных и иных работ путем навески широкого шлейфа сменных машин и орудий. Это позволяет наиболее эффективно использовать энергосредство в течение всего календарного года.

Как показала эксплуатация, наибольшие трудности при обслуживании и ремонте этих машин связаны с гидравлическим, электрическим и электронным оборудованием.

Цель данной главы пособия – обеспечить качественную подготовку специалистов по обслуживанию и ремонту электрооборудования энергосредства «Полесье-250».

Современные кормоуборочные комбайны оснащены сложным и дорогостоящим электрическим и электронным оборудованием, состоящим из источников электроснабжения, потребителей, электрической сети с коммутационной аппаратурой и средствами защиты.

Стоимость электрооборудования составляет значительную часть стоимости современных уборочных машин и имеет тенденцию к увеличению.

До 25 % неисправностей кормоуборочных комбайнов приходится на долю электрооборудования. Это свидетельствует о значитель-

ном влиянии электрооборудования на надежное и эффективное использование машин.

## **2.1. Назначение и общая характеристика УЭС-250 «Полесье»**

Номинальное напряжение в электрической сети энергосредства – 24 В постоянного тока. Электрооборудование выполнено по однопроводной схеме. Функцию второго провода выполняют металлические детали комбайна («Масса»), с которыми соединены все отрицательные клеммы приборов. Для питания электронного блока измерителя частоты вращения БИЧ и цепей управления электронного блока металлодетектора используется напряжение 12 В.

Электропроводка выполнена из проводов марки ПГВА (для цепей датчиков БИЧ из экранированных проводов ПГВАЭ) сечений от 0,75 до 50 мм<sup>2</sup>. Перемычки, соединяющие клемму выключателя аккумуляторных батарей с рамой и моторную установку с рамой, изготовлены из плетеного провода марки АМГ-50. Провода собраны в жгуты, имеющие общую оплетку из ленты ПВХ, на которые надеты поливинилхлоридные трубы с присоединительной арматурой, посредством чего жгуты закрепляются в штуцерах на панелях при выходе из распределительного шкафа, пульта управления, щитка приборов и т. д.

Для облегчения диагностирования, отыскания неисправностей и их устранения в конструкции электрооборудования УЭС-250 «Полесье» предусмотрена маркировка проводов в жгутах в соответствии со схемой электрической принципиальной.

Органы управления электрооборудованием, расположенные в кабине, на пульте управления, на панели вентустановки, на рулевой колонке и рукоятке управления, представлены на рис. 2.1–2.5.

Электрооборудование энергосредства подразделяется на системы: электроснабжения, электрозапуска, контрольно-измерительных приборов, освещения и сигнализации, дополнительного электрооборудования.

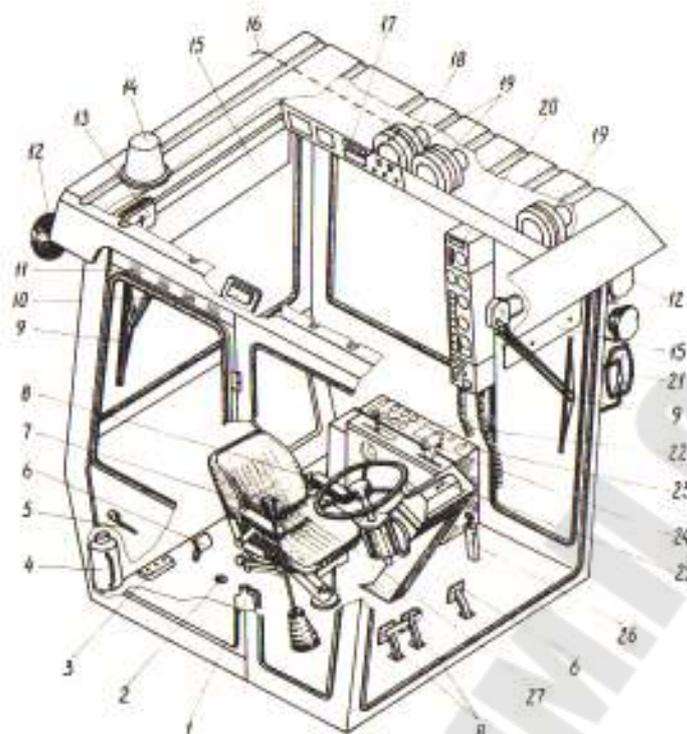


Рис. 2.1. Электрооборудование и органы управления кабины:  
 1 – огнетушитель; 2 – кнопка ножного переключения света;  
 3 – бачки с тормозной жидкостью; 4 – термос; 5 – ручка открывания двери;  
 6 – педали управления блокировкой коробки перемены диапазонов;  
 7 – рычаг переключения диапазонов; 8 – тормозные педали с блокирующей  
 планкой; 9 – стеклоочиститель с пантографным устройством  
 и мотор-редуктором; 10 – плафон освещения кабины; 11 – вентиляционный  
 клапан; 12 – рабочие фары; 13 – аптечка; 14 – проблесковый маяк;  
 15 – солнцезащитные козырьки; 16 – антенна; 17 – радиоприемник;  
 18 – панель вентустановки; 19 – вентиляторы; 20 – щиток приборов;  
 21 – зеркало; 22 – рукоятка управления подачей топлива; 23 – пульт управления;  
 24 – рукоятка управления скоростью движения; 25 – рулевая колонка;  
 26 – рукоятка стояночного тормоза; 27 – сиденье

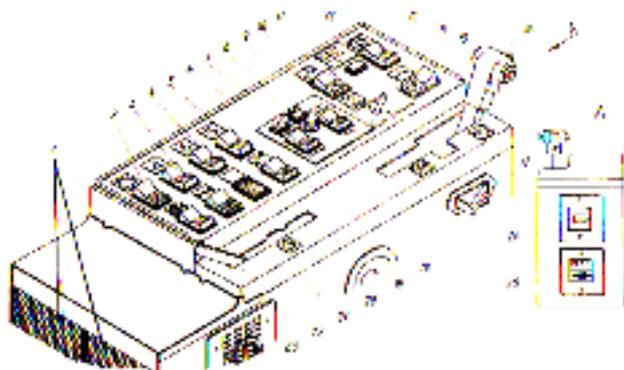


Рис. 2.2. Пульт управления: 1 – радиаторы отопителя; 2 – клавиша управления вентилятором отопителя с контрольной лампой; 3 – клавиша управления адаптерами комбайна; 4, 5 – клавиши управления навесными орудиями; 6 – контрольная лампа аварии в цепи питания МД; 7 – клавиша управления режимами работы комбайна; 8 – контрольная лампа проверки работоспособности МД и сигнализации о попадании металла; 9 – кнопка проверки работоспособности МД; 10 – клавиша отключения питающего аппарата и снятия блокировки МД; 11 – клавиша управления заточным устройством (только для «Полесье-700»); 12 – контрольная лампа загрузки гидросистемы силовых цилиндров; 13 – клавиша управления привода ВОМ; 14 – переключатель управления передней навеской; 15 – клавиша общего включения электрогидравлики; 16 – рукоятка управления скоростью движения; 17 – пепельница; 18 – клавиша перевода силосопровода в транспортное положение; 19 – резерв; 20 – клавиша включения управляемого ведущего моста (только для полноприводной модели «Полесье-2-250»); 21 – клавиша управления реверсом вентилятора дизеля (только для «Полесье-700»); 22 – рукоятка управления подачей топлива; 23 – дефлектор отопителя; 24 – блок предохранителей; 25 – блоки диодов и реле

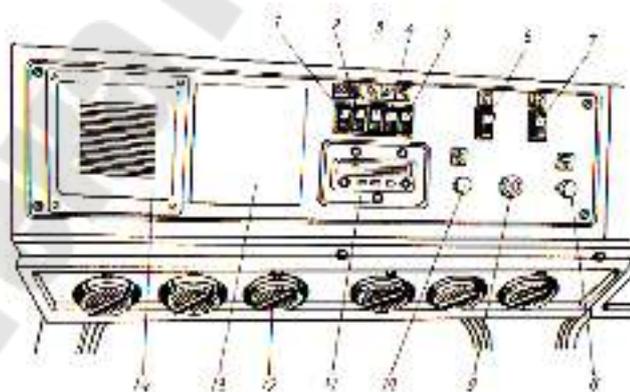
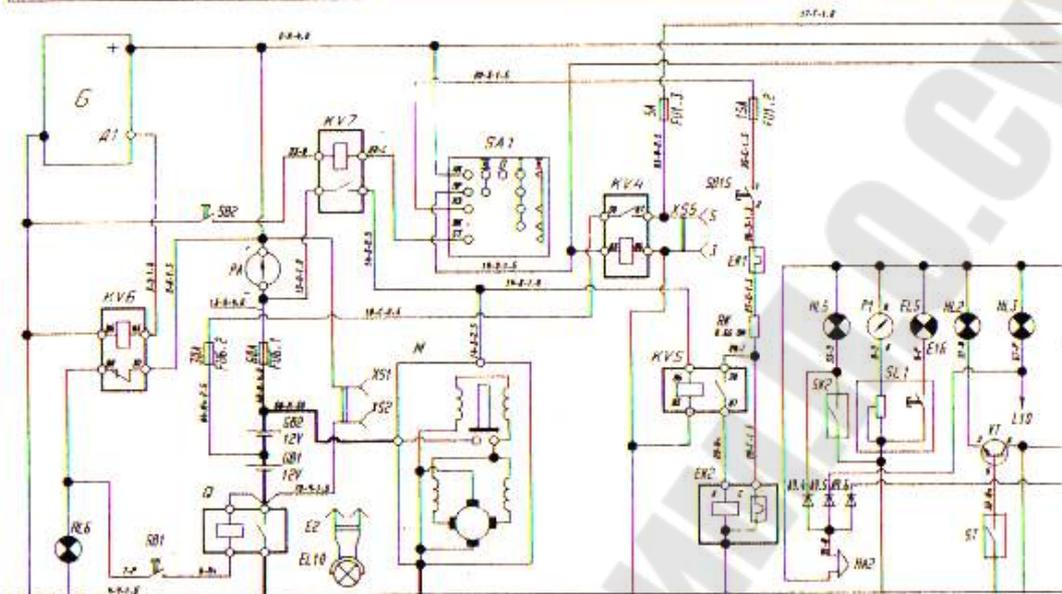


Рис. 2.3. Панель веттоустановки: 1 – клавиша выключателя габаритных огней; 2 – клавиша выключателя транспортных фар; 3, 4 – клавиши выключателей передних и задних рабочих фар; 5 – клавиша выключателя фары силосопровода навесного комбайна; 6 – клавиша выключателя проблескового маяка; 7 – клавиша переключателя вентиляторов; 8, 10 – ручки выключателей заднего и переднего стеклоочистителей; 9 – кнопка включения аварийной сигнализации; 11 – радиоприемник; 12 – дефлекторы вентиляторов; 13 – крышка блока предохранителей; 14 – панель громкоговорителя радиоприемника



Система электроснабжения	Система пуска двигателя			Система контроля			
Генератор Реле блокировки выключателя массы Контроль выключения выключателя массы Выключатель блокировки пуска	Амперметр Выход индикатора двигателя "масса" Выключатель "масса"	Реле блокировки Реле 24V Двух переключатель	Ключ Реле стартера Стартер	Реле выключения электронной системы Розетка 12V	Моторчик температуры Моторчик скорости вращения Моторчик давления Моторчик давления	Лампы Лампа 8 вольт Моторчик давления Моторчик температуры вращения	Моторчик температуры Моторчик скорости вращения Моторчик давления Моторчик давления



Система световой и звуковой сигнализации								
Фонари передние		Фонари задние			Розетки прицепа	Маяк проблесковый	Звуковой сигнал	Контроль выключения стояночного тормоза
Правый	Левый	Правый	Левый					
Габарит	Поларот	Габарит	Поларот	Габарит	Стоп	Габарит	Стоп	Поларот

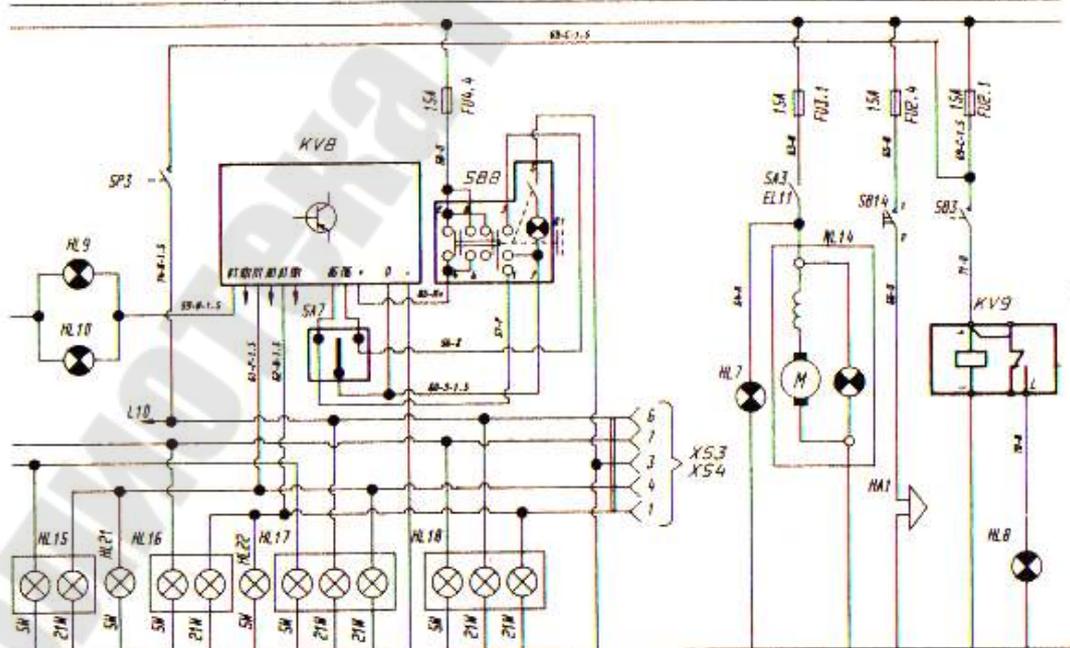


Рис. 2.6. Система электроснабжения

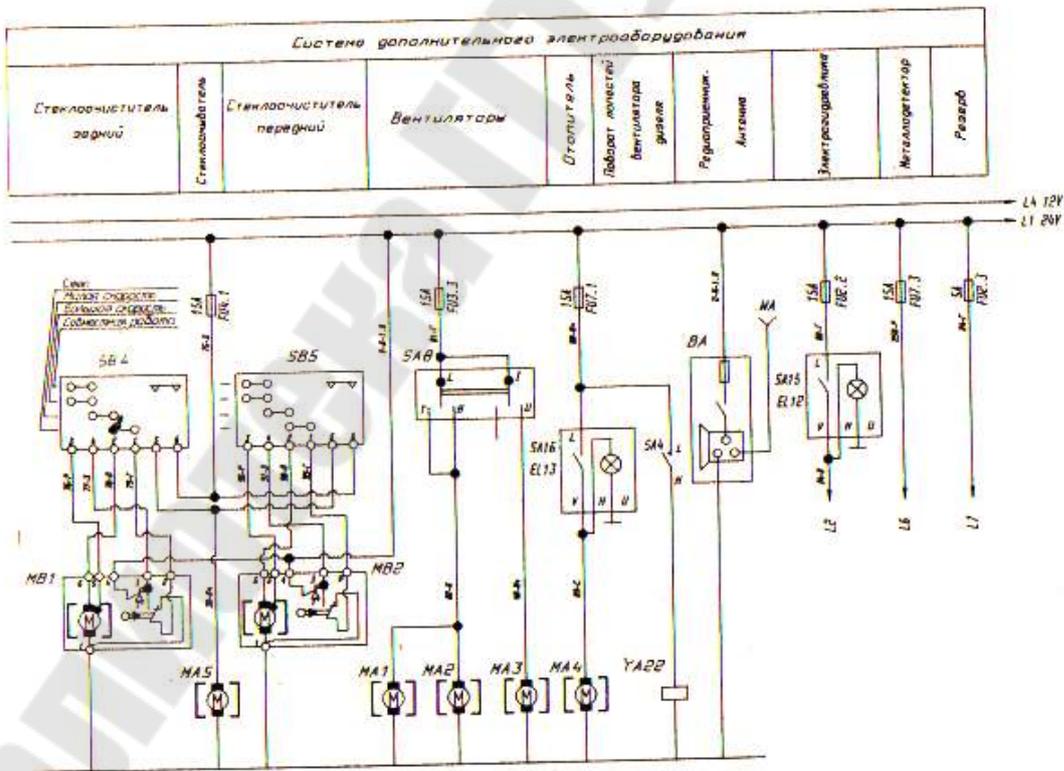
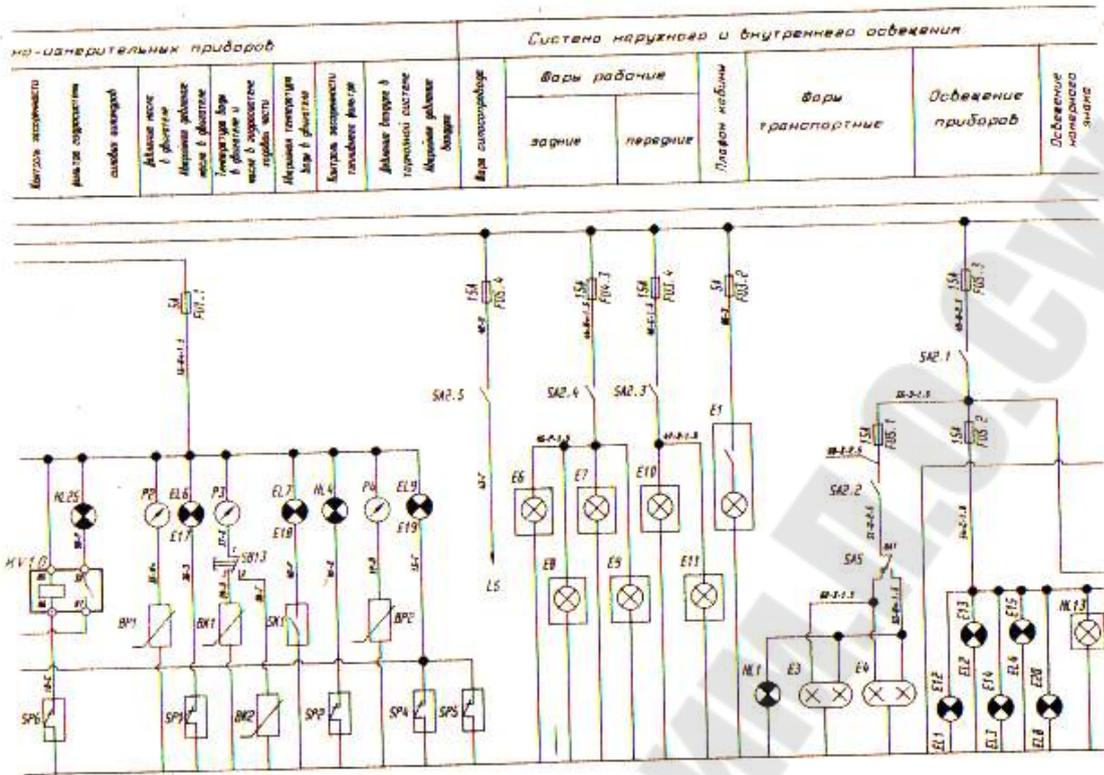


Рис. 2.6. Окончание (начало см. на с. 22)

Перечень элементов схем электрических представлен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Позиция	Элемент	Место установки на машине
A1	Блок измерения частоты вращения (БИЧ)	Щиток приборов
A4–A6	Блоки диодов БД1	Под крышкой пульта управления
A7–A9	Блоки диодов 2 шт. БД2 и БД3	Сбоку ПУ
A10	Блок диодов БД2	Шкаф распределительный
BA	Радиоприемник	Кабина
BK1, BK2	Датчики указателя температуры	Двигатель и гидросистема ходовой части
BR, BR3	Преобразователи первичные (датчики оборотов для БИЧ)	Двигатель и ведущий мост
BP1, BP2	Датчики указателя давления	Двигатель и пневмосистема
E1	Плафон	Кабина
E2	Лампа переносная	ЗИП
E3, E4	Фары транспортные	Капоты
E6–E11	Фары рабочего освещения	Кабина
E12–E20	Патроны ламп	Приборы ЩП
EK1	Элемент контрольный	ЩП
EK2	Подогреватель электрофакельный	Двигатель
EL1–L13	Лампы	ЩП
FU1, FU2, FU7	Блоки плавких электрических предохранителей	ПУ
FU3–FU5	Блоки плавких электрических предохранителей	Кабина
FU6	Блоки плавких электрических предохранителей	ШР
G	Генератор	Двигатель
GB1, GB2	Батареи аккумуляторные	Под двигателем
HA1	Сигнал звуковой	Под кабиной
HA2	Звуковая сигнализация	ЩП
HL1–HL11, HL25	Лампы контрольные	ЩП, пульт МД

Продолжение табл. 2.1

Позиция	Элемент	Место установки на машине
HL13	Фонарь освещения номерного знака	Задний бампер
HL14	Маяк проблесковый	На крыше кабины
HL15, HL16	Фонари передние	Передний бампер
HL17, HL18	Фонари задние	Задний бампер
HL21, HL22	Боковые повторители указателя поворота	Капоты
KV2, KV4–KV7, KV10	Реле	ШР
KV12–KV15	Реле	ПУ
KV8	Реле-прерыватель указателей поворота	ШР
KV9	Реле-прерыватель контрольной лампы	ЩП
M	Стартер	Двигатель
MA1–MA3	Электродвигатели	Вентиляторы кабины
MA4	Электродвигатель	Отопитель кабины
MA5	Стеклоомыватель	Под капотом двигателя
MB1, MB2	Моторедукторы стеклоочистителей	Кабина
P1	Приемник указателя уровня топлива	ЩП
P2	Приемник указателя давления масла	ЩП
P3	Приемник указателя температуры	ЩП
P4	Приемник указателя давления воздуха	ЩП
PA	Указатель тока	ЩП
Q	Выключатель «Массы»	Рама
RK	Соппротивление добавочное	ШР
SA1	Выключатель (ключ запуска)	ЩП
SA2, SA3, SA8	Выключатели	Кабина
SA5	Переключатель света	На полу кабины
SA6	Переключатель	ШР

Продолжение табл. 2.1

<b>Позиция</b>	<b>Элемент</b>	<b>Место установки на машине</b>
SA7	Переключатель поворотов	Рулевая колонка
SA9–SA12, SA18	Переключатели	ПУ
SA15, SA16	Выключатели	ПУ
SA17, SA19	Переключатели	Рычаг скорости на ПУ
SB1, SB13, SB15	Переключатели	ЩП
SB2	Выключатель блокировки пуска	Рычаг скорости
SB3	Выключатель	Рычаг стояночного тормоза
SB4, SB5	Переключатели стеклоочистителей	Кабина
SB6, SB7	Кнопки управления навеской	Снаружи, сбоку у кабины
SB8	Выключатель аварийной сигнализации	Кабина
SB11	Выключатель	ВОМ
SB13–SB15	Выключатели	ПУ
SL1	Датчик указателя уровня топлива	Топливный бак
SP1	Датчик указателя давления масла	Двигатель
SP2	Датчик сигнализатора давления топлива	Топливный фильтр двигателя
SP3	Датчик давления (стоп-сигнала)	Тормозная система
SP4, SP5	Датчики сигнализаторов давления воздуха	Пневмосистема
SP6	Клапан сигнализатора засоренности сливного фильтра	Сливной фильтр гидросистемы
ST	Датчик наличия воды в топливе	Отстойник топливного бака
SK1	Датчик сигнализатора температуры охлаждающей жидкости	Двигатель
SK2	Датчик сигнализатора температуры масла в гидросистеме ходовой части	У гидромотора

Позиция	Элемент	Место установки на машине
VT	Усилитель	ЩП
WA	Антенна автомобильная гибкая	Кабина
XP2	Вилка	БИЧ
XS1, XS2	Розетки для переносной лампы	ШР и ПУ
XS3, XS4	Розетки прицепа	Передний и задний бампер
–	Розетка 12 В	Задний бампер
–	Розетка металлодетектора	Задний бампер
–	Электромагниты	Секция гидрораспределителя

*Примечание.* ПУ – пульт управления; ЩП – щиток приборов; ШР – шкаф распределительный; МД – металлодетектор; ВОМ – вал отбора мощности.

Генератор питает током все потребители и заряжает аккумуляторные батареи.

Генератор представляет собой бесконтактную пятифазную электрическую машину с односторонним электромагнитным возбуждением, встроенным полупроводниковым выпрямителем и регулятором напряжения (рис. 2.7).

Статор 7, шихтованный из листовой стали, имеет 10 зубов, на которых закреплены катушки фазных обмоток, выполненных проводом ПЭТ-200 диаметром 1,6 мм с числом витков 25 каждая. Соединение катушек в фазе последовательное. Фазы соединены по схеме «звезда». Начала фаз и нулевая точка выведены гибкими монтажными проводами с наконечниками.

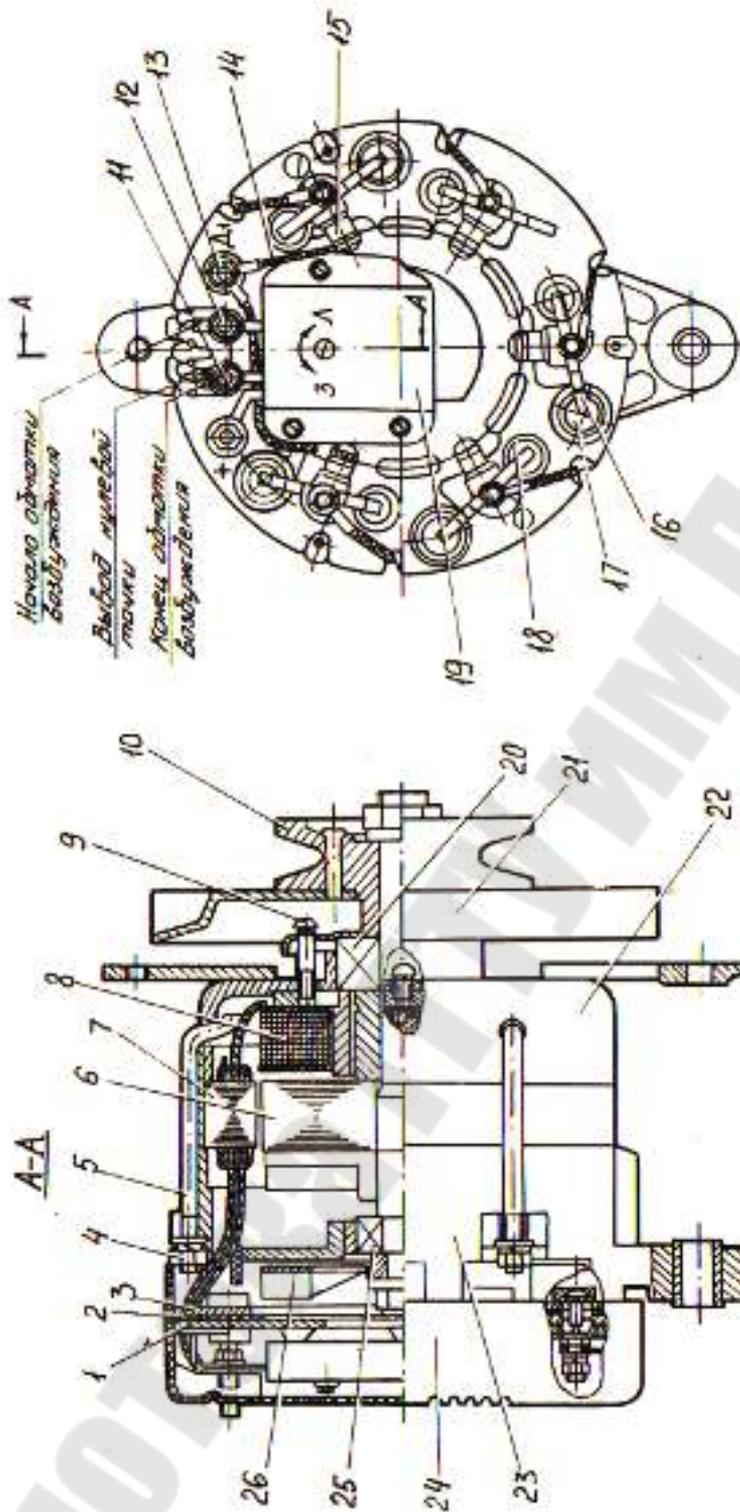


Рис. 2.7. Генератор: 1 – радиатор отрицательный; 2 – прокладка изоляционная; 3 – радиатор положительный; 4 – гайка; 5 – болт стяжной; 6 – ротор; 7 – статор; 8 – катушка возбуждения; 9 – винт; 10 – шкив с крыльчаткой; 11, 12, 13 – болты; 14 – вывод дополнительного выпрямителя; 15 – диод дополнительного выпрямителя; 16 – шина; 17 – диод прямой полярности; 18 – диод обратной полярности; 19 – регулятор напряжения; 20, 25 – шарикоподшипники; 21 – вентилятор; 22 – крышка передняя; 23 – крышка задняя; 24 – крышка регулирующего устройства; 26 – крыльчатка

Ротор 6 представляет собой вал с напрессованным шихтованным пакетом и алюминиевым фланцем с залитыми в него постоянными анизотропными магнитами.

Катушка возбуждения 8 крепится к передней крышке и представляет собой стальную втулку с фланцем, на которую надевается пластмассовый каркас с обмоткой из 550 витков провода ПЭТ-200 диаметром 0,85 мм. Начало и конец обмотки выведены гибкими монтажными проводами с наконечниками.

Полупроводниковый выпрямительный блок типа БПВ 42-100 состоит из силового и дополнительного выпрямителей. «Плюс» силового выпрямителя посредством болта выведен на клемму «плюс» генератора, а «минус» – на корпус генератора. «Плюс» дополнительного выпрямителя гибким проводом 14 выведен на клемму Д1 генератора.

На минусовой пластине – радиаторе блока выпрямителя крепится регулятор напряжения 19 типа 2412.3702. Выводные шины регулятора подключены к выводным болтам генератора «+», «О», «Ш», вывод «-» регулятора соединен с корпусом.

Принципиальная электрическая схема генераторной установки приведена на рис. 2.8.

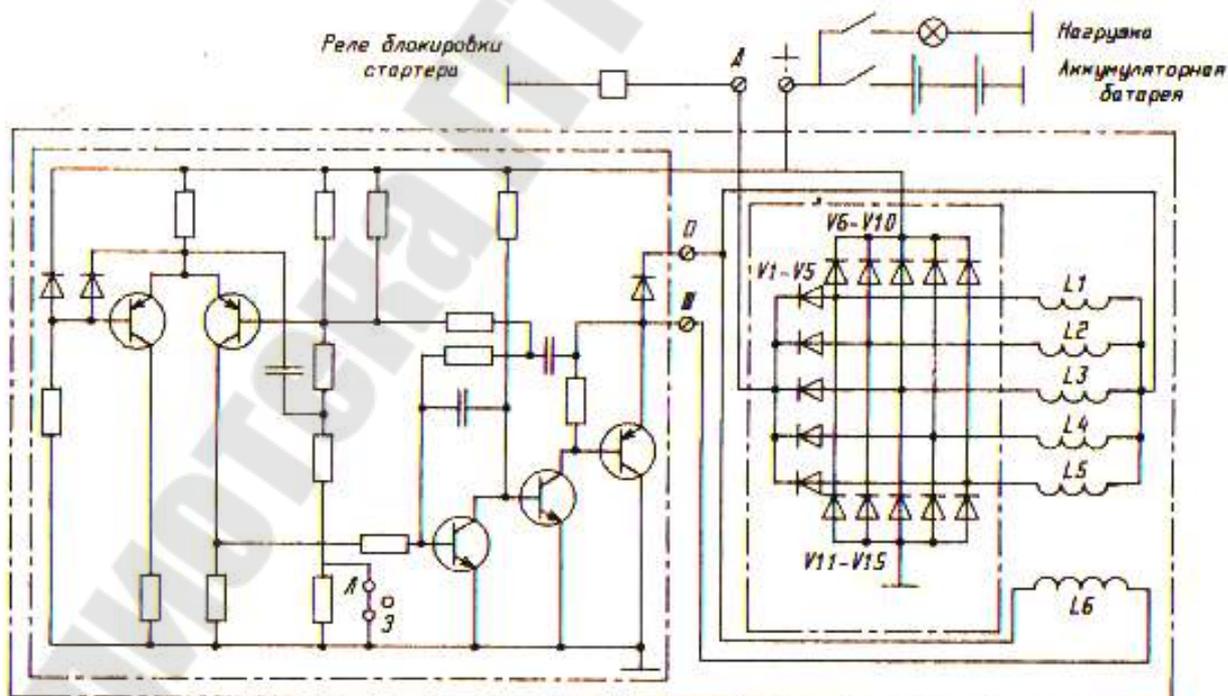


Рис. 2.8. Принципиальная электрическая схема генераторной установки

Принцип действия генератора основан на явлении электромагнитной индукции.

ЭДС в обмотке статора создается за счет того, что ее витки пересекают силовые магнитные линии переменного магнитного поля, которое создается обмоткой возбуждения и магнитным полем, вращающегося ротора с постоянными анизотропными магнитами. Переменная ЭДС ротора выпрямляется с помощью полупроводникового выпрямителя БПВ 42-100. Величина напряжения на выходе генератора зависит от частоты вращения ротора и тока нагрузки. Для поддержания напряжения на заданном уровне служит регулятор напряжения 2412.3702. Регулятор напряжения автоматически изменяет ток в обмотке возбуждения LG в зависимости от напряжения на выходе генератора. Если напряжение ниже заданного, то ток в обмотке возбуждения увеличивается, а если выше заданного – уменьшается.

Одним из основных назначений генератора является зарядка аккумуляторных батарей. Установка аккумуляторных батарей УЭС-250 «Полесье» содержит две стартерные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи 6СТ-128ЭМ, соединенные последовательно. Они образуют источник напряжения 24 В. От средней точки аккумуляторов снимается напряжение 12 В. Для питания отдельных потребителей и электронных систем. Минусовая клемма батареи через выключатель массы Q соединяется с рамой энергосредства.

Для отключения аккумуляторных батарей на стоянках и предохранение их от разряда служит выключатель «Массы» Q, который позволяет в случае необходимости быстро отсоединить батареи от всей электрической цепи энергосредства, не прибегая к отсоединению проводов непосредственно на батареях.

Включение «Массы» производится переключателем SB1, расположенным на щитке приборов, который включен последовательно с размыкающимся контактом реле KV6 блокировки выключателя «Массы». После включения «Массы» загорается лампа HL6. Реле блокировки KV6 срабатывает после запуска двигателя, когда на выходе генератора G появляется напряжение. При этом лампочка HL6 гаснет и даже при нажатии SB1 отключение выключателя Q не происходит.

Амперметр РА, установленный на щитке приборов, показывает величину тока заряда аккумуляторов и ток, потребляемый нагрузкой за исключением стартера.

### 2.3. Система электрозапуска

Система электрозапуска предназначена для прокрутки коленчатого вала с целью пуска двигателя.

Система состоит из стартера М с электромагнитным тяговым реле, реле блокировки пуска KV1, концевого выключателя SB2, ключа запуска SA1 и электрофакельного подогревателя ЕК2.

Стартер предназначен для преобразования электрической энергии АКБ в механическую и передачи ее на маховик с целью прокрутки коленчатого вала двигателя до пусковой частоты, обеспечивающей образование и воспламенение рабочей смеси.

Стартер (рис. 2.9) выполнен в герметичном исполнении и крепится с помощью фланца, трех болтов и шпильки к картеру сцепления.

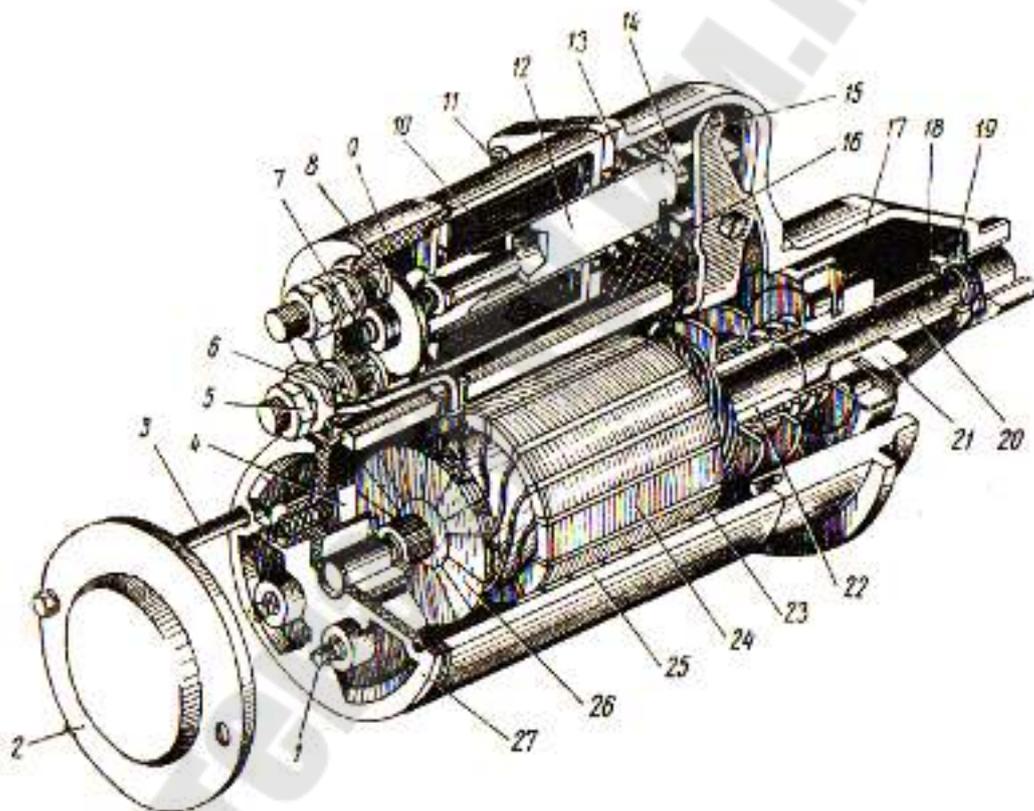


Рис. 2.9. Стартер 3212.3708: 1 – пружина щеткодержателя; 2 – задняя крышка; 3 – шпилька; 4 – щетка; 5, 7 – болты тягового реле; 6 – вывод обмотки возбуждения; 8 – крышка тягового реле; 9 – контактный диск; 10 – обмотки тягового реле; 11 – болты крепления тягового реле; 12 – якорь тягового реле; 13 – возвратная пружина; 14 – петля якоря тягового реле; 15 – рычаг; 16 – резиновая прокладка; 17 – передняя крышка; 18 – стопорное кольцо; 19 – пружинный фиксатор; 20 – вал якоря; 21 – шестерня привода; 22 – привод; 23 – обмотка якоря; 24 – сердечник якоря; 25 – корпус статора; 26 – коллектор; 27 – щеткодержатель

Для включения стартера, приборов, электрофакельного подогревателя и отключения цепей обмотки возбуждения генератора на щитке приборов УЭС-250 (рис. 2.6) установлен выключатель электрических цепей и запуска 21 (SA1) (рис. 2.10).

Основные технические характеристики стартера:

Тип стартера	3212.3708
Номинальное напряжение, В	24
Номинальная мощность, кВт	7
Максимальный потребляемый ток, А	до 600

Электромагнитное тяговое реле стартера (рис. 2.9) служит для ввода и удержания шестерни 21 привода в зацеплении с венцом маховика и включения цепи питания электродвигателя постоянного тока стартера. Реле закреплено на корпусе электродвигателя. Дистанционное включение обмоток 10 тягового реле обеспечивается контактами реле блокировки пуска KV7, выключателем блокировки запуска SB2 на рычаге управления скоростью движения и ключом запуска SA1, установленном на щитке приборов в кабине.

В корпусе тягового реле установлены две обмотки 10: втягивающая и удерживающая. При подаче напряжения на выводную клемму 7, якорь 12 тягового реле, преодолевая сопротивление возвратной пружины, втягивается внутрь корпуса тягового реле, при этом контактными дисками 9 замыкаются между собой контактные болты 5 и 8. Ток через щетки 4 поступает в обмотку якоря 24 и обмотку возбуждения, якорь стартера начинает вращаться.

Одновременно с подключением якоря к аккумуляторным батареям якорь тягового реле перемещает верхний конец рычага 15, который, вращаясь вокруг оси другим своим концом перемещает по валу якоря стартера привод 22 и вводит в зацепление с венцом маховика двигателя шестерню 21.

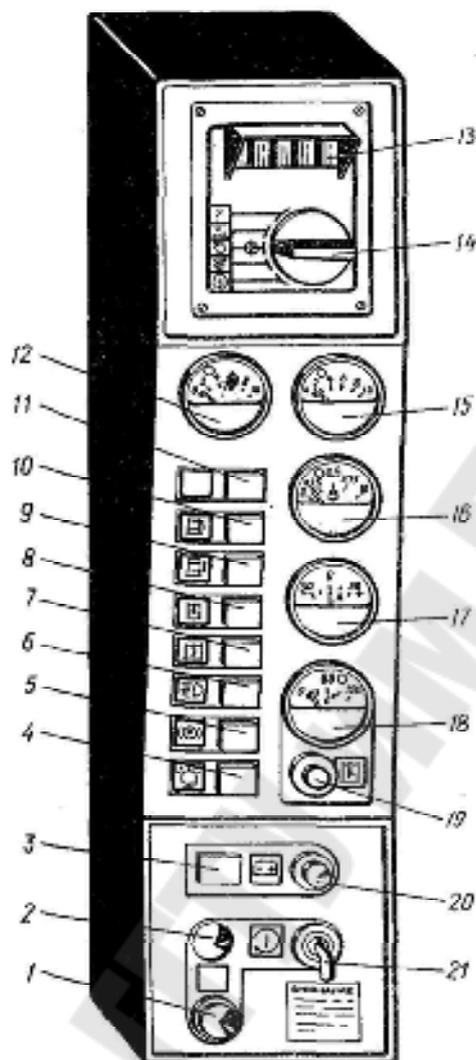


Рис. 2.10. Пульт контроля: 1 – кнопка включения ЭФП; 2 – контрольная спираль включения ЭФП; 3 – контрольная лампа включения выключателя «массы»; 4 – контрольная лампа включения проблескового маяка; 5 – контрольная лампа включения стояночного тормоза; 6 – контрольная лампа включения дальнего света; 7 – контрольная лампа аварийной температуры масла в гидросистеме ходовой части; 8 – контрольная лампа засоренности фильтра гидросистемы рулевого управления и силовых цилиндров; 9 – контрольная лампа засоренности топливного фильтра; 10 – контрольная лампа наличия воды в топливном баке; 11 – резерв; 12 – указатель давления воздуха в пневмосистеме с контрольной лампой; 13 – индикаторное табло БИЧ; 14 – переключатель режимов работы БИЧ; 15 – указатель давления масла в дизеле с контрольной лампой; 16 – указатель уровня топлива с контрольной лампой; 17 – амперметр; 18 – указатель температуры охлаждающей жидкости дизеля с контрольной лампой или масла в гидросистеме ходовой части; 19 – кнопка включения указателя 18 на контроль температуры масла в гидросистеме ходовой части; 20 – кнопка включения выключателя «Массы»; 21 – ручка замка зажигания

При включении выключателя «Массы» кнопкой 20 (SB1) на щитке приборов и повороте ключа запуска 21 (SA1) во второе правое (подпружиненное) положение, при предварительно отклоненном на себя рычаге управления скоростью движения для замыкания контактов выключателя SB2 замыкается цепь обмотки реле стартера KV7, которое своими контактами включает цепи питания удерживающей и втягивающей обмоток тягового реле стартера. Тяговое реле срабатывает, втягивает якорь 12 и через рычаг 9 вводит шестерню 21 привода в зацепление с венцом маховика. При этом замыкаются контакты тягового реле, втягивающая обмотка шунтируется и удерживающая обмотка удерживает якорь реле и механизм привода во включенном положении, а якорь электродвигателя через механизм привода вращает маховик двигателя. После запуска двигателя шестерня автоматически, под действием возвратной пружины, свинчивается по резьбе якоря стартера и фиксируется в исходном положении. При отпуске ключа запуска размыкается цепь обмотки реле стартера, а следовательно – цепи и контакты обмоток тягового реле.

При температуре окружающего воздуха ниже плюс 5 °С запуск двигателя стартером можно производить только при помощи электрофакельного подогревателя (рис. 2.11).

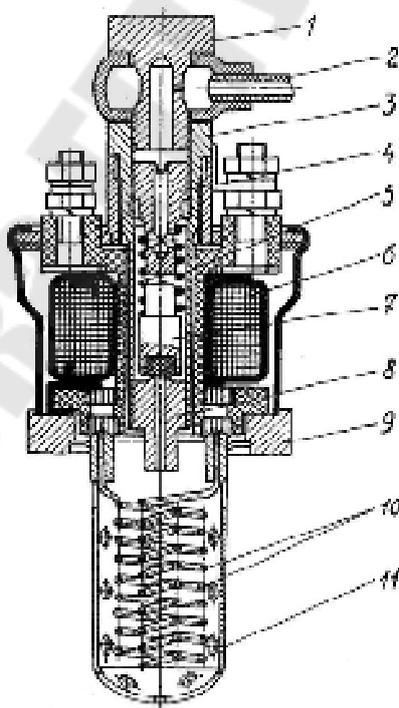


Рис. 2.11. Подогреватель электрофакельный: 1 – болт; 2 – трубка топливная; 3 – корпус клапана; 4 – штуцер; 5 – пружина клапана; 6 – катушка электромагнита; 7 – клапан; 8 – седло клапана; 9 – корпус; 10 – спираль накаливания; 11 – колпачок

Электрофакельный подогреватель предназначен для подогрева воздуха, поступающего в цилиндры двигателя. В исходном положении клапан 7 закрыт и топливо не поступает на спираль накаливания 10. После подачи напряжения на катушку электромагнита 6 клапан 7 открывается и топливо через трубку 2, штуцер 4 и седло клапана 8 разбрызгивается на раскаленную спираль 10.

Во время пуска холодного двигателя необходимо перевести ключ запуска 21 (рис. 2.10) в первое правое положение и нажать кнопку 1 (SB15) на щитке приборов на 15–30 с. После нагревания контрольного элемента 2 (ЕК1) до ярко-красного цвета через 10–15 с включают стартер ключом запуска 21, одновременно включается электромагнитный клапан подогревателя ЕК2, открывающий доступ топливу из бачка на раскаленную спираль.

#### 4. Система контрольно-измерительных приборов

Контрольно-измерительные приборы предназначены для контроля за состоянием и работой отдельных систем, агрегатов и энергосредства в целом. Такой контроль дает возможность своевременно принимать меры по поддержанию надежной работы машины и ее безаварийной эксплуатации, снижать расходы на ремонт при эксплуатации.

Как правило, контрольный прибор состоит из датчика и указателя. В зависимости от изменения контролируемого параметра датчик обычно изменяет силу тока в цепи указателя. Указатель в свою очередь фиксирует изменение силы тока путем перемещения стрелки относительно шкалы с делениями контролируемого параметра. Датчик устанавливается непосредственно в контролируемой среде, а указатель – в кабине на щитке приборов.

На щитке приборов УЭС-250 (рис. 2.10) установлены следующие контрольно-измерительные приборы магнитоэлектрического типа:

- указатель давления воздуха 12 в тормозной системе (Р4) с контрольной лампой EL9 аварийного давления воздуха;
- указатель давления масла 15 в двигателе (Р2) с контрольной лампой EL6 аварийного давления масла;
- указатель уровня топлива 16 (Р1) с контрольной лампой EL5 резервного уровня топлива;
- указатель температуры воды 18 в дизеле (Р3) с контрольной лампой EL7 аварийной температуры воды в дизеле. При нажатии на

кнопку 19, расположенную под прибором, он показывает температуру масла в гидросистеме ходовой части;

– указатель тока 17 аккумуляторных батарей (РА), который предназначен для контроля за зарядом и разрядом АКБ.

Контрольная лампа 3 (HL6) с оранжевым светофильтром загорается при включении выключателя «Массы» и гаснет после запуска двигателя, а после его остановки снова загорается.

Контрольная лампа 4 (HL7) с оранжевым светофильтром загорается при включении проблескового маячка.

Контрольная лампа 5 (HL8) с красным светофильтром начинает мигать при включении стояночного тормоза за счет срабатывания концевого выключателя SB3, установленного под рукояткой ручного тормоза. Мигание контрольной лампы 5 обеспечивается реле KV9, которое установлено внутри щитка приборов.

Контрольная лампа 6 (HL1) с синим светофильтром загорается при включении дальнего света.

Контрольная лампа 7 (HL5) с красным светофильтром загорается при достижении аварийной температуры масла в гидросистеме ходовой части (75– 80 °С). Датчик аварийной температуры SK2 типа ТМШ-10 установлен в дренажной магистрали гидротрансмиссии у гидромотора.

Контрольная лампа 8 (HL25) с красным светофильтром загорается при засорении сливного фильтра гидросистемы силовых цилиндров посредством срабатывания встроенного в фильтр датчика-сигнализатора SP6.

Контрольная лампа 9 (HL4) с красным светофильтром загорается при засорении топливного фильтра посредством срабатывания установленного в крышке фильтра, датчика SP типа ММШД.

Контрольная лампа 10 (HL2) с красным светофильтром загорается при появлении воды в отстойнике топливного бака посредством срабатывания установленного там датчика наличия воды в топливе (ST). Сигнал с датчика предварительно проходит через усилитель VT, установленный в щитке приборов.

Контрольные лампы 7–10 при работающем двигателе должны быть погашены, загорание лампы сигнализирует об отклонении от нормальной работы соответствующего агрегата или о его критическом состоянии.

Для обеспечения звуковой сигнализации о предельно допустимых значениях давления воздуха в пневмосистеме тормозов прицепа и темпе-

ратуры масла в гидросистеме ходовой части в щитке приборов установлен шумовой сигнализатор (зуммер) HA2, который включается одновременно с загоранием контрольной лампы 7 на щитке приборов или в указателе давления воздуха 12. После запуска дизеля при отсутствии необходимого давления в пневмосистеме, что контролируется по указателю давления воздуха, зуммер HA2 начинает сигнализировать о запрещении движения с прицепом и отключается датчиками SP4 и SP5 после достижения давления в пневмосистеме 0,45–0,5 МПа (4,5–5,0 амт).

Все приборы имеют автономную подсветку зеленым рассеянным светом EL1-EL4, EL8, которая включается одновременно с включением габаритных огней.

К системе контрольно-измерительных приборов относится также блок измерения частоты вращения БИЧ-М (A1), предназначенный для измерения частоты вращения дизеля и скорости движения УЭС-250. Он работает в комплекте с индукционными датчиками ПрП-1м (BR2 и BR3), установленными соответственно на дизеле и на мосту ведущих колес. Для обеспечения качественных показаний данного прибора необходимо строго следить за состоянием зазора между датчиком и крыльчаткой, который должен составлять 3,5–4 мм.

## **5. Система освещения и сигнализации**

Система освещения и сигнализации повышает безопасность движения энергосредства и создает удобства для работы механизатора.

В систему освещения входят следующие группы приборов:

– приборы наружного освещения (фары транспортные (E3, E4), фары рабочие передние и задние (E6–E11), фара силосопровода, фонарь освещения номерного знака HL13, переносная лампа EL10);

– приборы внутреннего освещения (плафон кабины E1, лампы освещения приборов (E12–E15, E20), переключатели и выключатели).

В систему световой и звуковой сигнализации входят фонари передние (HL15, HL21) и задние (HL16, HL22), боковые повторители указателей поворотов и выключатель аварийной сигнализации SB8, маяк проблесковый HL14, звуковой сигнал HA1, коммутационная аппаратура.

На переднем бампере УЭС-250 установлены две транспортные фары (E3 и E4) типа 313.3711 с двухнитевыми лампами А24-55+50 для обеспечения дальнего и ближнего света. Переключение света транспортных фар обеспечивается переключателем (SA5) 2 (см. рис. 2.3), расположенном на полу кабины, при этом включение дальнего света

контролируется контрольной лампой дальнего света HL1 на щитке приборов. Для включения подсветки приборов, габаритных огней, фонаря номерного знака необходимо нажать клавишу 1 выключателя в верхней части кабины. Для включения транспортных фар необходимо дополнительно нажать клавишу 2 переключателя. При транспортных переездах УЭС по дорогам общего пользования в темное время суток необходимо двигаться только двигателем вперед, соблюдая правила дорожного движения и используя при этом только транспортные фары. В светлое время суток разрешается двигаться кабиной вперед, при этом необходимо переставить местами передние и задние фонари с кронштейнами.

Установленные на кабине две передние и четыре задние фары 12 (см. рис. 2.1) используются для освещения рабочих зон при работе УЭС в агрегате с различными орудиями в темное время суток. В них установлены двухнитевые лампы А24-60+40, причем обе нити включаются одновременно и обеспечивают широкий световой пучок.

Фара силосопровода типа ФГ-318, размещенная на силосопроводе комбайна КПК-3000 и предназначенная для освещения зон выгрузки измельченной массы в транспортное средство, запитана через цепи металлодетектора и управляется клавишей выключателя.

Номинальное напряжение на розетках прицепа – 24 В. При необходимости получения для прицепных машин напряжения 12 В на энергосредство может быть установлен блок коммутации напряжения передних и задних розеток посредством переключателя SA6 и реле KV16–KV19, расположенных в распределительном электрошкафу. При помощи переключателя выбирают необходимый уровень напряжения (24 В или 12 В).

Передние фонари HL15 и HL16 типа 231.3712 – двухсекционные. Крайняя наружная секция имеет рассеиватель оранжевого цвета и служит для указания поворота. Вторая секция имеет бесцветный рассеиватель и служит для обозначения габаритов.

Задние фонари HL17 и HL18 типа 331.3712 – трехсекционные. Крайняя наружная секция с рассеивателем оранжевого цвета служит для указания поворота. Средняя секция с рассеивателем красного цвета предназначена для обозначения габаритов. Третья секция с рассеивателем красного цвета – указатель стоп-сигнала, который загорается при срабатывании выключателя SP3, установленного в гидравлической магистрали тормозов, при нажатии на педали тормозов.

Необходимо иметь в виду, что энергосредство является машиной реверсивной. Поэтому передние и задние фонари установлены в специальных кронштейнах с анодированными крепежными отвер-

ствиями, что позволяет при реверсировании энергосредства быстро (отворачиваются только два винта крепления кронштейна) поменять их местами. В электрических разъемах жгутов переднего и заднего борта имеются все необходимые для этого цепи (габарит, поворот, стоп-сигнал).

С целью повышения безопасности движения левые и правые габаритные огни питаются по отдельным цепям и защищены отдельными предохранителями FU5.2 и FU5.3.

При проведении технического обслуживания или других работ в темное время суток или в мало освещенных местах используют переносную лампу Е 2 типа ПЛТМ-6, которую подключают к штепсельным розеткам, расположенным в распределительном шкафу и на блоке предохранителей пульта управления в кабине. Штепсельные розетки запитаны непосредственно с АКБ, минуя выключатель «Массы».

В цепи указателей поворотов включено контактно-транзисторное реле-прерыватель KV8 типа РС 951 А, обеспечивающее при включении переключателя (SA7) 8 (см. рис. 2.5) на рулевой колонке прерывистые сигналы указателей поворотов УЭС и прицепа, подачу сигналов аварийного состояния УЭС мигающим светом ламп всех указателей поворотов, отдельный контроль исправности ламп УЭС и прицепа при включенных указателях поворотов. Частота прерывания не зависит от количества включенных ламп (две по 21 Вт и одна 5 Вт в обычном режиме поворота или шесть ламп по 21 Вт при аварийной сигнализации УЭС с прицепом).

Схема реле-прерывателя (рис. 2.12) содержит генератор импульсов тока требуемой частоты и длительности, исполнительное электромагнитное реле Р1, коммутирующее ток ламп указателей поворотов и боковых повторителей, реле Р2 контроля исправности ламп комбайна, реле Р3 контроля исправности сигнальных ламп прицепа. Прерыватель имеет схему электронной защиты от перегрузок в случае коротких замыканий в цепях ламп указателей поворотов. В случае перегорания или отключения одной из ламп указателя поворотов УЭС или прицепа перестает мигать контрольная лампа (HL9) 9 (см. рис. 2.5) на рулевой колонке.

Включение аварийной сигнализации нажатием кнопки выключателя (SB8) 9 (см. рис. 2.3) производится независимо от положения переключателя указателя поворотов. В кнопке выключателя аварийной сигнализации имеется индикаторная лампочка, которая мигает синхронно с лампами обоих бортов. При этом контрольные лампы указателей поворотов не горят, так как по обмоткам реле контроля текут токи в противоположных направлениях.

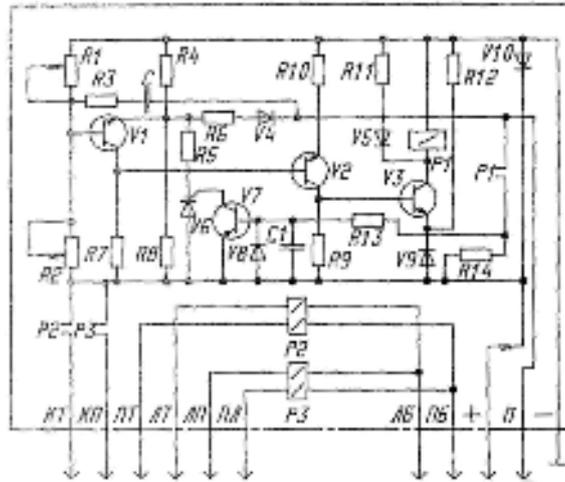


Рис. 2.12. Схема электрическая реле-прерывателя указателя поворотов и аварийной сигнализации

Звуковой сигнал НА1, установленный под кабиной, служит для предупреждения окружающих об опасности приближающегося транспорта, а также для подачи предупредительного сигнала о запуске двигателя и включении ВОМ при проведении регламентных работ. На энергосредстве установлен безрупорный электрический звуковой сигнал вибрационного типа С 313 или С 314. Высоту и громкость звука регулируют с помощью специальных винтов на корпусе сигнала. Для уменьшения влияния звукового сигнала на работу металлодетектора и других электронных устройств параллельно его контактам устанавливают диод.

Проблесковый маяк (HL14), установленный на крыше кабины, предназначен для сигнализации о передвижении УЭС с негабаритными рабочими органами, а также для вызова транспорта под загрузку измельченной массы при проведении уборочных работ. Включение проблескового маяка осуществляется из кабины выключателем (SA3) на вентиляционной установке. Выключатель имеет встроенную контрольную лампу включенного состояния (EL11).

## 2.6. Система дополнительного электрооборудования

В систему дополнительного электрооборудования входят стеклоочистители, смыватель, вентиляторы и отопитель кабины, радиоприемник с антенной, органы управления металлодетектором навесного комбайна, органы управления гидросистемой силовых цилиндров – электрогидравлика.

Передний MB2 и задний MB1 стеклоочистители (моторедукторы с пантографным устройством), устанавливаемые в последние годы на энергосредство УЭС-250, имеют две скорости очистки стекла. Их управление обеспечивается переключателями SB5 и SB4, установленными на панели вентустановки. Для включения стеклоочистителя необходимо повернуть соответствующую ручку переключателя по часовой стрелке в первое или второе положение, при этом включится соответственно малая или большая скорость.

При отключении стеклоочистителя переводом ручки переключателя в крайнее против часовой стрелки положение обеспечивается автоматическая отработка полного хода щеток и парковка щетки в крайнем левом положении.

При нажатии на ручку этого переключателя включается малая скорость стеклоочистителя и стеклоомыватель MA5, обеспечивающий подачу воды одновременно на переднее и заднее стекло. Бачок стеклоомывателя расположен под капотом у вентилятора дизеля.

Клавиша SA8 переключателя вентиляторов кабины имеет три фиксированных положения.

В среднем положении все вентиляторы выключены. При переводе переключателя в крайние положения включаются два или три вентилятора.

Радиоприемник BA11 поставляется по отдельному заказу. При самостоятельной установке радиоприемника необходимо иметь в виду, что внутри панели вентустановки к нему подведено напряжение 24 В. При установке радиоприемника на 12 В питание можно взять с провода № 83 фиолетового цвета, при этом работа приемника будет обеспечиваться только при включенных приборах.

**Электрогидравлика.** В конструкции энергосредства применена электрогидравлическая система управления рабочими органами, которая оказывает наибольшее влияние на работоспособность всей машины.

Для включения и отключения всех цепей управления электрогидравликой на пульте управления установлен выключатель электрогидравлики SA15 со встроенной контрольной лампой EL13 включенного состояния. При транспортных переездах рекомендуется отключать электрогидравлику для исключения случайного включения рабочих органов, способных создать аварийные ситуации.

Выключатели 2, 11, 15, 20 (рис. 2.2) имеют два фиксированных положения:

1 – выключенное;

2 – включенное, при этом загорается контрольная лампа на клавише.

Переключатели 3, 4, 13 имеют три положения:

1 – центральное – нейтральное фиксированное положение;

2 – фиксированное опускание рабочих органов в положение «плавающее» или отключение ВОМ;

3 – подпружине подъем рабочих органов или включение ВОМ.

Переключатели 5, 7, 10, 18, 21 имеют три положения: центральное – нейтральное фиксированное и два подпружиненных на подъем и опускание рабочих органов или управление металлодетектором.

Тумблер 14 для управления передней (малой) навеской имеет четыре положения:

1 – центральное – нейтральное фиксированное положение;

2 – подпружиненное вправо – подъем навески;

3 – подпружиненное влево – опускание навески;

4 – фиксированное в сторону – положение навески «плавающее».

На рукоятке управления скоростью движения переключатель управления силосопроводом имеет пять положений:

0 – нейтраль (фиксированное);

I – подъем козырька (не фиксированное);

II – опускание козырька (не фиксированное);

III – поворот силосопровода по часовой стрелке (не фиксированное);

IV – поворот силосопровода против часовой стрелки (не фиксированное).

Кнопка звукового сигнала 2 осуществляет его подачу при нажатии.

Переключатель управления 3 задней (большой) навеской имеет четыре положения;

0 – нейтраль (фиксированное);

I – плавающее положение навески (фиксированное);

II – подъем навески (не фиксированное);

III – опускание навески (не фиксированное).

С внешней стороны кабины на раме находятся дублирующие кнопки соответственно подъема и опускания задней навески.

**Режим управления ВОМ.** При отключении ВОМ необходимо переключатель 13 (см. рис. 2.2) нажать на себя в фиксированное положение. В этом случае обеспечивается режим автоматического отключения гидрораспределителя YA17 гидроблока БСК-40МУ конце-

вым выключателем SB 11 типа ВК415 после достижения редуктором привода ВОМ верхнего (отключенного) положения, что контролируется погасанием контрольной зеленой лампы 12 у переключателя 13.

Контрольная лампа 12 загорается одновременно с включением переливной секции YA17 гидроблока и является элементом ее контроля. Если после отключения ВОМ контрольная лампа продолжает гореть, это означает, что редуктор не достиг своего верхнего (отключенного) положения или не отрегулирован концевой выключатель SB11, расположенный с левой стороны рамы на оси гидроцилиндра ВОМ. При этом переливная секция не отключается, что приводит к быстрому (за 5–7 мин) перегреву масла в гидросистеме силовых цилиндров и рулевого управления. Перегрев масла выше 80 °С может привести к большим нарушениям в работе элементов гидросистемы (насоса, фильтров, гидроблока, клапанов и гидроцилиндров) и снижению их ресурса.

**Блоки диодов.** Расположенные под панелью пульта управления блоки диодов БД-1 (А4, А5, А6) (см. рис. 2.2) предназначены для гашения токов самоиндукции в электромагнитах гидрораспределителей при их отключении и обеспечивают уменьшение искрообразования на контактах переключателей электрогидравлики. В случае выхода из строя из-за разрыва внутренней электрической цепи они не оказывают влияния на работу электрогидравлики. В этом случае только ограничивается срок службы контактов переключателей. А при выходе из строя из-за закорачивания электрической цепи – приводят к короткому замыканию и перегоранию предохранителя электрогидравлики FU2.2.

Блоки диодов БД-2 (А7, А8) соединены общим концом с электромагнитом YA1 переливной секции гидроблока посредством провода 102-Кч и обеспечивают включение электромагнита переливной секции, создающей высокое давление в гидросистеме, одновременно с электромагнитом рабочей секции, управляющей определенным гидроцилиндром.

Блок диодов БД-3 (А9) обеспечивает плавающий режим на навесках за счет включения электромагнита рабочей секции гидроблока без включения электромагнита переливной секции.

Кроме этого, блок диодов БД-3 обеспечивает включение зуммера при срабатывании аварийных датчиков температуры масла в гидросистеме ходовой части и аварийного (низкого) давления воздуха в пневмосистеме тормозов прицепа.

Блоки диодов БД-2 и БД-3 расположены на внутренней стороне кронштейна за поворотной крышкой 25 (см. рис. 2.2) внизу пульта управления.

Все блоки диодов состоят из 8 диодов, собранных по определенной логической схеме (с общим «плюсом», с общим «минусом», отдельные), залиты в полиэтиленовые корпуса эпоксидным компаундом и имеют штекерное соединение с электрическими цепями УЭС.

Блоки диодов очень боятся токов короткого замыкания, возникающих в электроцепях на участке от диода до электромагнита гидрораспределителя.

## **ЧАСТЬ 2**

### **ГЛАВА 3. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

Большинство стационарных процессов сельскохозяйственного производства выполняется с использованием электрической энергии. Наибольшее распространение получили электропривод машин и механизмов, электрическое освещение помещений, освещение при выращивании овощей в закрытом грунте, электротермические и электротехнологические установки и т. д.

Электрификация агрегатов и механизмов приводит к качественным изменениям в технологии, способствует автоматизации и повышению производительности труда.

Для успешного функционирования и развития сельскохозяйственного производства необходимо применение современного электрооборудования и квалифицированная его эксплуатация.

#### **3.1. Электрический привод**

Электрическим приводом называется электромеханическая система, состоящая: из электродвигателя; передаточного устройства; преобразовательного устройства; управляющего устройства.

Электромеханическая система предназначена для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением.

Некоторые простые электроприводы не содержат преобразовательных и управляющих устройств.

В начале XIX века электропривод был *групповым* или *трансмиссионным*, когда от одного двигателя движение передавалось обычно при помощи ременных передач отдельным механизмам.

Следующим этапом развития электропривода было применение *одиночного* привода, когда для привода различных устройств одного механизма применялся отдельный электрический двигатель.

В современных сельскохозяйственных машинах, агрегатах широко применяется *многодвигательный* привод.

### 3.2. Электрические двигатели

Для электрического привода сельскохозяйственных машин, механизмов, агрегатов, технологических линий применяются асинхронные трехфазные *электрические двигатели (АД) с короткозамкнутым ротором*. Это самые распространенные из всех электрических машин из-за их простоты, надежности. Меньшего в сравнении с другими машинами веса, габарита, стоимости и других достоинств.

На смену асинхронным двигателям (АД) серии 4А разработаны в рамках международной организации Интеэлектро специалистами стран социалистического содружества АД *серии АИР*. Для сельскохозяйственного производства промышленность выпускает АД этой серии мощностью  $0,06 \div 132$  кВт, с высотой оси вращения 50–280 мм и синхронной частотой вращения 750; 1500; 3000  $\text{м}^{-1}$ .

В сельском хозяйстве применяются общепромышленные электродвигатели преимущественно климатического исполнения У1, У2, У3. Буква «У» указывает, что электродвигатель предназначен для использования в районах с умеренным климатом (средняя максимальная положительная температура воздуха равна или ниже  $+40$  °С, а средняя минимальная отрицательная равна или выше  $-40$  °С).

### 3.3. Тепловой режим электродвигателя

Преобразование в электрическом двигателе электроэнергии в механическую сопровождается потерями. Часть энергии отдается в окружающую среду, а остальная расходуется на нагревание электрического двигателя.

Температура электрического двигателя (превышение температуры над температурой окружающей среды) изменяется по экспоненте.

Температура считается установившейся, если при неизменной нагрузке и температуре окружающей среды ее изменение не превышает за 1 час одного градуса.

В современных электрических двигателях применяются несколько классов изоляции, допустимая температура нагрева которых составляет:

- класс А – до 105 °С;
- класс Е – до 120 °С;
- класс В\* – до 130 °С;
- класс F\* – до 155 °С;
- класс Н\* – до 180 °С;
- класс С – свыше 180 °С.

Тепловой режим электрического двигателя зависит от интенсивности его охлаждения. Асинхронные двигатели имеют обдуваемую конструкцию и охлаждаются вентиляторами, которые находятся на валу двигателя со стороны задней крышки корпуса.

### 3.4. Паспортные данные электрического двигателя

На рис. 3.1 изображена табличка, которая крепится к корпусу АД.

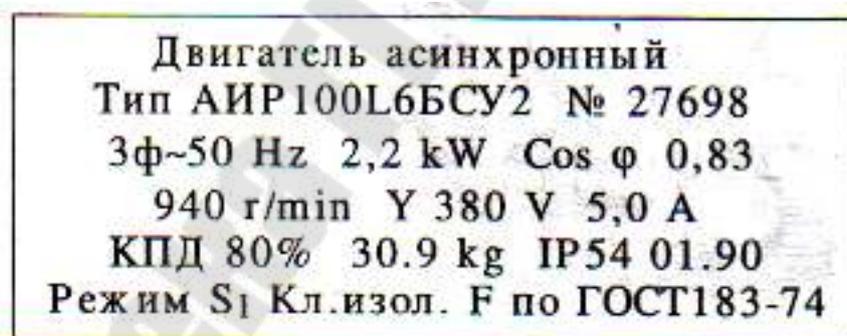


Рис. 3.1. Паспортная табличка асинхронного электродвигателя

Здесь:

- N27698 – заводской номер;
- 3ф-50 Hz – трехфазный источник частотой 50 Гц;
- 2,2 kW – мощность 2,2 кВт;
- cos φ 0,83 – коэффициент мощности;
- 940 r/min – частота 940 об/мин;

\* Наиболее часто применяемые классы изоляции.

- соединение статорных обмоток «звездой»;
- 380 V – линейное напряжение источника;
- 5,0 А – ток, потребляемый АД;
- КПД 80 % – коэффициент полезного действия 0,8;
- 30 kg – вес 30 кг;
- IP54 – исполнение закрытое;
- Режим S1 – режим работы продолжительный;
- Класс изоляции F – изоляция, допускающая нагрев до 155 °С;
- Тип АИР 100L 6У2 – асинхронный, интерэлектро. Россия, высота оси от опорной поверхности 100 (мм):
- L – условная длина станины двигателя;
- 6 – число полюсов статора двигателя;
- У2 – климатическое исполнение;

### 3.5. Нагрузочные режимы работы электродвигателя

*Режим S1.* Продолжительный режим работы. Двигатель успевает нагреться до установившейся температуры.

*Режим S2.* Кратковременный режим работы. Двигатель не успевает нагреться до установившейся температуры за время работы, а за время отключения (паузы)  $t_0$  успевает охладиться до температуры окружающей среды.

*Режим S3.* Кратковременный режим. За время работы  $t_p$  двигатель не успевает нагреться до установившейся температуры, а за время паузы  $t_0$ , когда он отключен, не успевает охладиться до температуры окружающей среды. Однако по происшествию нескольких циклов температура будет колебаться между наибольшим и наименьшим значением, которые далее остаются неизменными.

Основной характеристикой этого режима является относительная продолжительность включения, %:

$$ПВ = \frac{t_p}{t_p + t_0} \cdot 100 \% = \frac{t_p}{T_{ц}} \cdot 100 \%;$$

$$T_{ц} = t_p + t_0 - \text{продолжительность цикла.}$$

Существуют электрические двигатели с ПВ-15, 25, 40, 60.

### 3.6. Выбор электрического двигателя по исполнению

Электрические двигатели изготавливаются для следующих климатических условий:

У – для умеренного климата;

УХЛ – для районов с умеренным и холодным климатом;

Т – для районов с тропическим климатом;

М – для районов с умеренно-холодным морским климатом;

ОМ – для районов с умеренно-холодным и жарким морским климатом.

В зависимости от места установки электрические двигатели изготавливают для пяти категорий размещения:

1 – для эксплуатации;

2 – для использования под навесом;

3 – для работы в закрытых помещениях;

4 – для работы в помещениях с искусственным микроклиматом;

5 – для помещений с повышенной влажностью.

Для обозначения степени защиты применяются буквы IP и следующие за ним две цифры. Первая цифра означает степень защиты от соприкосновения с токоведущими и движущимися частями изделия и от попадания внутрь предметов и частиц.

Например:

0 – специальная защита отсутствует;

2 – защита от проникновения предметов длиной не более 80 мм и диаметром не более 12 мм;

4 – защита от твердых частиц диаметром более 1 мм;

5 – защита от проникновения пыли.

Степень защиты от проникновения воды определяется второй цифрой (от 0 до 8). Например,

0 – защита от воды отсутствует;

3 – защита от дождя;

4 – защита от брызг;

5 – защита от водяных струй;

7 – защита при погружении в воду при определенных условиях;

8 – электрический двигатель пригоден для длительной работы при погружении в воду при условии, установленном изготовителем.

*Пример для IP44:* электрический двигатель защищен от проникновения инструментов, проволоки и твердых частиц диаметром более 1 мм, защищен от водяных брызг любого направления.

По способу монтажа электрические двигатели изготавливают в следующих исполнениях:

IM10 – на лапах и с двумя подшипниковыми щитами;  
IM20 – на лапах и с флянцем на подшипниковом щите;  
IM30 – без лап и с флянцем на подшипниковом щите.

### 3.7. Выбор электродвигателей по частоте вращения

Частота вращения трехфазного асинхронного двигателя определяется количеством полюсов ( $p$ ) или синхронной частотой вращения ( $n_0$ ).

При выборе электрического двигателя по частоте вращения учитывают технические требования и экономические показатели. Вес и стоимость быстроходных электрических двигателей меньше, а КПД и коэффициент мощности выше, чем у тихоходных.

В большинстве случаев наиболее экономичны электрические двигатели с синхронной частотой вращения  $n_0 = 1500$  об./мин. Электрические двигатели с  $n_0 = 3000$  об./мин применяются для привода центробежных насосов, вентиляторов большого напора, дробилок кормов. В вентиляторах среднего напора применяются двигатели с  $n_0 = 1000$  об./мин.

Производственные машины с частотой вращения от 25 до 250 об./мин рекомендуется приводить в движение мотор-редукторами, в которых асинхронный трехфазный электрический двигатель конструктивно объединен с редуктором.

На рис. 3.2 изображены конструкции различных типов мотор-редукторов.

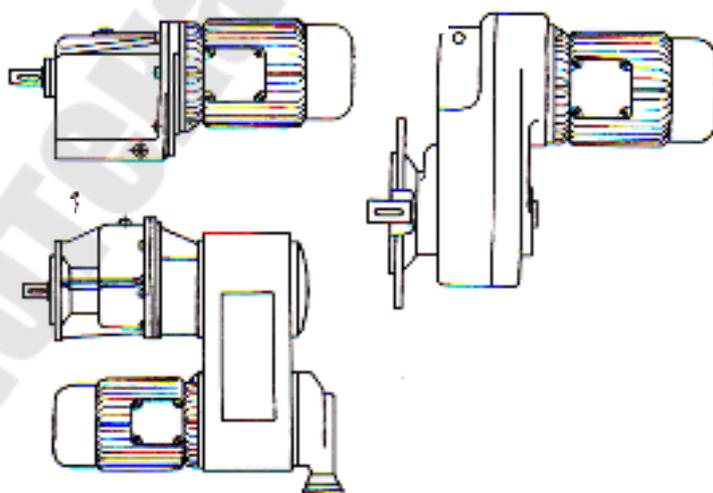


Рис. 3.2. Мотор-редукторы с трехфазными асинхронными электродвигателями

Мотор-редукторы, предназначенные для сельского хозяйства, способны работать в условиях агрессивной среды и запыленности.

### **3.8. Выбор мощности электрического двигателя для привода механизма**

Для определения мощности электрического двигателя наиболее простым является метод эквивалентного момента.

Если нагрузочная диаграмма двигателя задана зависимостью  $M(t)$  и момент двигателя принят пропорционально току ( $M = K I$ ), то эквивалентный момент можно определить как

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + \dots + M_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}.$$

Эквивалентная мощность электрического двигателя

$$P_{\text{экв}} = \frac{M_{\text{экв}} n}{9550}.$$

Выбранный по каталогу электрический двигатель, близкий по мощности к  $P_{\text{экв}}$ , проверяют на перегрузочную способность.

Подробности расчета мощности электрического двигателя можно прочесть в любом учебнике по электротехнике для вузов.

Правильный выбор мощности электрического двигателя обеспечивает при прочих равных условиях, минимальную стоимость электрооборудования и меньшие потери энергии при эксплуатации установки. Во всех случаях целесообразно выбирать двигатель, номинальный режим которого соответствует режиму работы производственного механизма.

### **3.9. Пускозащитная аппаратура и аппаратура управления электроприводами**

*Электрические аппараты ручного управления* предназначены для непосредственного управления электродвигателями и другими электрическими потребителями.

К ним относятся:

- рубильники;
- кнопки управления;
- пакетные выключатели и переключатели;
- командоконтроллеры и контроллеры.

Ознакомиться с конструкцией и работой этих аппаратов можно при проведении лабораторной работы.

*Электрические аппараты дистанционного управления* являются двухпозиционными коммутационными аппаратами с самовозвратом, замыкание (размыкание) которых происходит при подаче электрического сигнала в цепь катушки управления.

К аппаратам дистанционного управления относятся:

- контакторы;
- магнитные пускатели;
- реле.

*Электромагнитные контакторы* (рис. 3.3) предназначены для частого включения и отключения мощных электрических двигателей и других потребителей.

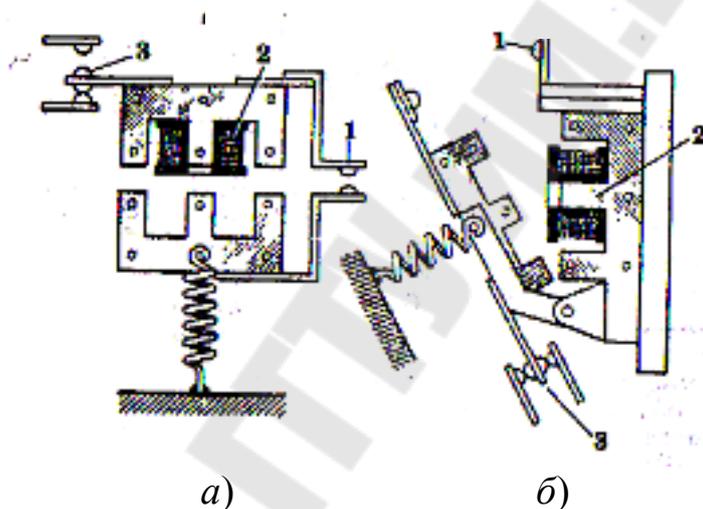


Рис. 3.3. Конструкция контактора: а – с прямоходовой подвижной магнитной системой; б – с поворотным якорем: 1 – главные силовые контакты; 2 – электромагнитный механизм; 3 – вспомогательные контакты

*Магнитные пускатели* – это коммутационный аппарат, который предназначен для управления и защиты электрического двигателя переменного тока. Для управления асинхронными электрическими двигателями небольшой мощности используются магнитные пускатели с прямоходовой системой (рис. 3.4).

*Электромагнитное реле* представляет аппарат, предназначенный для коммутации слаботочных цепей управления при помощи сигнала, подаваемого на его катушку. Выполняют разнообразные функции управления, контроля, защиты и блокировки в системах автоматизации.

Герконовые электрические магнитные реле состоят из герметизированной капсулы, наполненной инертным газом, внутри которой расположены контакты, изготовленные из железоникелевого сплава. Капсула с контактами помещается внутри обмотки. При протекании тока по обмотке контакты под воздействием магнитного потока замыкаются. При отключении тока магнитный поток исчезает, а контакты за счет сил упругости вернутся в разомкнутое состояние.

Герконовые реле обладают высоким быстродействием и износостойкостью и могут выдерживать несколько десятков миллионов срабатываний.

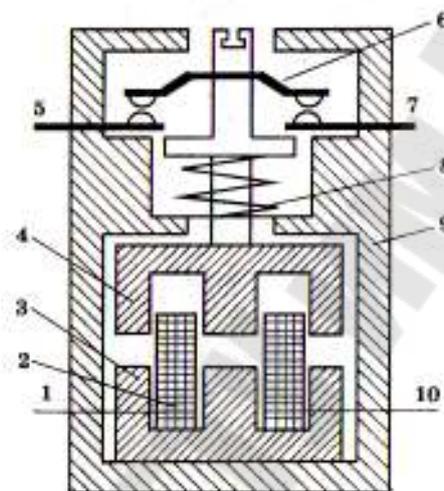


Рис. 3.4. Конструкция электромагнитного пускателя серии ПМЛ:  
 1, 10 – магнитопровод; 2 – обмотка управления;  
 3 – неподвижный магнитопровод; 4 – якорь подвижного;  
 5, 7 – неподвижные контакты; 6 – подвижные контакты; 8 – пружина

Реле времени по принципу действия бывают:

- электромагнитные;
- моторные;
- пневматические;
- электронные.

Контакты реле времени замыкаются (размыкаются) после включения (отключения) катушки управления не сразу, а спустя некоторое время.

Познакомиться с конструкцией реле можно, используя плакаты и действующие лабораторные установки.

### 3.10. Электрические аппараты защиты

Аппаратом защиты называется устройство, которое автоматически отключает защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах. К аппаратам защиты относятся:

- плавкие предохранители;
- автоматические выключатели;
- тепловые реле;
- токовые реле.

В *плавких предохранителях* отключение цепи происходит за счет расплавления плавкой вставки.

*Тепловые реле* применяются для защиты электрических двигателей и другого оборудования от длительных перегрузок. Термобиметаллическая пластина в реле, изгибаясь, действует на защелку, при этом происходит переключение контактов. Реле имеет кнопку самовозврата.

*Автоматический выключатель* (рис. 3.5) предназначен для коммутации цепей при аварийных режимах, а также нечастых (от 6 до 30 в сутки) оперативных включений и отключений электрических цепей. Таким образом, автоматические выключатели одновременно выполняют функции защиты и управления.

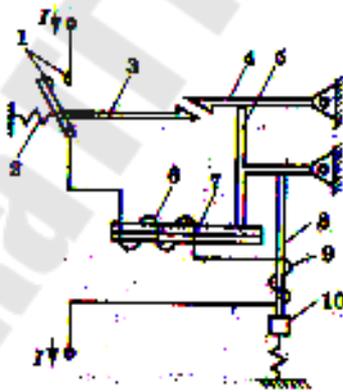


Рис. 3.5. Принципиальная схема автоматического выключателя:

- 1 – контакты; 2 – пружина; 3 – рычаг; 4 – защелка; 5 – рычаг;  
6 – нагревательный элемент; 7 – биметаллическая пластина;  
8 – толкатель; 9 – катушка; 10 – сердечник

Ток нагрузки  $I_n$  протекает через контакт 1 автоматического выключателя через нагреватель теплового реле 6, катушку 9 реле максимального тока. При коротком замыкании в защищаемой цепи ток резко возрастает и сердечник 10 втягивается в катушку 9 и толкатель

лем 8 воздействует на рычаг 5. Рычаг 5 приподнимает защелку 4, которая освобождает рычаг 3 и под действием пружины 2 контакт 1 выключателя размыкается.

При перегрузке цепи отключение происходит с выдержкой времени, обратной величине тока нагрузки. Когда ток в защищаемой цепи больше допустимого, но меньше тока короткого замыкания, происходит нагрев элемента 6 теплового реле, вызывающий нагрев и деформацию биметаллической пластины 7. В результате изгиба пластины 7 рычаг 5 освобождает защелку 4 и под действием пружины 2 контакт 1 размыкается.

### 3.11. Устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-1

Устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-1 предназначено для защиты асинхронных электродвигателей от перегрева обмоток. Часть электрических двигателей сельскохозяйственной модификации выпускается со встроенными в обмотки статора датчиками температуры. В качестве датчиков применяются полупроводниковые (п/п) резисторы СТ14-15 или СТ14-1А, проводимость которых скачкообразно уменьшается при температурах 105 и 130 °С соответственно. Резисторы встраиваются в лобовые части каждой обмотки статора и соединяются последовательно.

УВТЗ-1 работает в комплекте с магнитным пускателем. Принципиальная схема устройства приведена на рис. 3.6.

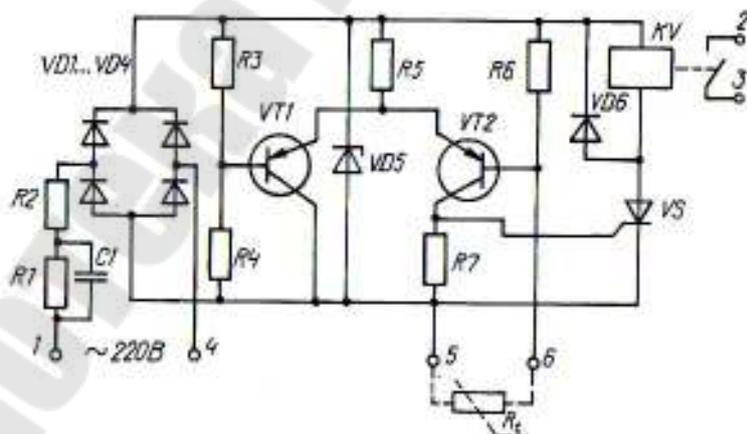


Рис. 3.6. Принципиальная электрическая схема УВТЗ-1

Схема УВТЗ работает следующим образом. При нагревании электродвигателя нагреваются п/п резисторы, уложенные в обмотку статора. Его сопротивление при этом увеличивается.

Если температура п/п резистора ниже критической (105 °С для СТ14Б и 135 °С для СТ14А), увеличение его сопротивления незначительно. Транзистор VT2 при этом открыт, VT1 – закрыт, а на управляющем электроде тиристора VS будет положительный потенциал относительно катода. Тиристор откроется, сработает реле KV, которое своим контактом включит магнитный пускатель электрического двигателя.

При увеличении температуры обмоток электрического двигателя выше допустимой сопротивление п/п резистора возрастает, в результате чего транзистор VT2 закроется, а VT1 – откроется. Закрытый транзистор VT2 отключит ток управления тиристора VS и он закроется. Катушка реле KV обесточится и контакты KV разорвут цепь катушки магнитного пускателя, который отключит электрический двигатель.

УВТЗ обеспечивает более эффективную защиту электрических двигателей от перегрузки, чем тепловые реле, которые являются устройствами косвенного действия, и их настройка не всегда соответствует истинной температуре обмоток электрического двигателя.

### **3.12. Преобразователи (датчики) в системах автоматического управления электроприводами**

*Преобразователем* (датчиком) называется устройство, предназначенное для преобразования информации, поступающей на его вход в виде некоторой физической величины в электрический сигнал, удобный для использования в последующих элементах автоматической системы.

Различают датчики:

- *параметрические*, преобразующие неэлектрические величины в параметр электрической цепи (сопротивление  $R$ , емкость  $C$ , индуктивность  $L$ );
- *генераторные*, непосредственно преобразующие неэлектрическую величину в электрический сигнал.

К параметрическим относятся:

- контактные;
- потенциометрические;
- тензодатчики;
- термосопротивления и др.

К генераторным относятся:

- термопары, индукционные, фотоэлементы.

Контактные датчики могут использоваться для регулирования уровня жидкости и сыпучих материалов, регулирования температуры (контактные термометры), контроля скорости в путевых конечных выключателях и т. д. На рис. 3.7 представлены некоторые конструкции контактных датчиков.

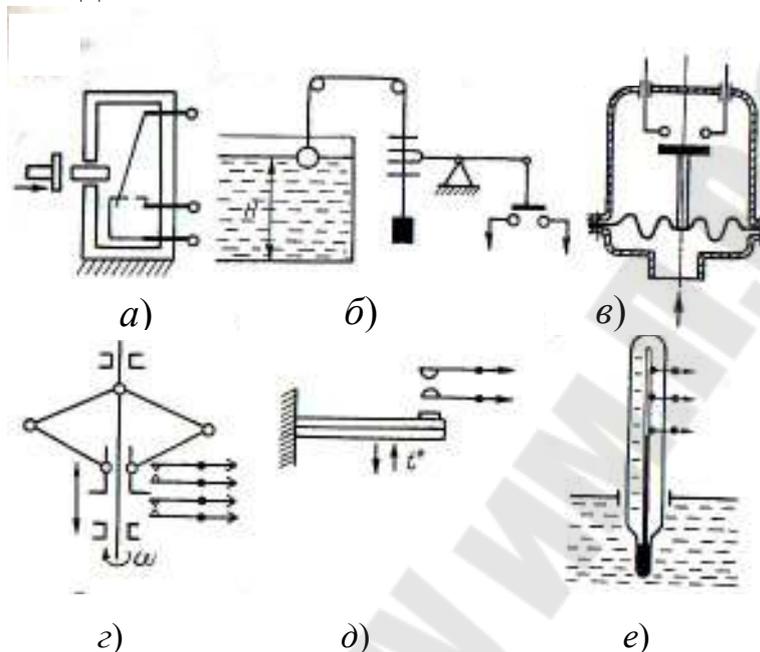


Рис. 3.7. Конструктивные схемы контактных датчиков:  
*a* – конечный путевой выключатель; *б* – поплавковый датчик; *в* – контактный;  
*г* – датчик частоты вращения; *д* – биметаллический термоконтакт;  
*е* – контактный термометр

*Термоэлектрические преобразователи* (термопары) относятся к генераторным датчикам. Действие термопары основано на возникновении термоэлектродвижущей силы на свободных концах спая двух различных металлов, при наличии разницы температур свободных и спаянных концов. Величина термоЭДС зависит от свойств металлов и сплавов, из которых изготовлена термопара и от разности температур. Термоэлектрические преобразователи позволяют измерять температуру до 1800 °С.

*Термопреобразователи сопротивления* используются для дистанционного измерения температуры. Принцип работы основан на свойствах материалов изменять идеальное сопротивление при изменении температуры. Пределы измеряемой температуры составляют 200 ÷ 600 °С.

*Манометрические термометры* используются для дистанционного измерения температуры. Принцип действия основан на зависи-

мости между температурой и давлением жидкости или газа при постоянном объеме.

Прибор состоит из термобаллона 6, соединенного капилляром 5 с вторичным прибором – манометром (рис. 3.8). Капилляр в манометре соединяется с трубчатой пружиной, которая скручивается или раскручивается в зависимости от давления жидкости или газа в системе манометра, зависящего от измеряемой температуры среды, куда помещен термобаллон. Пружина действует на механизм манометра и определяет его показание.

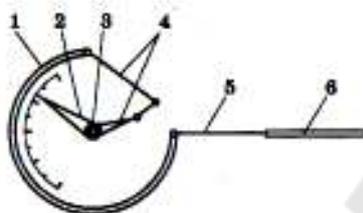


Рис. 3.8. Схема манометрического термометра: 1 – манометрическая пружина; 2 – стрелка; 3 – ось; 4 – поводок; 5 – капилляр; 6 – термобаллон

Манометрические термометры бывают самопишущие, сигнализирующие и показывающие. К показывающим относятся газовые манометры типа ТКЛ-100. Пределы измерения манометрических термометров  $50 \div 600$  °С, длина капилляра  $1,6 \div 40$  м.

*Терморезисторы* широко применяются в устройствах автоматики. Их встраивают в обмотки электрических двигателей, если используется устройства температурной защиты. Они являются датчиками в регуляторах температур.

*Датчики давления* (электроконтактные манометры) применяются для измерения давления в различных средах. Чувствительными элементами манометров являются плоские или гофрированные мембраны, мембранные коробки, сильфоны и различные манометрические пружины. В схемах автоматики используются электроконтактные манометры типов ЭКМ-1У, ЭКМ-2У, ВЭ-16Рб, пределы измерения которых составляют  $0,1 \div 160$  МПа.

*Датчики уровня* служат для контроля уровня жидкостей в резервуарах и подачи сигналов о регулировании этого уровня. Такие датчики бывают электронные, поплавковые и мембранные. На рис. 3.9 показаны устройство и принцип работы электродного датчика. Используется для контроля уровня электропроводных жидкостей. Он имеет короткий электрод 1 и два длинных 2 и 3, которые укреплены

в коробке зажимов. Короткий электрод является контактом верхнего уровня, а длинный – нижнего уровня. Датчики соединяются проводами со станцией управления двигателем насоса. Когда вода касается короткого электрода, это приводит к отключению пускателя насоса. Снижение уровня воды, когда он становится ниже длинного электрода, дает команду на включение насоса.

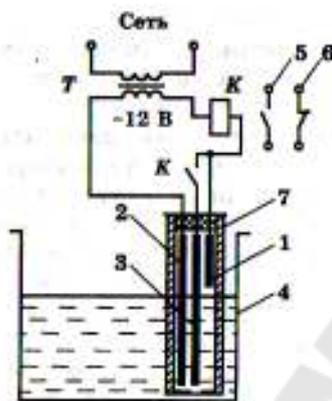


Рис. 3.9. Электродный датчик

*Мембранные датчики* уровня сыпучих материалов в бункерах крепятся в отверстиях стенки бункера. В них мембрана воздействует на контакты, замыкая или размыкая цепь управления загрузочными или разгрузочными устройствами.

*Датчики пути и положения* рабочих органов обеспечивают создание управляющих сигналов в зависимости от пройденного пути или положения рабочих органов управляемого объекта.

Электроконтактные датчики представляют собой конечные, путевые выключатели, микропереключатели. Выключатель, ограничивающий ход рабочего механизма, называется конечным выключателем. Путевые выключатели могут координировать работу нескольких приводов, производя их пуск, останов, изменяя скорость в зависимости от положения, которое занимает механизм рабочей машины.

Датчики устанавливают на неподвижных частях рабочих органов в определенном положении, а движущие рабочие органы, на которых укреплены кулачки, достигнув заданного положения, воздействуют на датчики, вызывая их срабатывание.

Выключатели бывают:

- нажимные;
- рычажные.

Выключатели, у которых срабатывание контактов зависит от скорости движения упора, называются выключателями простого действия, а те, у которых переключение не зависит от скорости движения упора, называются моментными.

Нажимные выключатели (рис. 3.10) выпускают в основном простого действия.

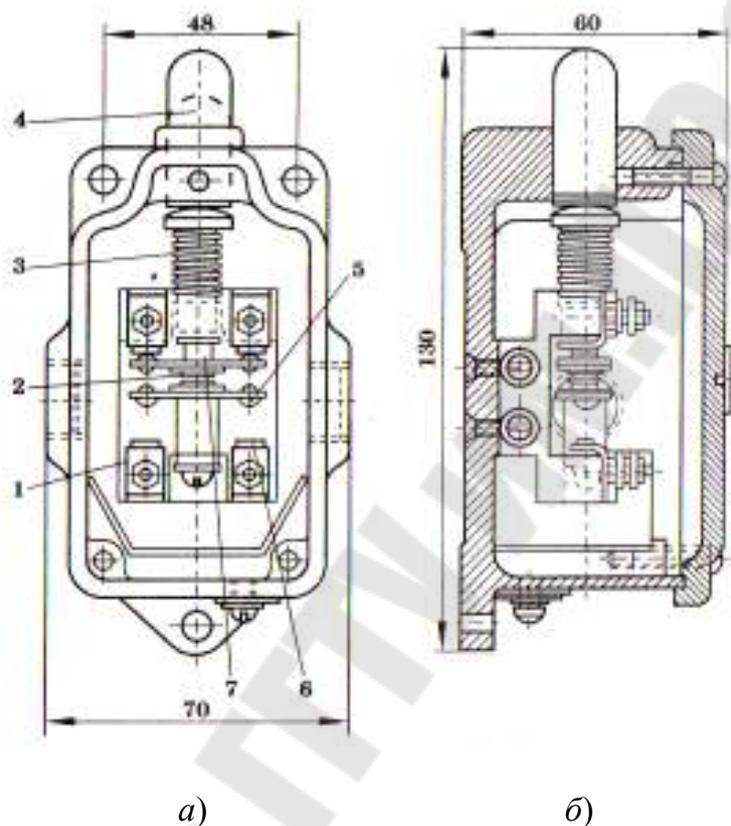


Рис. 3.10. Датчик пути нажимной

Выключатель состоит из основания 1, штока 4, опирающегося на сферическую поверхность втулки 7, неподвижных контактов 6, несущих мостики подвижных контактов. Для более надежного включения подвижные контакты 5 и неподвижные 6 поджимаются пружиной 2. При воздействии усилия шток 4 перемещается, и контактные мостики переключают, т. е. отключают размыкающие контакты и включают замыкающие.

Бесконтактные путевые выключатели щелевого типа получили широкое применение (рис. 3.11).

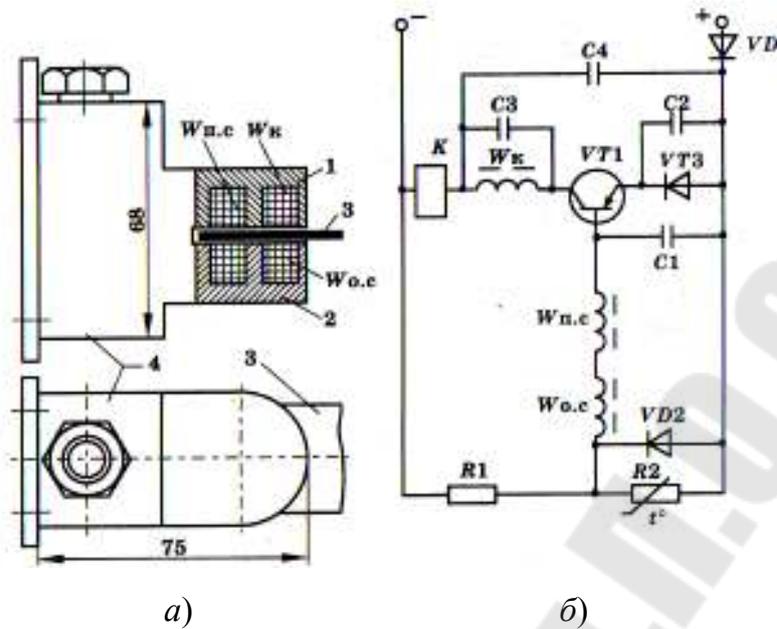


Рис. 3.11. Бесконтактный путевой переключатель БВК-24:  
*а* – общий вид; *б* – схема электрическая принципиальная датчика

В качестве переключающего элемента используется алюминиевый лепесток (пластинка 3 толщиной до 3 мм), который может перемещаться в щели (воздушном зазоре) магнитной системы датчика.

При введении лепестка в щель датчика срабатывает реле К.

**Бесконтактные электрические аппараты.** Существующим недостатком элементов электромагнитной аппаратуры, коммутирующие электрические цепи, является низкая надежность контактов. Коммутация больших значений тока связана с возникновением электрической дуги между контактами в момент размыкания, которая вызывает их нагрев, оплавление, и, как следствие, выход аппарата из строя.

Бесконтактные электрические аппараты лишены этих недостатков.

Бесконтактными электрическими аппаратами называются устройства, предназначенные для включения и отключения (коммутации) электрических цепей без физического разрыва самой цепи.

Бесконтактные реле основаны на использовании полупроводниковых приборов – тиристоров. Тиристор находится в открытом состоянии и после снятия управляющего сигнала УС (рис. 3.12). Чтобы отключить нагрузку от сети нужно закрыть тиристор. Для этого следует отключить анодное напряжение  $U_a$ .

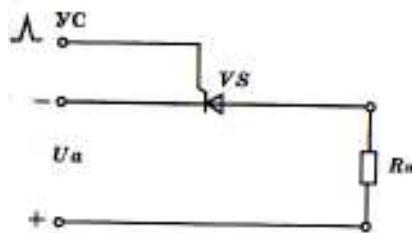


Рис. 3.12. Бесконтактное реле

Схема бесконтактного тиристорного контактора показана на рис. 3.13. Для включения контактора и подачи напряжения на нагрузку должны замкнуться контакты К в цепи управления тиристоров VS1 и VS2. Если в этот момент на зажиме 1 положительный потенциал, то на управляющий электрод тиристора VS1 будет подано положительное напряжение через резистор R1 и диод VD1. Тиристор VS1 откроется, и через нагрузку  $R_n$  пойдет ток. При смене полярности напряжения сети откроется тиристор VS2. Нагрузка будет подключена к сети переменного тока. При отключении контактами К размыкаются цепи управляющих электродов, тиристоры закрываются и нагрузка отключается от сети.

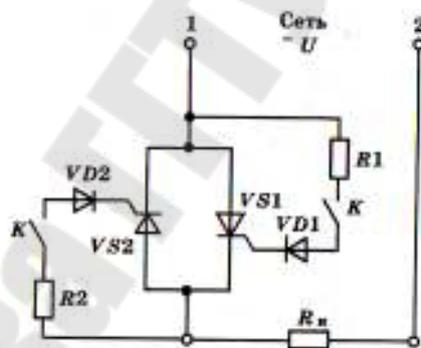


Рис. 3.13. Бесконтактный контактор на тиристорах

Для включения, выключения и реверсирования асинхронных электрических двигателей разработаны трехфазные тиристорные пускатели серии ПТ.

Реверсивные тиристорные пускатели серии ПТК защищают электрические двигатели от коротких замыканий, перегрузки, обрыва фаз. Они изготавливаются на напряжение 380 В и ток 16 и 40 А.

### 3.13. Электрооборудование линии приготовления сочных кормов

Технологическая схема линии представлена на рис. 3.14.

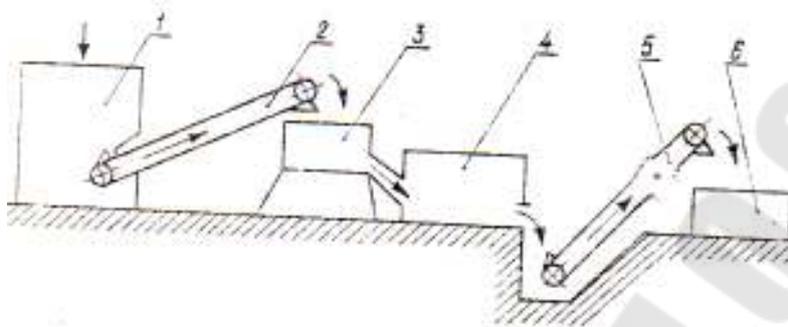


Рис. 3.14. Технологическая схема линии приготовления сочных кормов

Из склада 1 кормоклубнеплоды транспортёром 2 подаются в моечную машину 3, откуда они поступают самотеком в измельчитель корма 4. Далее корма ссыпаются на разгрузочный транспортёр 5, который подает готовый продукт в бункер 6.

Электрическая схема (рис. 3.15) обеспечивает автоматизацию работы этой линии.

Схему подключают к питающей сети только после проверки готовности и исправности всех ее элементов. Кнопкой СП замыкают цепь пускателя К1, который одновременно включает электродвигатель разгрузочного транспортёра 5 и катушку реле времени КВ1. Замыкающий контакт этого реле замыкает цепь катушки пускателя К2, который своими контактами включает электродвигатель измельчителя кормов 4 и одновременно замыкает цепь катушки реле времени КВ2. После заданной выдержки времени реле срабатывает, и его контакты включают катушку пускателя К3.

Пускатель К3 включает электродвигатель моечной машины и подает питание на катушку реле времени КВ3. Замыкающие контакты этого реле после заданной выдержки времени включают пускатель К4, который включает электродвигатель загрузочного транспортёра 2. Все звенья линии находятся в работе, принимая исходный и выдавая переработанный продукт.

Электрическая схема включает два датчика уровня SK1 и SK2. Датчик SK1 срабатывает при полной загрузке распределительного бункера готовым продуктом. При этом отключается вся цепь управления и работа линии прекращается. Датчик SK2 срабатывает при за-

грузке бункера на 70–80 % его емкости продуктом. При этом загорается сигнальная лампочка, извещающая о скором заполнении бункера.

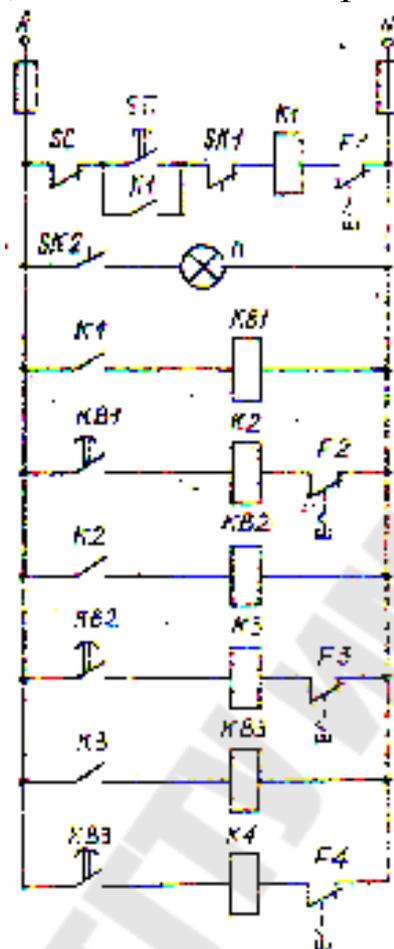


Рис. 3.15. Электрическая схема линии приготовления сочных кормов

В любое время линию можно отключить кнопкой SC.

### 3.14. Электрооборудование мобильного бункерного кормораздатчика КЭС-1,7

Кормораздатчик КЭС-1,7 предназначен для раздачи в кормушки, расположенные в два ряда (по обе стороны кормораздатчика), сухих, гранулированных, полужидких кормов; измельченных корнеклубнеплодов и зеленой массы. Конструктивно он выполнен в виде двухосной тележки, перемещающейся по направляющим над рядами кормушек. На тележке смонтирован бункер со шнеками в выгрузных окнах. Приводы механизмов передвижения и раздаточных шнеков выполнены независимыми друг от друга.

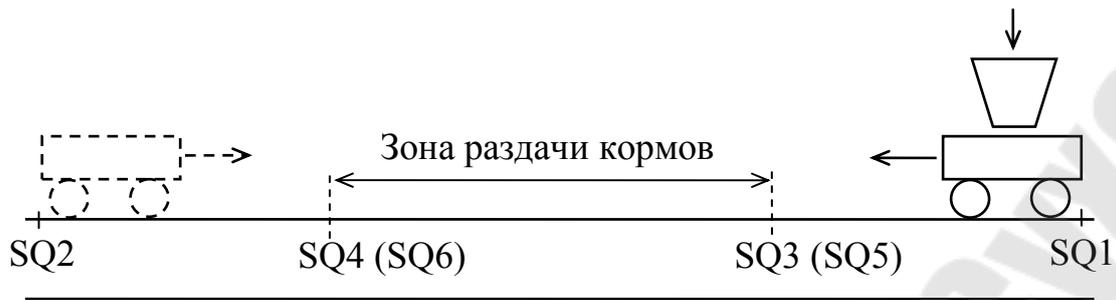


Рис. 3.16. Технологическая схема кормораздатчика

На раме тележки установлены три электропривода: один с двигателем мощностью 0,75 кВт служит для передвижения кормораздатчика, два других мощностью по 2,2 кВт предназначены для привода шнеков.

На рис. 3.16 показана технологическая схема работы кормораздатчиков. Принципиальная электрическая схема управления кормораздатчика КЭС-1,7 изображена на рис. 3.17.

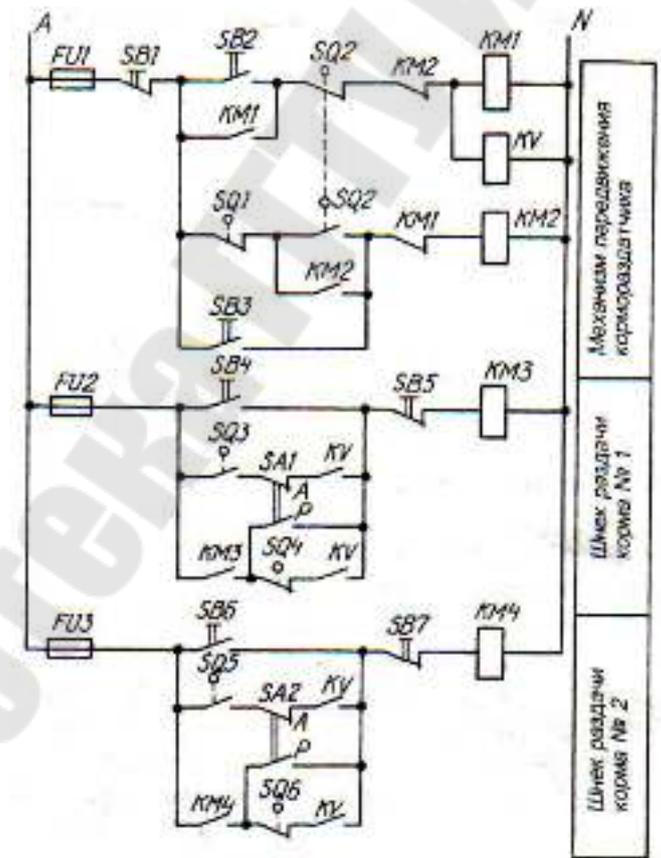


Рис. 3.17. Принципиальная электрическая схема управления кормораздатчиком КЭС-1,7

Цепи управления электрическими двигателями защищены предохранителями FU1, FU2 и FU3.

Кормораздатчик может работать в автоматическом режиме, если переключатели SA1 и SA2 находятся в позиции А, и в режиме ручного управления, если эти переключатели находятся в позиции Р.

При работе кормораздатчика в автоматическом режиме его включение производится кнопкой SB2. Получает питание пускатель KM1. Контакт кнопки SB2 блокируется контактом, замыкающим KM1. Контакты пускателя KM1 включают электрический двигатель механизма передвижения.

При подходе кормораздатчика к началу зоны раздачи кормов путевые выключатели SQ3 (SQ5) замыкают цепи катушек пускателей KM3 (KM4), которые включают двигатели раздаточных шнеков. В конце зоны раздачи кормов срабатывают путевые переключатели SQ4 (SQ6) и прекращают работу шнеков. Возврат кормораздатчика осуществляется конечным выключателем SQ2, отключающим пускатель KM1 и включающий пускатель KM2, контакты которого подключают двигатель механизма перемещения к тому же источнику, но с другим чередованием фаз. Происходит реверсирование этого электрического двигателя. Кормораздатчик движется в обратном направлении. При этом приводные двигатели шнеков не включатся в зоне раздачи кормов, т. к. контакты реле KV, включенные в цепь пускателем KM3 (KM4), разомкнуты. Реле KV отключается одновременно с KM1.

Останов кормораздатчика осуществляется конечным выключателем SQ1 под загрузочным бункером.

При ручном управлении кормораздатчики производят наладочные, испытательные работы.

### **3.15. Электрооборудование скрепковой установки возвратно-поступательного действия ТСН-160**

ТСН-160 применяются для удаления навоза, транспортировки его к навозоприемникам и одновременной погрузки в транспортные средства.

Электропривод навозоуборочных транспортеров работает в тяжелых условиях – повышенная влажность и содержание агрессивных газов, пуск при полной нагрузке, большие колебания температуры и т. д.

Рекомендуется применять электрические двигатели со встроенными терморезисторами, что позволяет обеспечить эффективную защиту от перегрузок при помощи устройства типа УВТЗ (см. стр. 56). Пускозащитную аппаратуру необходимо монтировать в закрытых

шкафах, ящиках, корпусах; кнопки управления должны иметь герметичные химостойкие оболочки.

Промышленность выпускает комплектные устройства управления типа ЯАА, предназначенные для автоматического управления электрическими двигателями навозоуборочных транспортеров. На рис. 3.18 приведена принципиальная электрическая схема комплектного устройства ЯАА5910, предназначенная для управления транспортером ТСН-160.

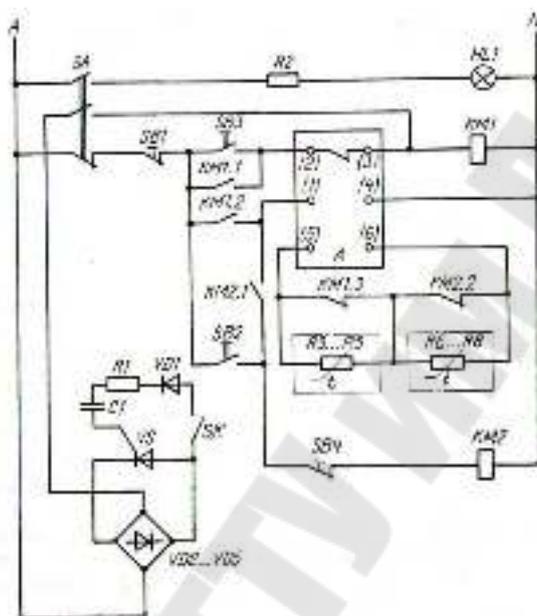


Рис. 3.18. Электрическая схема управления навозоуборочным транспортером ТСН-160

Дистанционное управление электрическими двигателями осуществляется кнопочными постами SB1 ÷ SB4. Кнопкой SB3 включается катушка пускателя KM1, контакты которого включают электрический двигатель наклонного транспортера, подготавливает цепь катушки пускателя KM2 и подает питание на устройство защиты (УВТЗ-1М). Кнопкой SB2 подается питание на катушку пускателя KM2, который включает электрический двигатель горизонтального транспортера.

В схеме предусмотрено включение на зимний период блока защиты УЗП-1 от примерзания скрепков наклонного транспортера. Блок подключается переключателем SA. При значительном понижении температуры воздуха термоконтакт SK разомкнут, тиристор VS закрыт и включение катушки магнитного пускателя KM1 невозможно. Технологические линии навозоудаления на крупных фермах и комплексах представляют собой поточно-транспортные системы с механизмами циклического действия.

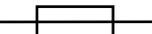
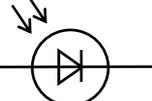
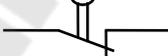
## Литература

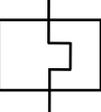
1. Тракторы и сельскохозяйственные машины / Л. А. Гуревич [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1986.
2. Электрооборудование автомобилей / Н. М. Ильин [и др.]. – Москва : Транспорт, 1982.
3. Дмитриев, М. Н. Практикум по электрооборудованию тракторов, автомобилей и комбайнов / М. Н. Дмитриев. – Москва : Агропромиздат, 1988.
4. Дайнеко, В. А. / Применение электрической энергии в сельском хозяйстве / В. А. Дайнеко. – Минск : Ураджай, 2001.
5. Электропривод и электрооборудование сельскохозяйственных машин / А. П. Коломиец [и др.]. – Москва : Колос, 2006.
6. Набоких, В. А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов / В. А. Набоких. – Москва : АСАДЕМА, 2004.
7. Электрооборудование животноводческих ферм и комплексов / А. В. Сорокин [и др.]. – Москва : Агропромиздат, 1982.

## Приложение

Таблица П.1.1

### Условные графические обозначения

Обозначение	Наименование
	Электрическая машина
	Обмотка электрической машины
	Плавкий предохранитель
	Резистор
	Терморезистор
	Конденсатор
	Фотодиод
	Катушка электромеханического устройства
	Контакт замыкающий
	Контакт размыкающий
	Контакт, замыкающий с замедлением при срабатывании
	Контакт, замыкающий с замедлением при возврате
	Контакт, размыкающий с замедлением при срабатывании
	Контакт, размыкающий с замедлением при возврате
	Контакт электротеплового реле

Обозначение	Наименование
	Выключатель кнопочный нажимной с замыкающим контактом
	Выключатель кнопочный нажимной с размыкающим контактом
	Выключатель путевой (конечный) с замыкающим контактом
	Выключатель путевой (конечный) с размыкающим контактом
	Выключатель трехполюсный
	Выключатель автоматический
	Нагревательный элемент электротеплового реле

## Содержание

<b>Часть 1</b> .....	3
<b>Глава 1. Электрооборудование комбайна самоходного кормоуборочного КСК-100А</b> .....	3
1.1. Аккумуляторная батарея .....	3
1.2. Генератор .....	4
1.3. Электронный регулятор напряжения .....	5
1.4. Система пуска .....	8
1.5. Система освещения и световой сигнализации .....	9
1.6. Система электрооборудования крыши кабины .....	11
1.7. Система звукового сигнала .....	11
1.8. Система контрольно-измерительных приборов .....	12
1.9. Система дополнительного электрооборудования .....	16
1.10. Система зажигания .....	17
<b>Глава 2. Электрооборудование универсального энергетического средства «Полесье-250»</b> .....	19
2.1. Назначение и общая характеристика УЭС-250 «Полесье» .....	20
2.2. Система электроснабжения .....	23
2.3. Система электрозапуска .....	33
4. Система контрольно-измерительных приборов .....	37
5. Система освещения и сигнализации .....	39
2.6. Система дополнительного электрооборудования .....	42
<b>Часть 2</b> .....	46
<b>Глава 3. Электрооборудование сельскохозяйственных машин</b> ...	46
3.1. Электрический привод .....	46
3.2. Электрические двигатели .....	47
3.3. Тепловой режим электродвигателя .....	47
3.4. Паспортные данные электрического двигателя .....	48
3.5. Нагрузочные режимы работы электродвигателя .....	49
3.6. Выбор электрического двигателя по исполнению .....	50
3.7. Выбор электродвигателей по частоте вращения .....	51
3.8. Выбор мощности электрического двигателя для привода механизма .....	52
3.9. Пускозащитная аппаратура и аппаратура управления электроприводами .....	52
3.10. Электрические аппараты защиты .....	55
3.11. Устройство встроенной температурной защиты УВТЗ-1 .....	56
3.12. Преобразователи (датчики) в системах автоматического управления электроприводами .....	57

3.13. Электрооборудование линии приготовления сочных кормов.....	64
3.14. Электрооборудование мобильного бункерного кормораздатчика КЭС-1,7 .....	65
3.15. Электрооборудование скрепковой установки возвратно-поступательного действия ТСН-160.....	67
<b>Литература</b> .....	70
<b>Приложение</b> .....	69

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

**Вершинин Андрей Николаевич**  
**Лисивненко Борис Федорович**  
**Грачев Станислав Анатольевич**

# **ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАШИН**

**Пособие**

**по одноименному курсу для студентов  
специальности 1-36 12 01 «Проектирование  
и производство сельскохозяйственной техники»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

Редактор *Н. Г. Мансурова*  
Компьютерная верстка *Е. В. Темная*

Подписано в печать 03.08.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 4,42. Уч.-изд. л. 4,56.

Изд. № 124.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Издательский центр учреждения образования  
«Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого».  
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.