

СИСТЕМА АВТОМАТИКИ ДРОБИЛКИ ДБ-5

1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ДРОБИЛКИ И ЕЁ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Дробилка ДБ-5 (рис. 1) предназначена для измельчения фуражного зерна для различных видов и возрастных групп животных и птиц. Дробилка состоит из загрузочного и выгрузочного шнеков, дробильного агрегата и шкафа управления.

Подлежащее измельчению зерно шнеком 8 загружается в бункер 9, где его уровень автоматически поддерживается двумя датчиками уровня (верхний отключает загрузочный шнек, а нижний включает его). Подачу зерна на измельчение регулируют заслонкой 10 и осуществляют за один неполный оборот ротора 12. Открытие заслонки регулирует автоматический регулятор загрузки (АРЗ). При увеличении нагрузки заслонка прикрывается и подача зерна уменьшается.

Если зерно не поступает в дробильную камеру, то автоматически включается звуковой сигнал при помощи конечного выключателя, установленного на крышке электропривода заслонки.

В дробильной камере зерно измельчается ударами молотков о деку, а также ударами зерна друг о друга и о другую деку.

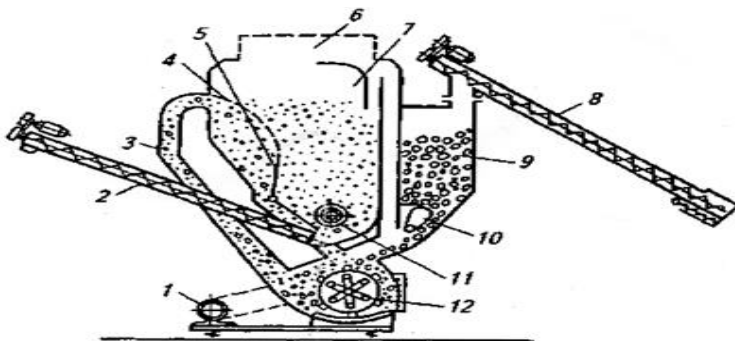


Рис. 1. Функциональная схема дробилки ДБ-5

Далее продукт дробления по кормопроводу 3 воздушным потоком перемещается в разделительную камеру 7. Достаточно измельчённое

зерно, прошедшее решетчатый сепаратор 4, представляет собой готовый продукт и выгружается при помощи ворошилки 11 и выгрузного шнека 2. Оставшаяся часть возвращается в дробильную камеру, причем количество продукта устанавливает оператор с помощью регулирующей заслонки 5 (в крайнем правом положении заслонки весь материал идет на выгрузку без деления на фракции). Одна часть запыленного воздуха возвращается в дробильную камеру, а другая часть, пройдя фильтр 6, выбрасывается в атмосферу.

В системе автоматики дробилки использованы следующие основные элементы: автоматический регулятор загрузки (АРЗ), магнитные пускатели (КМ), электромагнитная муфта (YA), реле времени (КТ), реле напряжения (KV), путевые выключатели (SQ).

Автоматический регулятор загрузки представляет собой электронный блок. Он поддерживает такое положение заслонки, при котором количество поступающего на измельчение зерна обеспечивает непрерывный процесс измельчения при номинальной загрузке электродвигателя и предотвращает завал дробилки зерном или перегрузку электродвигателя.

Контролируемым параметром здесь является ток электродвигателя дробильного аппарата, значение которого зависит от количества подаваемого зерна в дробилку и который контролируется регулятором загрузки. Положение заслонки, которая имеет отдельный электропривод, определяет загрузку дробилки. Заданное значение тока регулирования соответствует номинальному току электродвигателя дробильного аппарата (значение тока соответствует паспортным данным двигателя).

Когда значение регулируемого тока превышает заданное на 14...20 %, регулятор загрузки, действуя на электродвигатель, заставляет его вращаться в сторону, соответствующую опусканию заслонки, чем уменьшает подачу зерна и, соответственно, контролируемый ток.

Когда значение регулируемого тока меньше заданного на 14...20 %, регулятор загрузки, действуя на электродвигатель, заставляет его вращаться в сторону, соответствующую открытию заслонки, чем увеличивает подачу зерна и, соответственно, контролируемый ток.

При значительном превышении регулируемого тока регулятор загрузки, действуя на заслонку, перекрывает поступление зерна в дробилку.

Магнитный пускатель (рис. 2) предназначен для автоматического или дистанционного управления электродвигателями и другими электроприёмниками. Пускатель имеет две основные части – неподвижную и подвижную. Неподвижная часть представляет собой пластмассовое основание 4, на котором укреплены Ш-образный магнитопровод 3, силовые и вспомогательные контакты 5. Магнитопровод набран из большого количества изолированных друг от друга (для уменьшения потерь от вихревых токов) листов электротехнической стали толщиной 0,3...0,5 мм. На среднюю часть магнитопровода надета катушка 2, рассчитанная на сетевое напряжение (фазное или линейное). Подвижная часть представляет собой пластмассовое основание 7, на котором укреплены Ш-образный магнитопровод 1 и мостиковые контакты 6.

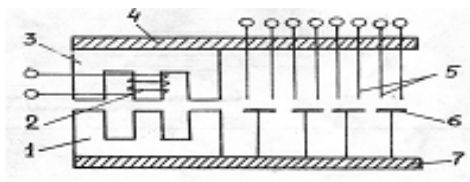


Рис. 2. Электрическая схема магнитного пускателя

При протекании через катушку пускателя электрического тока намагничивается магнитопровод 3 неподвижной части и притягивает к себе магнитопровод 1 подвижной части. В результате замыкаются силовые (главные) и блокировочные (вспомогательные) контакты.

Управление магнитным пускателем осуществляется при помощи кнопочной станции или контактами других аппаратов в автоматическом режиме.

Кнопочная станция может иметь две или три кнопки «Пуск вперед», «Стоп» и «Пуск назад». Применение той или иной кнопочной станции зависит от конкретных условий: используется реверсивный или нереверсивный электродвигатель.

Электромагнит представляет собой цилиндрический сердечник, выполненный из ферромагнитного материала (электротехнической стали), на который надета катушка. Внутри сердечника находится подвижный якорь. При протекании тока по катушке возникает

магнитный поток, создаваемый током катушки и сердечником, и якорь перемещается под его действием. Электромагнит преобразует энергию электрического тока в поступательное движение якоря.

Реле времени предназначено для автоматического включения и выключения потребителей электрического тока по независимым временным программам. Реле имеет синхронный электродвигатель, передаточный механизм, контакты и устройство для задания программы времени.

Реле напряжения переменного тока в данной системе автоматики управляет работой, включает и выключает магнитный пускатель и электромагнит. Реле имеет катушку и контакты, катушка расположена на сердечнике, который служит магнитопроводом. На электрических схемах графически изображаются только катушка и контакты.

Реле работает следующим образом. При протекании управляющего электрического тока по катушке в сердечнике возникает магнитный поток, который вызывает притягивающую электромагнитную силу, в результате чего реле срабатывает и это вызывает замыкание контактов (т.е. включение управляемой цепи).

Путевой выключатель имеет переключающий рычаг с роликом и контакты, связанные с рычагом. При отклонении ролика рычаг действует на контакты и замыкает их.

2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

На принципиальной схеме системы автоматики дробилки ДБ-5 (рис. 3) все элементы изображены в соответствии с условными обозначениями во взаимосвязи между собой.

Изображение элементов соответствует выключенному (обесточенному) состоянию всех цепей схемы и отсутствию внешних воздействий. Каждому элементу принципиальной схемы присвоено буквенно-цифровое позиционное обозначение. Буквенное обозначение представляет собой сокращённое наименование элемента, а цифровое в порядке возрастания и в определенной последовательности условно показывает нумерацию элемента, считая слева направо или сверху вниз.

электродвигателей шнека выгрузки, затем дробилки и шнека загрузки. Отключение происходит в обратной последовательности.

Включаем трехфазный переключатель SA1 и автоматические выключатели QF1 и QF2. Напряжение поступает в цепь управления, о чем сигнализирует лампочка HL. При включении автомата QF1 его одноименный независимый контакт замыкается и подготавливает к включению двигатель дробилки M2.

Рабочий режим. Для включения выгрузного шнека нажимаем кнопку SB2 и запитываем катушку магнитного пускателя KM1, в результате чего его силовой контакт KM1:1 замыкается и запускается электродвигатель M1, который приводит в действие выгрузной шнек. Вспомогательный контакт KM1:2 при этом замыкается, ставя катушку магнитного пускателя KM1 на самоподпитку, а контакт KM1:3, замыкаясь, подготавливает к включению дробилку.

Для обеспечения облегченного пуска электродвигателя дробилки электросхемой предусмотрено переключение обмоток статора со «звезды» на «треугольник». Переключение происходит автоматически. Двигатель дробилки M2 включится в том случае, если закрыт защитный кожух и замкнут контакт конечного выключателя SQ1. Для его включения нажимаем кнопку SB4, в результате чего запитывается катушка реле времени КТ и катушка магнитного пускателя KM2. Контакт реле времени КТ3 замыкается, ставя катушку реле на самоподпитку, а силовой контакт магнитного пускателя KM2:1 замыкается и запускает электродвигатель дробилки M2 по схеме «звезда». Через 10 с реле времени КТ пере замыкает свои контакты (контакт КТ1 размыкается, а контакт КТ2 замыкается), обесточивая таким образом катушку магнитного пускателя KM2 и запитывая катушку магнитного пускателя KM3. В результате силовой контакт магнитного пускателя KM3:1 замыкается и электродвигатель дробилки M2 включается по схеме «треугольник».

Размыкающие контакты KM3:2 и KM2:2 используются как дополнительная защита электродвигателя дробилки от возможного замыкания в случае пригорания контактов реле времени.

Электродвигатель загрузочного шнека работает в повторно-кратковременном режиме. Загрузочный шнек пускают, нажимая кнопку SB6 при незаполненном бункере дробилки. В результате чего запитываются катушки магнитного пускателя KM4 и промежуточного реле KV1. Силовые контакты магнитного пускателя KM4:1

замыкаются, запускается электродвигатель загрузочного шнека МЗ, и зерно поступает в приемный бункер. Контакт промежуточного реле КV1 замыкается, ставя на самоподпитку магнитный пускатель КМ4 и обеспечивая его повторное автоматическое включение.

При поступлении зерна в бункер сначала срабатывает мембранный датчик нижнего уровня SL2, а затем и верхнего уровня SL1. При замыкании датчика SL1 цепь управления симистора VS шунтируется. На управляющий электрод приходит нулевой сигнал, симистор закрывается, а катушка магнитного пускателя КМ4 обесточивается. Электродвигатель загрузочного шнека отключается. Повторный пуск шнека происходит автоматически после опорожнения бункера и размыкания контактов датчиков верхнего SL1 и нижнего SL2 уровней. В этом случае на симистор VS поступает единичный сигнал, симистор открывается и запитывает катушку магнитного пускателя КМ4. Замыкаются его силовые контакты КМ4:1, и запитывается электродвигатель МЗ.

Для запуска в работу автоматического регулятора загрузки АРЗ включаем переключатель SA3. Контакт АРЗ замыкается, напряжение подается на электромагнитную муфту YС, связанную с реверсивным электродвигателем М4. АРЗ получает сигнал с трансформатора тока ТА, установленного на одной из фаз в силовой цепи электродвигателя М2. Ток нагрузки электродвигателя дробилки контролируется амперметром РА. Подача зерна регулируется автоматически, в зависимости от силы тока, потребляемого двигателем дробилки. При увеличении нагрузки (а следовательно, и силы тока) АРЗ подает команду на двигатель М4, который прикрывает заслонку, или, наоборот, при снижении силы тока (а следовательно, и нагрузки) АРЗ подает команду на двигатель М4 для открытия заслонки.

При значительных перегрузках двигателя и перерывах в электропитании АРЗ запитывает катушку промежуточного реле КV2, контакт которого КV2 замыкается и обесточивает электромагнитную муфту YС, соединяющую заслонку с электродвигателем М4. При этом заслонка под действием пружины закрывается и перекрывает подачу зерна в дробильную камеру.

При значительном снижении нагрузки заслонка полностью открывается, при этом замыкается контакт конечного выключателя SQ2 и включается звонок НА (при включенном переключателе SA4). Отключается оборудование в обратном порядке.

Защита электродвигателей от перегрузок осуществляется тепловыми реле КК1 и КК2 с одноименными контактами.

Защита силовых цепей и цепей управления от токов короткого замыкания осуществляется автоматическими выключателями QF1 и QF2, а также предохранителями FU1 и FU2.

3. РАБОТА РЕГУЛЯТОРА ЗАГРУЗКИ

Регулятор загрузки (рис. 4) работает следующим образом. При помощи трансформатора тока ТА2, выпрямительного моста VD 24, и конденсатора фильтра С4 контролируемый ток двигателя дробилки преобразуется в выпрямленное напряжение, которое сравнивается со стабилизированным напряжением постоянного тока, снимаемым с потенциометра R9.

Алгебраическая сумма измеряемого и опорного напряжения при помощи резисторов R14 и R15 складывается с напряжением смещения, снимаемым с потенциометра R5. Напряжение смещения устанавливается такого значения, чтобы порог срабатывания транзисторов VT1 и VT2 был выше этого напряжения на зону нечувствительности регулятора. К потенциометру R5 и резисторам R6, R14 подключены контуры R16, С6 и R17, С7, а к потенциометру R13 и резисторам R6, R15 подключены RC-контуры R42, С17 и R43, С18. Параллельный RC-контур R28, R29, С10 непосредственно подключен опорным диодом VD1 к стабилизированному источнику питания.

Параллельно источнику измеряемого напряжения, образованному ТА2, VD 24 и С4, подсоединены потенциометр R13 и резистор R12. К потенциометру R13 подключен контур R30, С11, установленный в цепи эмиттера транзистора VT4. При включении регулятора загрузки в сеть через конденсатор С10 эмиттер-базу транзистора VT3 и резисторы R34 и R55 проходит зарядный импульс, под действием которого отпирается открывающий тиристор триггера VS2. Конденсатор С10 через разделительный диод VD9 подключается к открытому тиристорному VS2 и поддерживается в заряженном состоянии до тех пор, пока тиристор VS2 открыт. Тиристор VS2 через резистор R41 включает симистор VD11, который через резистор R31 и диоды VD8 и VD15 обеспечивает динамическое торможение двигателя исполнительного механизма.

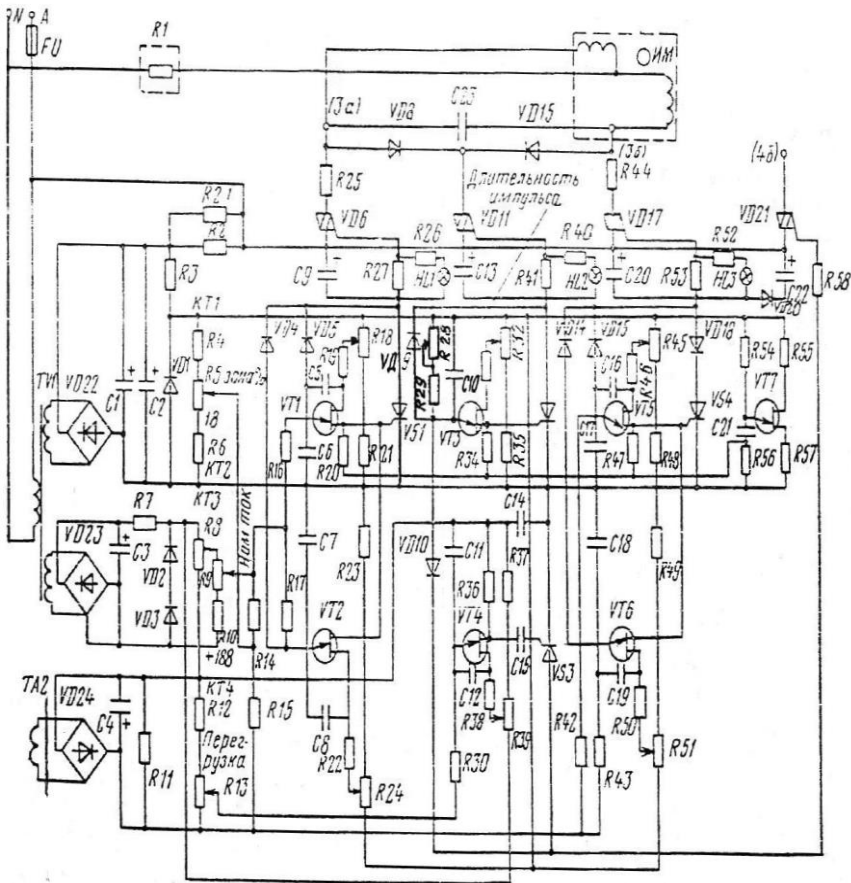


Рис. 4. Принципиальная схема автоматического регулятора загрузки дробилки

Если стабилизируемый ток намного ниже заданного значения, суммарное напряжение на потенциометре R5 и резисторе R14 превысит напряжение отпирания транзисторов VT1, VT2. Если стабилизируемый ток ниже заданного значения до 14...20% от номинального тока, суммарное напряжение на потенциометре R5 и

резисторе R14 превысит напряжение отпирания транзистора VT1. Под действием этого напряжения через резистор R16 заряжается конденсатор C6. Как только напряжение на конденсаторе превысит порог срабатывания VT1, конденсатор C6 разряжается через транзистор VT1 на резисторы R20, R55 и управляющий электрод-катод тиристора VS1. Затем отпирается тиристор VS1, который через резистор R27 открывает симистор VD6. Электродвигатель начинает вращаться в сторону, соответствующую подъему заслонки. Контролируемый ток увеличивается. Одновременно за счет общего резистора R12 и конденсаторов C9 и C13 закрывается тиристор VS2. Через разделительные диоды VD4 и VD5 конденсаторы C6 и C7 разряжаются на открытый тиристор.

По истечении времени, определяемого постоянной времени RC-контура R28, R29, C10, конденсатор C10 разрядится до напряжения отпирания транзистора VT3. Последний отпирается, вызывая открытие тиристора VS2, а за счет общего резистора R2 и конденсаторов C9 и C13 — закрытие тиристора VS1 и симистора VD6. При этом электродвигатель останавливается. Процесс периодического включения электродвигателя повторяется до тех пор, пока напряжение на потенциометре R4 и резисторе R14 не снизится ниже порога срабатывания транзистора VT1. Порог срабатывания транзистора VT2 устанавливается на 14...20% выше, чем порог VT1, а постоянная времени контура R17, C7 примерно на порядок меньше постоянной времени контура R16, C6. Поэтому при перегрузке на 14...20% выше нормы транзистор VT2 успеет раньше отпираться, чем транзистор VT1, вызывая включение тиристора VS1 и симистора VD6. Время паузы при больших рассогласованиях опорного и контролируемого напряжений будет в 5... 15 раз меньше, чем при малых рассогласованиях.

Время включенного состояния исполнительного электродвигателя (импульса) может быть изменено резистором R28. В процессе работы регулятора оно не меняется. Время же паузы при обработке возмущений зависит от их значения, снижаясь с ростом амплитуды возмущений. При нормальном контролируемом токе включается тиристор VS2 — исполнительный электродвигатель неподвижен.

Когда значение регулируемого тока превысит заданное, а суммарное напряжение на потенциометре R5 и резисторе R15 превысит порог срабатывания транзистора VT5, то он начинает

поочередно с транзистором отпираться, вызывая кратковременное открытие тиристора VS4 и симистора VD17, — электродвигатель вращается в обратную сторону (в сторону уменьшения стабилизируемого тока). Периодическое включение исполнительного электродвигателя происходит до тех пор, пока регулируемый ток не снизится до заданного значения. Как и при недогрузке, время паузы между включениями электродвигателя зависит от степени перегрузки. Так, при больших значениях напряжения на резисторе R15 начинает работать транзистор VT6, порог срабатывания которого на 14...20% выше, чем транзистора VT5. При таких перегрузках время невключения электродвигателя (паузы) значительно меньше (в 5...15 раз), чем при отклонениях от нормы до 14...20%.

Потенциометром R9 устанавливают заданное значение тока регулирования, а при помощи потенциометра R5 — зону нечувствительности регулятора. В случае значительного превышения допустимого значения регулируемого тока (достигается значение перегрузки) через резистор R30 заряжается конденсатор C11 до напряжения отпирания транзистора VT4. Последний отпирается, пропуская в цепь управления тиристора VS3 разрядный импульс тока конденсатора C11 и вызывая тем самым открытие тиристора VS3 и симистора VD21. Включается реле перегрузки замыкающими контактами, разрывающими цепь питания электромагнитной муфты. Заслонка под действием груза перекрывает поступление зерна в дробилку. Через диод VD20 тиристор VS3 вызывает отпирание симистора VD17, который включает на непрерывное вращение электродвигатель исполнительного механизма в сторону уменьшения подачи зерна в дробилку, что необходимо в случае применения заслонки без электромагнитной муфты,

Значение перегрузки, при которой срабатывает симистор VD21, устанавливается с помощью потенциометра R13. Для исключения периодического открытия симистора VD21 за счет разряда конденсатора C10 на резисторы R28, R29 и отпирания транзистора VT3 и тиристора VS2 служит разделительный диод VD10, подключенный к аноду тиристора VS2. Чтобы периодическое открытие тиристора VS4 не вызвало запирающие тиристора VS3, последовательно с тиристором VS4 включен диод D18. При снижении тока электродвигателя дробилки ниже минимального значения срабатывают транзистор VT1 и тиристор VS1, вызывая отключение

тиристора VS3 симисторов VD17 и VD21. Симистор VD6 начинает периодически включать электродвигатель исполнительного механизма в сторону увеличения регулируемого тока.

Для повышения точности работы и чувствительности регулятора в него введен релаксационный генератор на однопереходном транзисторе VT7. Импульсы, генерируемые последним, с частотой, значительно превышающей частоту переключений тиристоров триггера, подаются в цепи без транзисторов VT1, VT2, VT3, VT5, VT6. Это позволяет резко уменьшить ток утечки транзисторов в зоне напряжения их переключения и тем самым обеспечить стабилизацию порогов их срабатывания при увеличении постоянной времени RC-контуров, установленных в цепи эмиттеров этих транзисторов.

Потенциометры R18, R24, R32, R45, R51 предназначены для корректировки порогов срабатывания транзисторов, конденсаторы C5, C8, C12, C16, C19 — для защиты схемы регулятора от помех. Импульсный режим работы регулятора обеспечивает устойчивое регулирование даже при значительном запаздывании, которое может иметь место в системе питатель—дробилка. Изменение скважности импульсов в широких пределах, обеспечиваемое регулятором, позволяет применять исполнительные электродвигатели с редукторами, имеющими различное передаточное отношение.

4. НАСТРОЙКА И УПРАВЛЕНИЕ ДРОБИЛКОЙ

Система автоматики обеспечивает автоматическое управление нагрузкой дробилки. Контролируемым параметром является ток электродвигателя дробильного аппарата, значение которого зависит от количества подаваемого зерна в дробилку. Положение заслонки, которая имеет отдельный электропривод, определяет нагрузку дробилки. Предельное значение контролируемого тока соответствует номинальной нагрузке. Ток электродвигателя дробилки контролирует регулятор нагрузки. При значении тока, превышающем его предельное значение, заслонка опускается, уменьшая подачу зерна в дробилку и, соответственно, контролируемый ток.

Заданное значение тока регулирования соответствует номинальному току электродвигателя дробильного аппарата (значение тока соответствует паспортным данным двигателя). Когда значение регулируемого тока значительно превышает заданное, регулятор

загрузки, действуя на заслонку, уменьшает подачу зерна.

При значительном превышении регулируемого тока регулятор загрузки, действуя на заслонку, перекрывает поступление зерна в дробилку.

Наличие зерна в бункере контролируется измерительными преобразователями, которые управляют работой загрузочного шнека. Управление дробилкой определяется при помощи пульта управления на основе значений, принципа работы системы автоматики и ее элементов.

Пульт управления предназначен для управления безрешетной дробилкой в наладочном и рабочем режимах и представляет собой металлическую конструкцию. Обслуживание производится через переднюю дверь и открывающуюся верхнюю панель. В дне пульта установлены сальниковые вводы для кабелей внешнего подключения. В нем расположена основная аппаратура управления дробилкой: амперметр, показывающий загрузку электродвигателя привода дробилки по току, переключатель режимов работы, кнопки включения и выключения дробилки и шнеков. Под пультом управления установлен автоматический регулятор и тумблер его включения.

В верхней части пульта размещена сигнальная лампочка наличия напряжения при включении сетевого переключателя, расположенного на правой стенке. На левой стенке размещена сирена, сигнализирующая об отсутствии зерна в зерновом бункере. Внутри пульта установлена пускозащитная аппаратура.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните назначение и устройство системы автоматики дробилки.
2. Объясните назначение, устройство и принцип действия основных элементов системы автоматики дробилки.
3. Объясните принцип действия системы автоматики дробилки.
4. Как и в какой последовательности необходимо запускать и останавливать дробилку?
5. Как настроить систему автоматики дробилки на нужный режим работы?
6. Какие основные регулировки имеет автоматический регулятор загрузки?

7. Какие основные неисправности могут возникнуть в работе системы автоматики дробилки при ее эксплуатации?

8. Объясните принцип действия автоматического регулятора загрузки.