

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

**И.В. Лазута
Р.Ю. Сухарев**

ПРИБОРЫ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОПОДЪЁМНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ

Учебное пособие

Омск • 2019

УДК 681.5:69.002.5
ББК 32.965:39.9
Л17

Согласно 436-ФЗ от 29.12.2010 «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию» данная продукция маркировке не подлежит.

Рецензенты:

канд. техн. наук, доц. А.А. Руппель (ОИВТ, филиал ФГБОУ ВО «СГУВТ»);
канд. техн. наук, доц. М.В. Суковин (ФГБОУ ВО «СибАДИ»)

Работа утверждена редакционно-издательским советом СибАДИ в качестве учебного пособия.

Лазута, Иван Васильевич.

Л17 Приборы и автоматизированные системы безопасности грузоподъемных машин и механизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Лазута, Р.Ю. Сухарев. – Электрон. дан. – Омск : СибАДИ, 2019. – Режим доступа:.....
....., свободный после авторизации. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-00113-111-3.

Рассмотрены основные теоретические сведения о приборах и системах безопасности грузоподъемных машин и механизмов, а также области их применения, устройство, принцип работы, конструктивные особенности и принципиальные схемы. Изложенный материал позволит обучающимся получить знания по наиболее современным приборам и системам безопасности грузоподъемных машин и механизмов.

Имеет интерактивное оглавление в виде закладок. Содержит ссылки на видеоматериалы обучающего и демонстрационного характера, которые воспроизводятся с помощью проигрывателя Windows Media.

Подготовлено на кафедре «Автоматизация производственных процессов и электротехника».

Мультимедийное издание (9,3 МБ)

Системные требования : Intel, 3,4 GHz ; 150 МБ ; Windows XP/Vista/7 ; DVD-ROM ;

1 ГБ свободного места на жестком диске ; программа для чтения pdf-файлов Adobe Acrobat Reader ; Foxit Reader

Редактор Н.В. Павлова

Техническая подготовка Н.В. Кенжалинова

Издание первое. Дата подписания к использованию

Редакционно-издательский комплекс СибАДИ. 644080, г. Омск, пр. Мира, 5

РИО ИПК СибАДИ. 644080, г. Омск, ул. 2-я Поселковая, 1

© ФГБОУ ВО «СибАДИ», 2019

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебное пособие содержит теоретический материал по курсам специальных дисциплин «Автоматизированные системы безопасности грузоподъемных машин», «Приборы и системы безопасности грузоподъемных машин и механизмов», «Приборы безопасности грузоподъемных машин», «Безопасность грузоподъемных машин и механизмов», «Приборы безопасности». Материал в пособии приводится кратко и может служить дополнением к учебному материалу, изложенному в учебниках для высших учебных заведений, и использоваться на практических и лабораторных занятиях.

Учебное пособие позволяет сформировать необходимые компетенции, изложенные в Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования, для всех форм обучения направлений: «Автоматизация технологических процессов и производств»; «Управление в технических системах»; «Техносферная безопасность»; «Наземные транспортно-технологические комплексы» и специальности «Наземные транспортно-технологические средства».

ВВЕДЕНИЕ

Большое внимание в последние годы уделяется автоматизации грузоподъемных машин (ГПМ), таких как подъемники и вышки, самоходные стреловые и башенные краны и т.п. Основным направлением автоматизации этих машин является управление, безопасность, контроль и диагностика. Однако в связи со спецификой использования важную роль в работе грузоподъемных машин играет их безопасность. Автоматизация функций защиты ГПМ от опасных режимов работы позволяет повысить технический уровень рабочего процесса, безопасность и эффективность эксплуатации данных машин.

Все более широко в современных приборах и системах безопасности ГПМ и механизмов применяются электронные, бесконтактные электромагнитные элементы, лазерные, микропроцессорные устройства. Однако сохраняют свою важную роль механические, электропневматические и электрогидравлические устройства, обладающие в ряде случаев большой надежностью.

Изучение студентами современных приборов и систем безопасности позволит им квалифицированно решать профессиональные задачи, связанные с эксплуатацией грузоподъемных машин и механизмов.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОПОДЪЁМНЫХ МАШИН

1.1. Виды и устройство грузоподъёмных машин и механизмов

Технология строительства и монтажа различных сооружений предусматривает широкое применение ГПМ, большинство которых считаются объектами повышенной опасности.

ГПМ являются неотъемлемой частью современного производства и обеспечивают механизацию определенной части погрузочно-разгрузочных работ технологических процессов при монтаже технологического оборудования, в производственных и ремонтных цехах предприятий [1].

ГПМ включают в себя: грузоподъёмные лифты и подъёмники, тали, тельферы, подъёмные столы, грузоподъёмные краны, краны-манипуляторы, краны-трубоукладчики и др.

Характерной особенностью ГПМ является цикличность их работы с частыми пусками, остановками и реверсированием. Работа ГПМ строится по принципу переменного-возвратных движений: в одном направлении с грузом, в обратном – без груза. Процессы загрузки и разгрузки происходят во время остановки. В зависимости от интенсивности работы, условий эксплуатации, а также типа и назначения машины определяют режим её работы, который является определяющей характеристикой при назначении запасов прочности и других коэффициентов при расчёте механизмов и металлоконструкций [1].

В процессе анализа режимов работы, функций и конструкций ГПМ можно выявить их следующую классификацию [2, 5]:

- *по функциональному назначению* (подъёмные; подъёмно-транспортные; погрузочно-разгрузочные);
- *по степени подвижности* (стационарные; передвижные с ограниченным перемещением; самоходные с неограниченным перемещением);
- *по виду энергии, приводящей оборудование в движение* (механического действия; ручного действия; гравитационного действия; электрического действия; гидравлического действия; пневматического действия; теплоэнергетического действия (двигатель внутреннего сгорания) и комбинированного действия);
- *по роду груза* (для работы с тарно-штучными объектами; для перегруза массовых насыпных материалов; для перекачивания и слива наливных грузов);

- по характеру перемещения груза (работающие по одной заданной траектории или по свободным траекториям).

На складах и в промышленных цехах широко используют лифты, подъёмники и вышки различной грузоподъёмности. *Лифт* – это подъёмно-транспортное устройство, работающее в повторно-кратковременном режиме и предназначенное для подъёма и спуска груза (людей) на платформе или в кабине с одного уровня на другой. *Грузовой подъёмник* – это ГПМ прерывного действия, предназначенная для перемещения груза (человека) в пределах зоны обслуживания. *Вышка* – ГПМ, аналогичная подъёмнику, но перемещающая груз (человека) строго вертикально [2].

Обширную группу более сложных ГПМ, имеющих не менее двух рабочих движений, составляют *грузоподъёмные краны* – это машины, предназначенные для подъёма и свободного перемещения в пространстве груза, удерживаемого грузозахватным органом.

Согласно ГОСТ 27555–87 «Краны грузоподъёмные. Термины и определения» по конструкции грузоподъёмные краны подразделяются на: башенные, мостовые, козловые, консольные, порталные и автомобильные краны и др. [8].

Грузоподъёмные краны имеют несколько установленных на общем основании механизмов в виде металлических конструкций. Механизмы крана служат для перемещения грузов в вертикальном и горизонтальном направлениях.

По функциональному назначению механизмы грузоподъёмных кранов подразделяются на три группы [1]:

- грузовые – предназначены для подъёма и опускания грузов, грузозахватных органов, грузозахватных приспособлений и тары;
- стреловые – предназначены для подъёма и опускания стрелы у башенных и стреловых кранов, а также башенно-стрелового оборудования;
- тяговые – предназначены для перемещения грузовых тележек башенных, козловых, кабельных и других кранов.

Типовыми крановыми механизмами являются [2, 5]:

- механизм подъёма груза, выполненный в виде лебёдки в комбинации с полиспастом, несущим грузозахватное устройство;
- механизм передвижения крана или какой-либо его части;
- механизм изменения вылета, изменяющий в стреловых кранах положение грузозахватного органа (крюка);
- механизм вращения поворотной части крана.

Крановые механизмы подъёма подразделяются: по грузоподъёмности; роду привода (с механическим, электрическим, гидравлическим); количеству приводов (одномоторные и двухмоторные); числу рабочих скоростей (односкоростные, двухскоростные и многоскоростные); количеству барабанов (с одним или двумя барабанами), а также по другим конструктивным признакам.

Безопасность эксплуатации ГПМ в значительной степени зависит от их конструктивной особенности. Разработка проектов и изготовление ГПМ осуществляется головными и специализированными организациями (предприятиями) по краностроению. Все части, детали и вспомогательные приспособления подъёмных механизмов в отношении изготовления, материалов, качества сварки, прочности, устройства, установки, эксплуатации должны удовлетворять соответствующим техническим условиям, стандартам, нормам и правилам.

1.2. Нормативная база обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъёмных машин

При эксплуатации ГПМ должны строго соблюдаться государственные нормативные документы, изданные и утвержденные Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ (Ростехнадзор).

Основным действующим документом, регламентирующим безопасную эксплуатацию ГПМ и механизмов, является Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъёмные сооружения» [9].

Однако есть нормативные документы, утратившие силу, но не потерявшие актуальность в области безопасной эксплуатации ГПМ:

- ПБ 10-157–97 «[Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-трубоукладчиков](#)» [10];
- ПБ 10-257–98 «Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-манипуляторов» [11];
- ПБ 10-382–00 «[Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов](#)» [12];
- ПБ 10-518–02 «Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъёмников» [13];
- ПБ 10-558–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов» [14];

- ПБ 10-611–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации подъёмников (вышек)» [15];
- РД 10-118–96 «Основные требования безопасности к ограничителям грузоподъёмности электрических мостовых и козловых кранов»;
- РД 10-208–98 с изменением 1 РДИ 10-474(208)–02 «Типовая инструкция для наладчиков приборов безопасности грузоподъёмных кранов»;
- РД 10-399–01 «Требования к регистраторам параметров грузоподъёмных кранов»;
- РД 10-525–03 «Рекомендации по проведению испытаний грузоподъёмных машин».

1.3. Назначение и функции приборов и систем безопасности грузоподъёмных машин

Приборы и системы безопасности являются элементами автоматизации грузоподъёмных машин. Паспорт каждой ГПМ содержит раздел о приборах и системах безопасности, которые должны соответствовать существующим нормативным документам.

Система безопасности ГПМ – это комплект приборов и устройств (электрических, гидравлических, электрогидравлических, механических и т.п.), конструктивно привязанный к конкретной ГПМ, обеспечивающий её безопасную работу путём отключения приводов механизмов ГПМ или предупреждения оператора машины об аварийной ситуации [3].

Главным назначением приборов и систем безопасности является обеспечение безаварийной и надёжной работы ГПМ, удобство их обслуживания и повышение производительности труда. Для обеспечения безопасности эксплуатации широко используются средства коллективной защиты: сигнализация, предохранительные ограничители и тормозные устройства, а также противопожарное оборудование и средства защиты от поражения электрическим током. При оснащении ГПМ автоматизированными системами безопасности главным требованием является автоматическое отключение приводов механизмов, дальнейшая работа которых может привести к аварийным ситуациям.

Приборы и системы безопасности должны [7]:

- защищать ГПМ от ненормативных режимов работы, которые могут привести к поломкам и авариям;
- обеспечивать безопасность персонала, эксплуатирующего ГПМ;

- обеспечивать безопасность персонала, обслуживающего ГПМ. Современные приборы и системы безопасности ГПМ должны обладать следующими свойствами:

- прочность, надежность и безотказность прибора в работе;
- быстродействие;
- небольшие габариты и масса;
- энергоэффективность;
- автоматическое выключение, а затем включение механизмов вне зависимости от продолжительности остановки ГПМ;
- отсутствие возможности в переключениях или специальной регулировке в связи с изменениями режима работы ГПМ или нагрузки;
- возможность применения приборов различных конструкций.

Состав, структура, принцип действия, правила наладки и обслуживания системы безопасности ГПМ должны отражаться в их эксплуатационной документации.

Наличие приборов и систем безопасности не отменяет соблюдения мер безопасности при эксплуатации ГПМ в соответствии с нормативной документацией и не снимает ответственности с лиц, участвующих в технологическом процессе работы грузоподъемного механизма за безопасность проводимых работ.

1.4. Классификация приборов и систем безопасности грузоподъемных машин

К приборам и системам безопасности относятся [3, 4]:

- *концевые выключатели*, ограничивающие конечные рабочие движения отдельных механизмов или частей ГПМ;
- *ограничители грузоподъемности (грузового момента)*, запрещающие ГПМ подъем сверхнормативных грузов;
- *приборы защиты от опасного приближения к линиям электропередачи (ЛЭП)*, останавливающие элементы конструкции ГПМ при приближении к линиям переменного тока;
- *системы координатной защиты*, ограничивающие рабочие движения отдельных механизмов или элементов конструкции ГПМ при работе в ограниченном пространстве;
- *регистраторы параметров работы кранов*, анализирующие показания различных датчиков крана и производящие запись их в энергонезависимую память;

- *звуковые сигнальные устройства*, предупреждающие персонал, эксплуатирующий и обслуживающий машину об опасных ситуациях;
- *приборы защиты от падения груза и стрелы при обрыве фаз питающей электрической сети*, останавливающие подъём груза при обрыве любой из фаз трёхфазной сети, питающей электроприводы грузовых или стреловых лебёдок крана;
- *указатели грузоподъёмности*, показывающие разрешенную грузоподъёмность крана в зависимости от вылета стрелы;
- *ограничители перекоса*, устанавливаемые на козловые краны и мостовые краны-перегрузатели с целью предотвращения забега одной опоры крана относительно другой опоры и, следовательно, перекоса пролетного строения крана;
- *креномеры (сигнализаторы крена)*, показывающие и сигнализирующие об опасном отклонении угла наклона элементов конструкции ГПМ от горизонтали или вертикали;
- *анемометры*, сигнализирующие об опасном увеличении ветровых нагрузок на ГПМ.

1.5. Требования к оснащению и работе приборов безопасности грузоподъёмных машин

В соответствии с нормативными документами существуют требования к приборам безопасности кранов-трубоукладчиков [9, 10].

Краны-трубоукладчики должны быть оборудованы ограничителем для автоматической остановки:

а) обоймы крюковой в крайних положениях. Установка устройства автоматической остановки обоймы крюковой в крайнем нижнем положении производится по требованию заказчика, отраженному в техническом задании;

б) стрелы в крайнем поднятом ее положении.

Устройства для автоматической остановки, устанавливаемые на кране-трубоукладчике, должны включаться так, чтобы была обеспечена возможность движения механизма в обратном направлении. Ограничитель остановки подъёма обоймы крюковой в верхнем положении должен обеспечивать остановку механизмов таким образом, чтобы зазор между крюковой и стреловой обоймами или крюковой обоймой и блоками на оголовке стрелы составлял не менее 100 мм.

Краны-трубоукладчики для предупреждения их опрокидывания должны быть оборудованы ограничителем грузоподъемности (ограничителем грузового момента), автоматически отключающим механизмы подъема груза и изменения вылета в случае подъема груза, масса которого превышает грузоподъемность для данного вылета более чем на 10%.

После действия ограничителя грузоподъемности должно быть возможно опускание груза или включение других механизмов для уменьшения грузового момента.

Краны-трубоукладчики должны быть оснащены указателями фактической и допустимой нагрузок на крюке. По требованию заказчика, отраженному в техническом задании, взамен указателей нагрузок допускается установка ограничителя грузоподъемности, автоматически отключающего механизмы подъема и изменения вылета в случае подъема груза, масса которого превышает грузоподъемность для данного вылета более чем на 10%. После срабатывания ограничителя грузоподъемности должна сохраняться возможность опускания груза или включения других механизмов для уменьшения грузового момента.

Дополнительные устройства безопасности (креномеры и другие приборы и устройства) устанавливаются по специальному требованию заказчика, отраженному в техническом задании.

В соответствии с нормативными документами существуют требования к приборам безопасности кранов-манипуляторов [9, 11].

Краны-манипуляторы с машинным приводом должны быть оборудованы концевыми выключателями для автоматической остановки:

- а) грузозахватного органа крана-манипулятора с канатной подвеской в крайних верхнем и нижнем положениях;
- б) механизма передвижения рельсового крана-манипулятора;
- в) механизма поворота для ограничения вращения, кроме реечных механизмов.

Концевые выключатели после отключения механизма должны обеспечивать возможность движения в обратном направлении. Концевой выключатель механизма подъема груза с канатной подвеской должен быть установлен так, чтобы после остановки грузозахватного органа (при его подъеме) зазор между грузозахватным органом и конструкциями (упором, стрелой, блоком и т.п.) был не менее 200 мм.

На кранах-манипуляторах с подъемной кабиной должно быть установлено устройство, предотвращающее рабочие движения и подъем (опускание) кабины при не закрытой на запор двери.

Краны-манипуляторы в соответствии с техническими условиями для предупреждения их разрушения и/или опрокидывания должны быть оборудованы ограничителем грузоподъемности (ограничителем грузового момента), автоматически отключающим механизмы подъема груза и изменения вылета в случае подъема груза, масса которого превышает грузоподъемность для данного вылета более чем на 10%. После действия ограничителя грузоподъемности должно быть возможно опускание груза или включение других механизмов для уменьшения грузового момента. Необходимость оснащения кранов-манипуляторов ограничителем грузоподъемности определяется головной научно-исследовательской организацией.

У кранов-манипуляторов, грузоподъемность которых меняется с изменением вылета, должен быть предусмотрен указатель грузоподъемности, соответствующей установленному вылету. Шкала (табло) указателя грузоподъемности должна быть отчетливо видна с рабочего места оператора (машиниста). Допускается вместо указателя устанавливать табличку.

На кране-манипуляторе в соответствии с техническими условиями должны быть установлены указатели угла наклона (креномеры, сигнализаторы крена).

Краны-манипуляторы должны быть снабжены звуковым сигнальным прибором, звук которого должен быть слышен в рабочей зоне.

У кранов-манипуляторов с гидравлическим приводом на линии напора каждого насоса должны быть установлены предохранительные клапаны.

В соответствии с нормативными документами существуют требования к приборам безопасности грузоподъемных кранов [9, 12].

Грузоподъемные краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматической остановки:

а) механизма подъема грузозахватного органа (кроме электрических талей, оснащенных муфтой предельного момента) в его крайних верхнем и нижнем положениях. Ограничитель нижнего положения грузозахватного органа может не устанавливаться, если по условиям эксплуатации крана не требуется опускать груз ниже уровня, указанного в паспорте;

б) механизма изменения вылета;

в) механизма передвижения рельсовых кранов (за исключением железнодорожных) и их грузовых тележек, если скорость крана (тележки) при подходе к крайнему положению может превысить

30 м/мин. Механизмы передвижения башенных, козловых кранов и мостовых кранов-перегрузателей должны быть оборудованы ограничителями независимо от скорости передвижения;

г) механизмов передвижения мостовых, козловых, консольных, порталных кранов или их грузовых тележек, работающих на одном крановом пути.

Указанные устройства должны устанавливаться также при необходимости ограничения хода любого механизма, например механизма поворота, выдвижения телескопической секции стрелы или секций при монтаже крана, механизмов грузозахватного органа, подъёма кабины.

Концевые выключатели, устанавливаемые на кране, должны включаться так, чтобы была обеспечена возможность движения механизма в обратном направлении.

Дальнейшее движение в том же направлении допускается для механизма передвижения мостового крана при подходе к посадочной площадке или тупиковому упору с наименьшей скоростью, обеспечиваемой электроприводом, и для механизма опускания стрелы стрелового крана в транспортное положение (без груза).

Концевой выключатель как ограничитель механизма подъёма груза или стрелы должен обеспечить остановку грузозахватного органа при подъёме без груза и зазор между грузозахватным органом и упором у электрических талей не менее 50 мм, у других кранов – не менее 200 мм. При скорости подъёма груза более 40 м/мин на кране должен быть установлен дополнительный ограничитель, срабатывающий до основного ограничителя, переключающий схему на пониженную скорость подъёма.

У грейферных кранов с отдельным приводом подъёмной и замыкающей лебёдок ограничитель (ограничители) должен (должны) отключать одновременно оба двигателя при достижении грейфером крайнего верхнего положения.

Ограничители механизмов передвижения должны обеспечивать отключение двигателей механизмов на следующем расстоянии до упора:

- для башенных, порталных, козловых кранов и мостовых перегрузателей – не менее полного пути торможения;
- для остальных кранов – не менее половины пути торможения.

При установке взаимных ограничителей хода механизмов передвижения мостовых или консольных кранов, работающих на одном

крановом пути, указанное расстояние может быть уменьшено до 500 мм. Путь торможения механизма должен быть указан предприятием-изготовителем в паспорте крана.

Краны стрелового типа (кроме консольных) должны быть оборудованы ограничителем грузоподъёмности (грузового момента), автоматически отключающим механизмы подъёма груза и изменения вылета в случае подъёма груза, масса которого превышает грузоподъёмность для данного вылета более чем на:

- 15% – для башенных (с грузовым моментом до 20 тм включительно) и порталных кранов;
- 10% – для остальных кранов.

У кранов, имеющих две или более грузовые характеристики, ограничитель должен иметь устройство для переключения его на выбранную характеристику.

Краны мостового типа должны быть оборудованы ограничителями грузоподъёмности (для каждой грузовой лебёдки), если возможна их перегрузка по технологии производства. Краны с переменной по длине моста грузоподъёмностью также должны быть оборудованы такими ограничителями. Ограничитель грузоподъёмности кранов мостового типа не должен допускать перегрузку более чем на 25%.

После срабатывания ограничителя грузоподъёмности должно быть возможно опускание груза или включение других механизмов для уменьшения грузового момента.

Стреловые краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматического отключения механизмов подъёма, поворота и выдвижения стрелы на безопасном расстоянии от крана до проводов ЛЭП.

Краны мостового типа грузоподъёмностью более 10 т и группы классификации (режима) не менее А6 по ИСО 4301/1, башенные краны грузоподъёмностью более 5 т, порталные, железнодорожные и стреловые краны должны быть оборудованы регистраторами параметров их работы. Башенные краны грузоподъёмностью до 5 т включительно должны быть оснащены устройствами для учёта наработки в моточасах.

Стреловые краны для предотвращения их столкновения с препятствиями в стесненных условиях работы должны быть оснащены координатной защитой.

Краны, кроме управляемых с подвесного пульта, должны быть снабжены звуковым сигнальным устройством, звук которого должен

быть хорошо слышен в зоне работы крана. При управлении краном с нескольких постов включение сигнала должно быть возможно с любого из них.

Козловые краны и мостовые краны-перегрузатели должны быть рассчитаны на максимально возможное усилие перекоса, возникающее при их передвижении, или оборудованы ограничителем перекоса автоматического действия.

У кранов с электроприводом, кроме кранов с электрическими таями, имеющих второй грузоупорный тормоз, должна быть предусмотрена защита от падения груза и стрелы при обрыве любой из трех фаз питающей электрической сети.

Краны мостового типа должны быть оборудованы устройством для автоматического снятия напряжения с крана при выходе на галерею. У кранов, работающих в помещении, троллеи с напряжением не более 42 В при этом могут не отключаться. У мостовых кранов, вход на которые предусмотрен через галерею моста, такой блокировкой должна быть оборудована дверь для входа на галерею.

Дверь для входа в кабину управления, передвигающуюся вместе с краном, со стороны посадочной площадки должна быть снабжена электрической блокировкой, запрещающей движение крана при открытой двери. Если кабина имеет тамбур, то такой блокировкой снабжается дверь тамбура.

У магнитных кранов электрическая схема должна быть выполнена так, чтобы при снятии напряжения с крана контактами приборов и устройств безопасности напряжение с грузового электромагнита не снималось.

У башенных кранов с неповоротной башней и у других кранов при расположении кабины на поворотной части крана для предупреждения возможности зажатия людей при переходе с поворотной части на неповоротную должно быть предусмотрено устройство, автоматически отключающее двигатель механизма поворота при открытом люке или двери.

У кранов, грузоподъемность которых меняется с изменением вылета, должен быть предусмотрен указатель грузоподъемности, соответствующей вылету. Шкала (табло) указателя грузоподъемности должна быть отчетливо видна с рабочего места крановщика (машиниста). Указатель грузоподъемности может входить в состав электронного ограничителя грузоподъемности. При градуировании шкалы указателя грузоподъемности крана необходимо замер вылета произ-

водить на горизонтальной площадке с грузом на крюке, соответствующим определенному вылету, а нанесение отметки на шкале производить после снятия груза.

В кабине стрелового крана должны быть установлены указатели угла наклона крана (креномеры, сигнализаторы). В случае, когда управление выносными опорами крана осуществляется вне кабины, на неповоротной раме крана должен быть установлен дополнительный указатель угла наклона крана.

Башенные краны с высотой до верха оголовка башни более 15 м, козловые краны с пролетом более 16 м, порталные краны, мостовые краны-перегрузатели должны быть снабжены прибором (анемометром), автоматически включающим звуковой сигнал при достижении скорости ветра, указанной в паспорте для рабочего состояния крана. Места установки прибора следует выбирать в соответствии с нормативными документами.

Места опломбирования приборов безопасности указываются в конструкторских и эксплуатационных документах.

В соответствии с нормативными документами существуют требования к приборам безопасности строительных подъёмников [9, 13].

Грузопассажирские подъёмники должны быть оборудованы концевыми выключателями, ограничивающими крайние верхнее и нижнее положения кабины, а также устройствами:

- а) контроля закрытого положения дверей нижнего ограждения кабины;
- б) контроля закрытого положения входных и выходных дверей кабины;
- в) контроля положения трапа (при его наличии);
- г) контроля срабатывания ловителей (на подъёмниках с канатным приводом);
- д) контроля слабины или обрыва подъёмных канатов;
- е) контроля срабатывания ограничителя скорости (на подъёмниках с реечным приводом);
- ж) контроля положения натяжного устройства каната ограничителя скорости;
- з) кнопкой «СТОП».

Грузовые подъёмники, помимо приборов безопасности, указанных для грузопассажирских подъёмников, должны быть оборудованы устройствами:

а) контроля выдвижения устройства для подачи груза в проем здания (монорельса, укосины и т.д.), блокирующего работу подъемной лебёдки;

б) ограничения в крайних положениях по горизонтали указанного выше устройства для подачи груза в проем здания;

в) контроля открытого положения торцевого ограждения платформы, обращенного к проему здания (при необходимости);

г) ограничения пути передвижения подъемника на рельсовом ходу вдоль фасада сооружения.

Ограничитель скорости должен срабатывать при скорости движения кабины, платформы, превышающей номинальную не менее чем на 15% и не более чем на 40%.

Допускается указанные выключатели и/или их установку выполнять самовозвратными при соблюдении следующих требований:

а) элемент, непосредственно вызвавший срабатывание выключателя, должен зафиксировать его в этом положении;

б) последующее нормальное функционирование подъемника должно быть возможно только после устранения причины, вызвавшей срабатывание выключателя, и после подачи новой команды.

Свободностоящие и передвижные подъемники с высотой мачты более 15 м должны быть снабжены анемометром, автоматически выключающим звуковой сигнал при достижении скорости ветра, указанной в паспорте подъемника.

В соответствии с нормативными документами существуют требования к приборам безопасности лифтов [9, 14].

Срабатывание электрического устройства безопасности должно предотвращать пуск электродвигателя главного привода или вызывать его остановку. Электрические устройства безопасности должны быть включены в цепь безопасности, за исключением концевого выключателя, действующего в цепи главного тока электродвигателя.

К электрическим устройствам безопасности в лифтах относятся устройства:

- контроля перехода кабиной лифта крайних этажных площадок (концевые выключатели);
- контроля закрытия двери шахты;
- контроля натяжения ремней;
- контроля запираания автоматического замка двери шахты;
- контроля закрытия створки двери шахты, не оборудованной замком;

- контроля закрытия двери шахты для технического обслуживания оборудования, аварийной двери или смотрового люка в шахте;
- контроля закрытия двери кабины;
- контроля запираания замка аварийной двери или люка кабины;
- контроля срабатывания ограничителя скорости кабины;
- контроля возврата ограничителя скорости кабины в исходное положение;
- для остановки лифта (выключатель, кнопка «Стоп»);
- контроля срабатывания ловителей;
- контроля обрыва или относительного перемещения тяговых элементов;
- контроля обрыва или вытяжки каната ограничителя скорости;
- контроля натяжения уравнивающих канатов;
- контроля срабатывания устройства, ограничивающего подскок натяжного устройства уравнивающих канатов;
- контроля положения съемного устройства для ручного перемещения кабины (положения съемного штурвала);
- контроля возвращения в исходное положение буфера энерго-рассеивающего типа;
- отключения цепей управления из шахты;
- отключения цепей управления из блочного помещения;
- контроля положения площадки обслуживания;
- контроля положения блокировочного устройства.

Концевые выключатели должны размыкать цепи питания двигателя и тормоза. Концевые выключатели должны действовать на отдельные электромагнитные аппараты цепи управления, обеспечивающие двойное прерывание электрической цепи главного тока электродвигателя. Срабатывание концевого выключателя в лифтах с регулируемым приводом постоянного или переменного тока должно вызывать остановку лифта за минимальное для данной системы управления время.

Срабатывание концевого выключателя должно происходить при:

- а) переходе кабиной лифта уровня крайней нижней этажной площадки, но до соприкосновения кабины с ее буферами (упорами);
- б) переходе кабиной лифта, оборудованного в нижней части шахты буфером (упором) для взаимодействия с противовесом, уровня

крайней верхней этажной площадки, но до соприкосновения противовеса с этим буфером (упором);

в) переходе кабиной лифта, оборудованного уравнивающим грузом, уровня крайней верхней этажной площадки не более чем на 0,2 м. При размещении буфера на кабине концевой выключатель должен сработать до соприкосновения буфера с соответствующим упором в шахте.

Электрическое устройство безопасности, контролирующее срабатывание ограничителя скорости, должно размыкать цепь безопасности до достижения движущейся вниз кабиной скорости, при которой происходит срабатывание ограничителя скорости. У лифта с номинальной скоростью не более 1,0 м/с допускается размыкание цепи управления при срабатывании ограничителя скорости.

В соответствии с нормативными документами существуют требования к приборам безопасности подъемников (вышек) [9, 15].

Подъемники должны быть оборудованы следующими устройствами для безопасного производства работ:

- ограничителем предельного груза;
- анемометрами (при высоте подъема более 22 м);
- устройством ориентации пола люльки в горизонтальном положении во всей зоне обслуживания; при этом угол наклона пола люльки не должен превышать 5°;
- устройством (устройствами), ограничивающим зону обслуживания;
- устройством блокировки подъема и поворота колен при не выставленном на опоры подъемнике, кроме винтовых опор, устанавливаемых вручную;
- устройством блокировки подъема опор при рабочем положении стрелы, кроме винтовых опор, устанавливаемых вручную;
- устройством аварийного опускания люльки при отказе гидросистемы, электропривода или привода гидронасоса;
- устройством, предназначенным для эвакуации рабочих из люлек, находящихся ниже основания, на котором стоит подъемник;
- устройством, предохраняющим выносные опоры подъемника от самопроизвольного выдвижения (поворота) во время движения подъемника;
- устройством (указателем) угла наклона подъемника;
- системой аварийной остановки двигателя с управлением из люльки и с нижнего пульта, которая должна быть снабжена кнопками «СТОП»;

- переговорным устройством (для подъёмников с высотой подъёма более 22 м).

Ограничитель предельного груза должен обеспечивать подачу звукового предупредительного сигнала в случае превышения номинальной грузоподъёмности подъёмника не более 10% и отключать механизмы увеличения вылета и высоты подъёма при увеличении нагрузки более 110% от номинальной грузоподъёмности. После действия ограничителя предельного груза должны быть прекращены все движения подъёмника и проведена разгрузка люльки до допустимой нагрузки.

Контрольные вопросы и задания

1. Какие технические устройства можно назвать ГПМ?
2. Назовите классификационные признаки ГПМ.
3. Что называется грузоподъёмным краном?
4. На какие группы по функциональному назначению подразделяются механизмы грузоподъёмных кранов?
5. Назовите основные нормативные документы, регламентирующие безопасную эксплуатацию ГПМ и механизмов.
6. Что называется системой безопасности ГПМ?
7. Перечислите основные защитные функции приборов и систем безопасности ГПМ.
8. Перечислите основные виды приборов и систем безопасности ГПМ.
9. Какими приборами безопасности, согласно нормативным документам, должны оснащаться краны-трубоукладчики?
10. Какими приборами безопасности, согласно нормативным документам, должны оснащаться краны-манипуляторы?
11. Какими приборами безопасности, согласно нормативным документам, должны оснащаться грузоподъёмные краны?
12. Какими приборами безопасности, согласно нормативным документам, должны оснащаться лифты?
13. Какими приборами безопасности, согласно нормативным документам, должны оснащаться подъёмники и автовышки?

2. КОНЦЕВЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Широкое применение среди приборов и систем безопасности ГПМ находят *концевые выключатели/переключатели*. Данные приборы выполняют функции защитных устройств в соответствии с Правилами ПБ 10-382–00 (например, ограничение рабочей зоны работы, ограничение подъёма крюка, стрелы и т.п.). Такие выключатели называются ещё *ограничителями рабочих движений*.

Другие выключатели/переключатели являются средствами управления, в частности, режимом движения или режимом нагрузки крана в соответствии с конкретной конструкцией крана и его характеристиками. Например, некоторые мостовые краны не могут начать движение с наименьшей скоростью, допускаемой электрической схемой управления, после трогания крана с места или движение в определенных зонах допускается только с наименьшей скоростью. В этом случае устанавливаются путевые переключатели, разделяющие режимы движения тележки крана в зависимости от пройденного расстояния после начала движения или зоны движения.

2.1. Назначение, устройство и принцип работы концевых выключателей

Концевые выключатели устанавливаются на ГПМ для защиты перехода механизмов за предельные положения.

Концевой выключатель представляет собой аппарат с электрическими контактами, при размыкании которых прерывается цепь электродвигателя и тормозного привода непосредственно или при помощи вспомогательной цепи управления. Выключатель имеет механический чувствительный элемент, напрямую связанный с группой электрических контактов и меняющий своё положение при контакте с внешним упором или элементом конструкции ГПМ [1, 5].

Концевые выключатели различаются по назначению, принципу действия, конструктивному исполнению, виду привода, количеству переключающих контактов и силе тока через них, по наибольшей скорости привода, массе.

Путевые выключатели срабатывают по пути линейного перемещения ГПМ и подразделяются на рычажные и шпindelные (рис. 2.1). Рычажный путевой выключатель срабатывает от прикосновения рычага с упором движущегося механизма или внешним ста-

ционарным упором и обеспечивает одностороннее ограничение. Для двустороннего ограничения требуется два таких выключателя. Шпindelные выключатели соединяются с вращающимися валами механизмов и применяются для двустороннего ограничения или многопозиционного переключения.

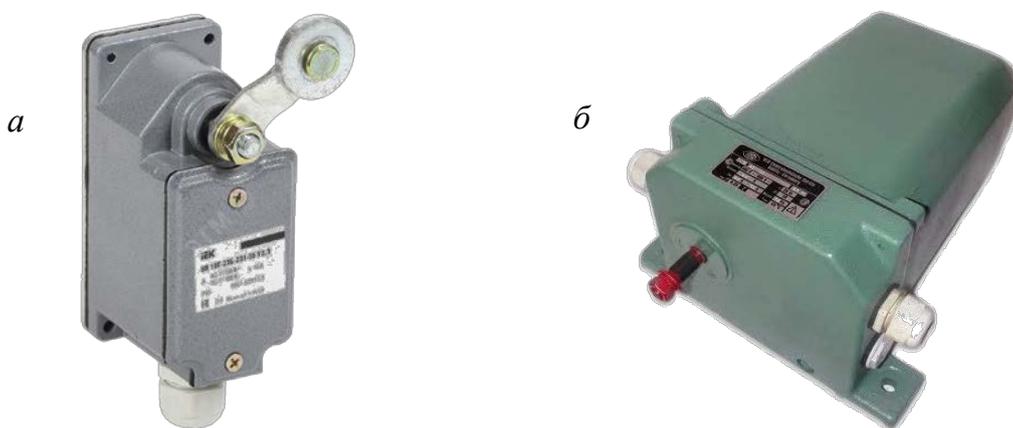


Рис. 2.1. Типы путевых выключателей:
а – рычажный; б – шпindelный

Ограничитель подъёма крюка или стрелы представляет собой концевой выключатель, у которого вместо жесткого рычага имеется подвешенный груз с ограничительной скобой. При упоре крановой подвески в ограничительную скобу включается концевой выключатель и движение грузозахватного органа вверх прекращается. Механизм подъёма грузозахватного органа будет работать только на опускание. Если при установке концевого выключателя на ГПМ будет уменьшено расстояние между крюковой подвеской и рычагом выключателя, то при подъёме груза (из-за инертности пружины) он может не сработать; канат подтянет крюковую подвеску до упора и может произойти обрыв и падение крюковой подвески (груза) в зоне работы.

Если по условиям эксплуатации требуется опускать груз ниже уровня, указанного в паспорте, то в механизме подъёма устанавливается ограничитель нижнего положения крюковой подвески (отключает механизм при условии намотки 1,5 витков каната на барабан).

Ограничитель подъёма крюка, содержащий скользящее приспособление в виде груза, висящего вдоль грузового каната на цепи, представлен на рис. 2.2. Груз с помощью цепи связан с подпружиненным штоком концевого выключателя, установленного на оголовке стрелы. При опущенном крюке груз свободно висит на тросе и оттягивает шток, замыкая контакты выключателя.



Рис. 2.2. Внешний вид ограничителя подъема крюка

В случае недопустимого подъема крюка упор поднимает груз, ослабляя натяжение троса, что вызывает размыкание контактов выключателя, включенного в цепь управления грузовой лебедкой в направлении подъема крюка. Ограничитель механизма подъема груза должен обеспечить остановку грузозахватного органа при его подъеме, зазор между грузозахватным органом и упором должен быть не менее 200 мм.

2.2. Концевые выключатели серии КУ

Защитную функцию выполняют концевые выключатели серии КУ ООО «Промсервис», г. Чернигов (Украина), ограничивающие перемещение крюка или стрелы перед подходом к упору [38].

Концевые выключатели серии КУ-700 предназначены для коммутации цепей управления электроприводами тележек кранов на рельсовом ходу; механизмов передвижения мостовых, козловых, консольных кранов и их грузовых тележек; грузозахватных органов кранов; подъемников и лифтов и т.д. Выключатели имеют две независимые электрические цепи и могут работать как на переменном, так и на постоянном токе в повторно-кратковременном режиме.

При отклонении рычага выключателя КУ-701 (рис. 2.3, а) от нормального положения связанные с ним контакты разрывают цепь главного тока или тока управления и двигатель механизма отключается. Выключатели КУ-701 применяют в схемах управления для ограничения линейного передвижения кранов при небольших выбегах [38].

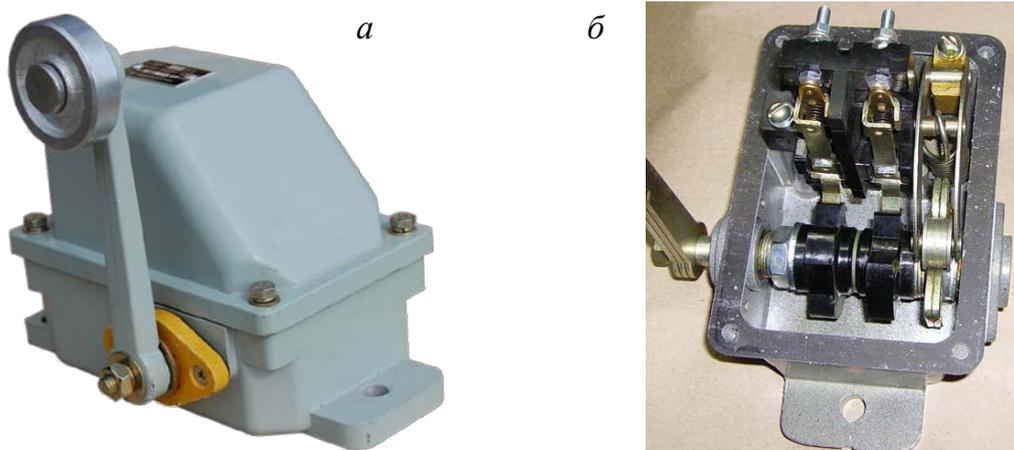


Рис. 2.3. Концевой выключатель КУ-701:
а – внешний вид; *б* – внутреннее устройство

Корпус выключателя КУ-701 выполнен литым из алюминиевого сплава в брызгозащищенном исполнении. При установке на открытом воздухе рекомендуется защищать выключатели от воздействия атмосферных осадков. Внутри корпуса закреплен барабан с кулачковыми шайбами, при повороте которого замыкаются или размыкаются контакты блока кулачковых элементов (рис. 2.3, *б*). На изоляционном основании блока кулачковых элементов укреплены четыре неподвижных контакта и два рычага с контактными мостиками. Контакты выполнены из серебра. Пружины удерживают контакты в замкнутом состоянии. При подходе выступа кулачковой шайбы под выступ рычага последний поворачивается и контакты размыкаются.

На валу выключателей КУ-701 устанавливают храповик, который фиксирует приводной рычаг в нулевом положении. Органом воздействия на выключатели КУ-701 служит ограничительная линейка.

Фиксация концевых выключателей КУ-703 (рис. 2.4) осуществляется за счет ограничения движения груза и противовеса. Они имеют на кулачковом валу двуплечий рычаг, на одном плече которого постоянно навешен груз, достаточный для поворота барабана в сторону размыкания контактов. Ко второму плечу рычага на тросике прикреплен груз с массой, заведомо большей, чем масса груза на рычаге. Грузовой трос механизма подъема пропускается сквозь скобу на подвижном грузе, и при подтягивании подвески крюка к опасной зоне крана подвеска поднимает подвижный груз, рычаг кулачкового вала контроллера поворачивается под действием своего груза, и выключатель срабатывает на ограничение подъема [38].



Рис. 2.4. Внешний вид концевого выключателя КУ-703

В выключателях КУ-704 рычаг выполнен в виде буквы W (рис. 2.5, *а*), что позволяет осуществлять фиксацию механизма в трёх положениях [38].

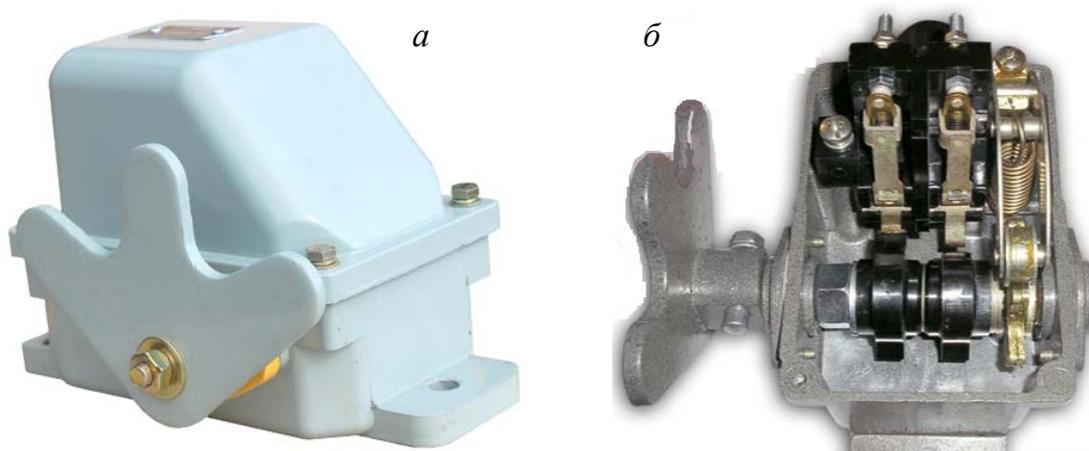


Рис. 2.5. Концевой выключатель КУ-704:
а – внешний вид; *б* – внутреннее устройство

Внутри концевой выключатель КУ-704 состоит из кулачкового механизма (рис. 2.5, *б*). При повороте рычага под воздействием упоров или других конструктивных элементов крана кулачковые шайбы с помощью кулачков воздействуют на электрические контакты выключателя, коммутируя цепи управления приводом линейного передвижения. Это позволяет производить отключение из любого направления [38].

Основные технические характеристики концевых выключателей серии КУ-700 [38]:

- ток продолжительного режима – 10 А;
- включаемый ток переменный – 50 А при напряжении до 500 В, постоянный – 25 А при напряжениях 110, 220, 440 В;
- отключаемый ток переменный – 10 А при напряжении до 500 В, постоянный – 2,0/1,5/0,5 А при напряжениях соответственно 110/220/440 В;
- номинальное напряжение переменного тока – 220, 380В;
- номинальное напряжение постоянного тока – 110, 220, 440В;
- степень защиты – IP44;
- эксплуатационная частота включений – до 600 в час;
- температура окружающей среды – от –40 до +40°С;
- механическая износостойкость – 1 000 000 ВО;
- ввод внешних проводов через гермоввод;
- выключатели имеют 2 электрические цепи.

Габаритные и присоединительные размеры концевых выключателей серии КУ-700 приведены на рис. 2.6 – 2.8 [38].

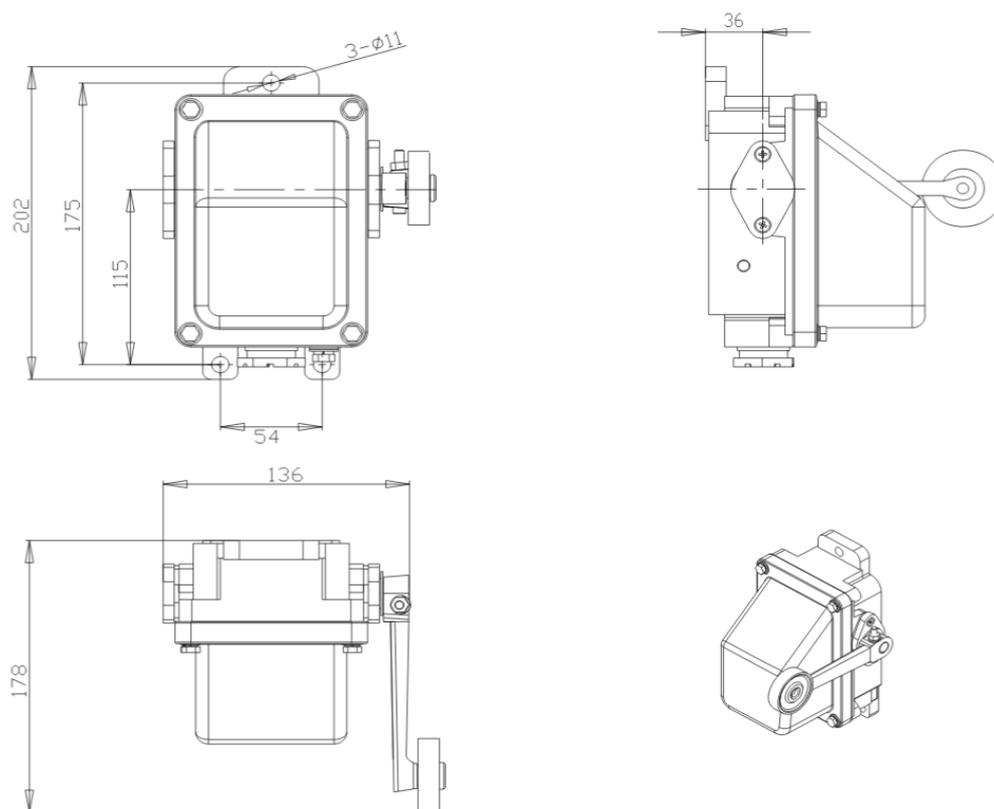


Рис. 2.6. Габаритные размеры концевых выключателей КУ-701

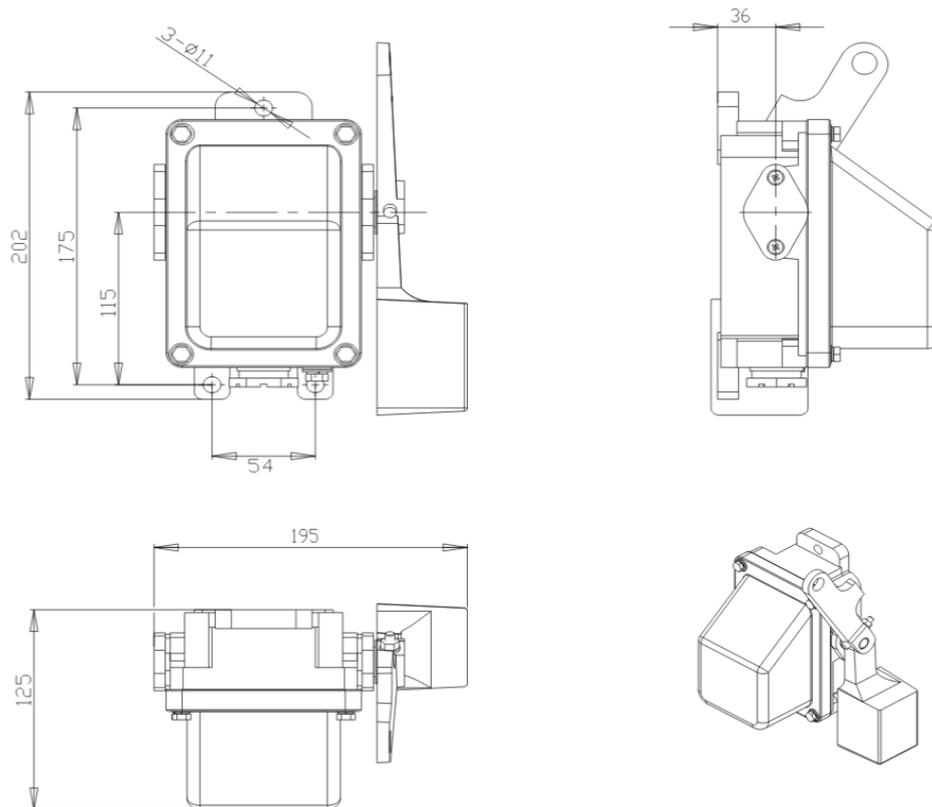


Рис. 2.7. Габаритные размеры концевого выключателя КУ-703

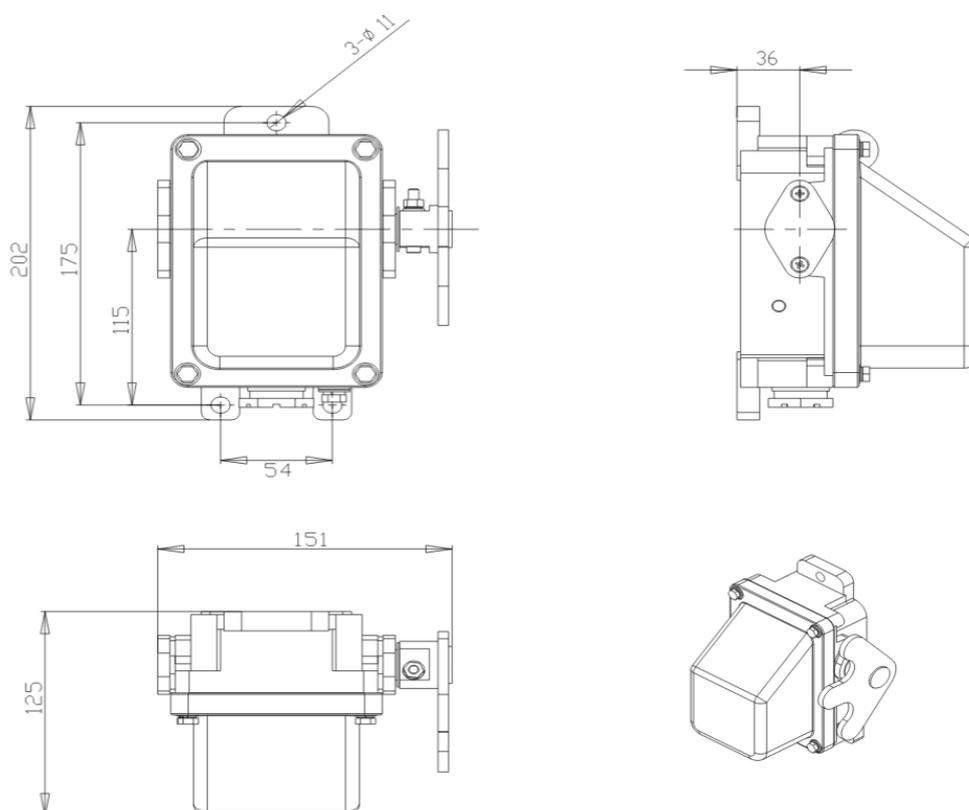


Рис. 2.8. Габаритные размеры концевого выключателя КУ-704

2.3. Концевые выключатели серии ВМ

В современных отечественных кранах для ограничений высоты подъёма крюковой подвески применяются концевые выключатели серии ВМ ООО НПП «Резонанс», г. Челябинск (рис. 2.9), ограничивающие перемещение крюка или стрелы перед подходом к оголовку стрелы или упору [39].



Рис. 2.9. Внешний вид концевого выключателя ВМ

Основные особенности и технические характеристики ВМ [39]:

- наличие бесконтактного электронного коммутатора внешней цепи на основе полупроводниковых транзисторов;
- срабатывание при любом направлении приложения усилия к рычагу выключателя;
- герметичная конструкция;
- широкий диапазон рабочих температур;
- светодиодный индикатор состояния выхода;
- защита от неправильной полярности питающего напряжения и коротких замыканий;
- усилие срабатывания – 20 Н;
- работа в бортовых сетях с напряжением 12 и 24 В;
- максимальный ток коммутации – 400 мА;
- падение напряжения на открытом ключе – не более 2,2 В;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 16 мА.

Габаритные и присоединительные размеры концевых выключателей серии ВМ приведены на рис. 2.10 [39].

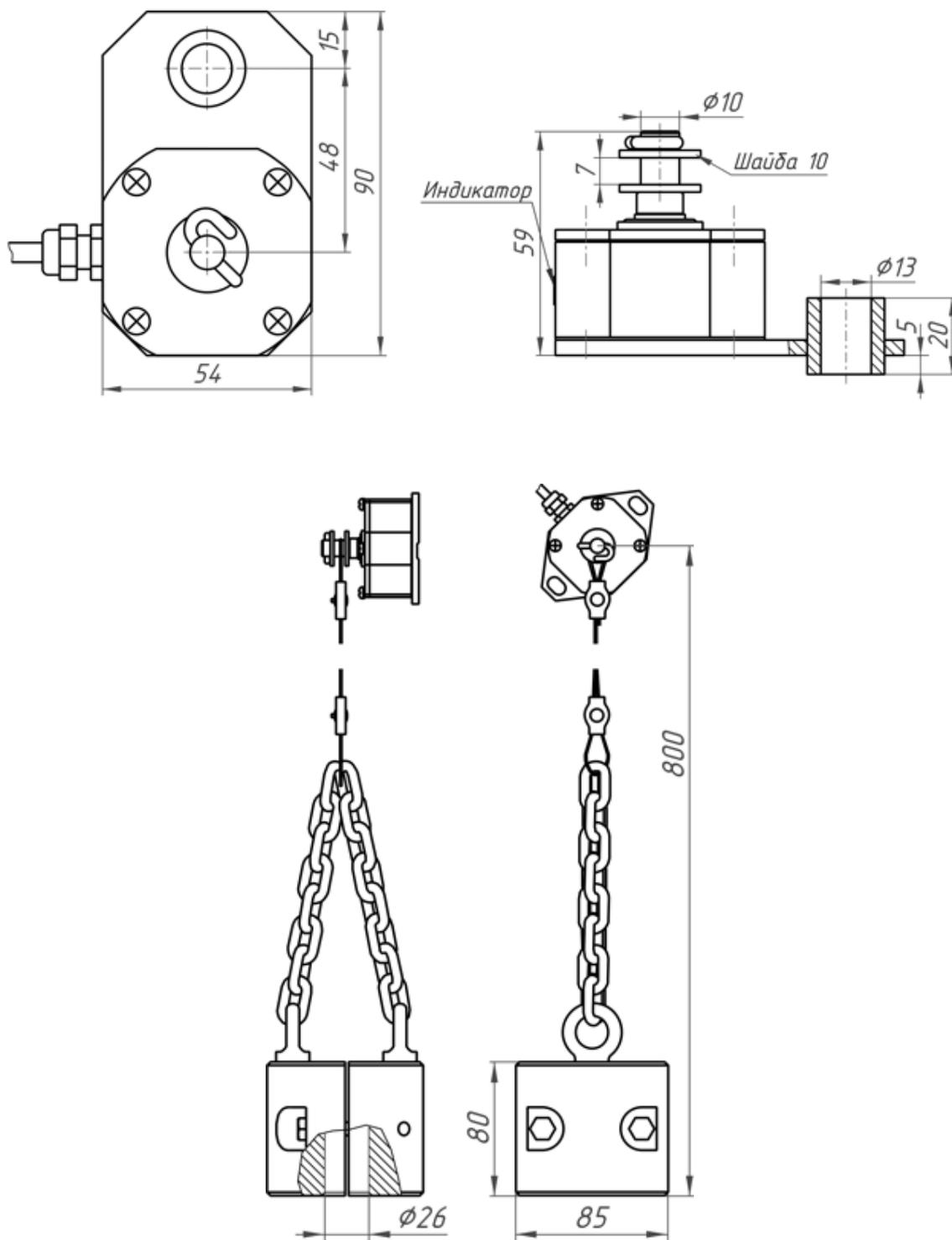


Рис. 2.10. Габаритные размеры концевых выключателей ВМ

Наличие бесконтактного электронного коммутатора внешней цепи является преимуществом концевых выключателей серии ВМ.

2.4. Ограничитель подъёма крюка ОПКМ-5.0

Ограничитель подъёма крюка ОПКМ-5.0 ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка (рис. 2.10) предназначен для контроля положения крюка и автоматического отключения привода лебёдки при приближении крюка к верхнему крайнему положению. ОПКМ-5.0 может применяться на кранах-манипуляторах, электроталях и кран-балках. Конструктивно ОПКМ-5.0 представляет собой однополюсный двухпозиционный концевой выключатель механического типа, размещённый внутри металлического корпуса оригинальной конструкции [40].

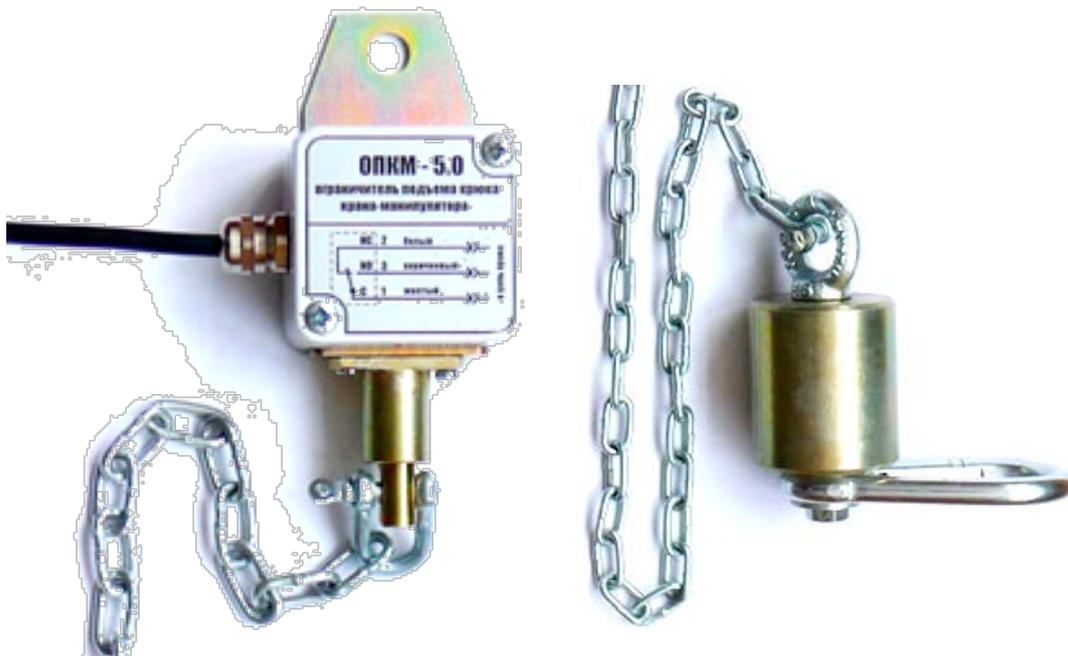


Рис. 2.10. Внешний вид ограничителя подъёма крюка ОПКМ-5.0

Основные особенности и технические характеристики ограничителя подъёма крюка ОПКМ-5.0 [40]:

- герметичная конструкция;
- наличие электромеханического коммутатора;
- рабочий ход коммутатора – 3 мм;
- диапазон рабочих температур – от -40 до $+40$ °С;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP54;
- напряжение коммутируемой цепи – 24 В постоянного тока или 220 В переменного тока;
- максимальный ток коммутации – 5 А.

Контрольные вопросы и задания

1. Что называется концевым выключателем?
2. Назовите назначение и область применения концевых выключателей.
3. Назовите два основных типа концевых выключателей. В чем их различие в плане применения и функций?
4. Чем отличаются рычажные и шпindelные путевые выключатели?
5. Объясните принцип работы ограничителя подъёма крюка.
6. На каком расстоянии от оголовка стрелы крана ограничитель подъёма крюка должен обеспечить остановку грузозахватного органа?
7. Какой концевой выключатель серии КУ может работать путевым выключателем?
8. Опишите конструкцию концевых выключателей КУ-703.
9. Какой из приведенных выше ограничителей имеет наибольший ток коммутации?
10. Какие особенности имеют концевые выключатели серии ВМ?
11. Опишите конструкцию концевых выключателей ОПКМ-5.0.

3. ОГРАНИЧИТЕЛИ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ

Технологические процессы производства работ с применением ГПМ и механизмов не исключают их возможную перегрузку, и во время работы по подъёму и перемещению груза они могут представлять повышенную опасность для эксплуатирующего и обслуживающего персонала, а также пассажиров, находящихся в зоне их действия. В связи с этим на ГПМ устанавливают специальные приборы и системы безопасности [3, 4, 5]:

- *ограничители предельного груза (ОПГ);*
- *устройства контроля перегрузки (УКП);*
- *ограничители грузоподъёмности (ОГП).*

ОПГ, УКП и ОГП являются приборами защиты ГПМ и механизмов от перегрузок, применение которых исключает возможность подъёма или перемещения сверхнормативных грузов. Превышение грузоподъёмности (для конкретного вылета) может быть не более чем на 10% для стреловых и железнодорожных кранов, кранов-манипуляторов и кранов-трубоукладчиков, лифтов, подъёмников (вышек); на 15% для порталных и башенных кранов; на 25% для кранов мостового типа.

3.1. Назначение и принцип работы ограничителей

Ограничители грузоподъёмности предназначены для защиты ГПМ от опасных режимов работы при подъёме и перемещении груза и информирования машиниста о состоянии ГПМ.

Ограничители грузоподъёмности устанавливают на стреловых кранах и кранах мостового типа. Однако между ограничителями грузоподъёмности этих двух групп кранов имеется принципиальное различие. Основным назначением ограничителей грузоподъёмности кранов мостового типа (мостовых и козловых кранов и мостовых перегружателей) является защита силовых элементов крана и, в первую очередь, крановой металлоконструкции от недопустимых перегрузок. Назначением ограничителей грузоподъёмности свободностоящих стреловых кранов (автомобильных, гусеничных, пневмоколесных, железнодорожных, башенных, порталных) является, кроме вышеописанного, также защита их от опрокидывания [3, 4, 5].

Применение ограничителей грузоподъёмности регламентировано нормативными документами, приведенными в подразд. 1.2. Ими в

обязательном порядке должны быть оснащены все новые и находящиеся в эксплуатации ГПМ всех видов и типов.

Особенность работы ограничителей грузоподъемности основана на сравнении действительной и допускаемой нагрузок на подъемное устройство и запрещении подъема или перемещения груза в случае превышения допускаемой нагрузки. Они автоматически выключают приводы механизмов подъема груза и изменения вылета стрелы, продолжение работы которых направлено на снижение устойчивости крана, в случае подъема груза, масса которого превышает допустимую грузоподъемность (для данного вылета). Управляющие цепи ограничителей должны включаться в цепи управления электроприводами или электрогидравлической распределительной аппаратуры исполнительных грузоподъемных механизмов ГПМ. После срабатывания ограничителя грузоподъемности должна быть возможность опускания груза или включения исполнительных механизмов с направлением перемещения, обеспечивающим снижение грузового момента.

3.2. Виды ограничителей грузоподъемности

Самые первые ограничители, применявшиеся на автомобильных кранах, были *механические*, они представляли собой систему рычагов, воздействовавшую на механизм сцепления автомобиля, что приводило к отключению крановой установки.

Позднее появились *электромеханические ограничители*, в которых система рычагов воздействовала на концевой выключатель, замыкавший цепь питания обмотки электропневмоклапана сцепления.

Наиболее современными ограничителями грузоподъемности являются *электронные и микропроцессорные ограничители*.

К электронным ограничителям традиционного типа относятся: ОГБ-2, ОНК-М, ОГБ-3, ОГБ-3-П-3575 и некоторые др.

К ограничителям микропроцессорного типа относятся: АСУ ОГП-31А, ПЗК-10(30); ОГМ240, ПБЛ240, ОГМ25.5, АЗК110, ОПГ11, ОНК-140(160); АС-АОГ-01м+; ОГШ-2(4); АМL М1 и GR-300ЕХ японской компании Tadano; MARK 4E/2 и MARK 4K компании Krüger Systemtechnik и др.

Ограничители типа ОГБ-2 и ОНК-М предназначены в основном для кранов с гибкой подвеской решетчатой стрелы, но иногда могли применяться и на башенных кранах. Решетчатой является стрела, длина которой в процессе работы крана остается неизменной. Решетчатая стрела, как правило, имеет гибкую подвеску, т.е. подъем и

опускание стрелы осуществляются лебёдкой с помощью стрелового полиспаста.

Ограничители типа ОГП-31А, ПЗК-10(30); ОГМ240, ПБЛ240, ОГМ25.5, АЗК110, ОПГ11, ОНК-140(160); АС-АОГ-01м+ предназначены для самоходных кранов с жесткой подвеской телескопической стрелы (автокраны с гидравлической системой подъёма стрелы), мостовые, козловые, башенные краны и т.д.

Число разновидностей ограничителей достаточно велико. Однако их различия относятся в основном к конструкции и не являются принципиальными. Современный уровень приборостроения позволяет создавать равнозначные по функциональным, точностным и другим технико-экономическим и эксплуатационным показателям ограничители в разном конструктивном исполнении и на различной элементной базе. Выбор конструктивных решений часто определяется традициями, соображениями патентной защиты, экономическим и производственным положением.

3.3. Требования к ограничителям грузоподъёмности

Среди требований к ограничителям и указателям грузоподъёмности, приведенных в нормативных документах, можно выделить:

- у кранов, имеющих две или более грузовые характеристики, ограничитель должен иметь устройство для переключения его на выбранную характеристику;
- краны мостового типа должны быть оборудованы ограничителями грузоподъёмности (для каждой грузовой лебёдки), если возможна их перегрузка по технологии производства. Краны с переменной по длине моста грузоподъёмностью также должны быть оборудованы такими ограничителями;
- после срабатывания ограничителя грузоподъёмности должна иметься возможность опускания груза или включение других механизмов для уменьшения грузового момента;
- защитная панель или релейный блок ограничителя должны быть опломбированы;
- у кранов, грузоподъёмность которых меняется с изменением вылета, должен быть предусмотрен *указатель грузоподъёмности*, соответствующей вылету. Шкала (табло) указателя грузоподъёмности должна быть отчетливо видна с рабочего места крановщика. Указатель грузоподъёмности может входить в состав электронного ограничителя грузоподъёмности.

3.4. Параметры грузоподъемных кранов и характеристики ограничителей грузоподъемности

Для работы ограничителей грузоподъемности необходимо учитывать основные геометрические параметры крана (рис. 3.1) [2, 6].

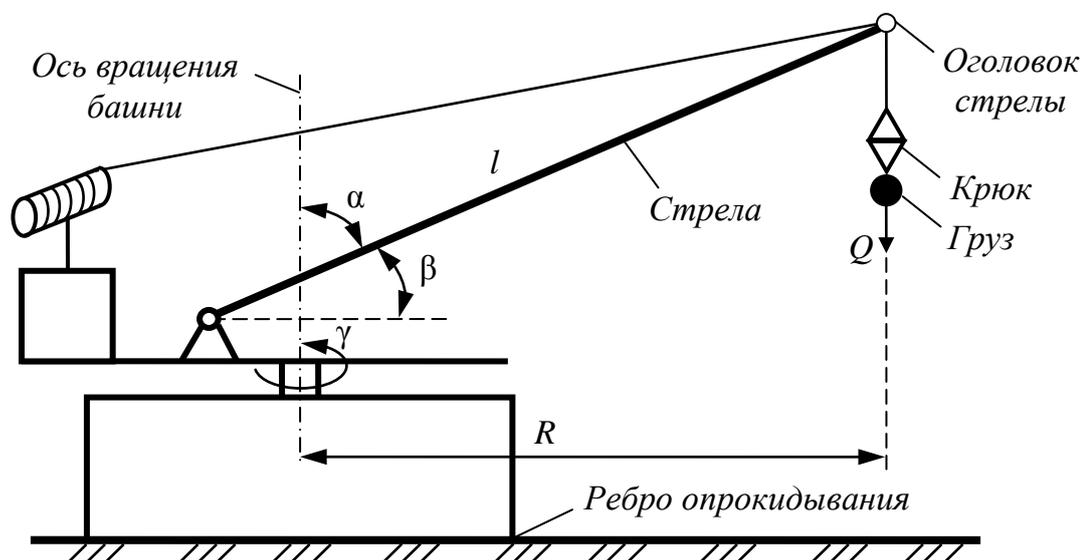


Рис. 3.1. Параметры грузоподъемного крана

Ребром опрокидывания называется линия опорного контура, относительно которой вероятность опрокидывания крана наибольшая. Линией опорного контура является периметр прямоугольника, образованного опорными элементами платформы крана.

Угол наклона стрелы α (β) – это угол между фактическим положением стрелы и её крайним верхним или нижним положением (в разных видах ограничителей угол наклона отсчитывается по-разному).

Угол азимута γ – это угол поворота платформы относительно ходовой рамы крана в горизонтальной плоскости.

Длина стрелы l – прямое расстояние от точки крепления стрелы до оголовка стрелы.

Вылет крюка (стрелы) R – это плечо силы веса груза на крюке относительно оси вращения башни (в ПБ 10-382-00 – это расстояние по горизонтали от оси вращения поворотной части до вертикальной оси грузозахватного органа) при установке крана на горизонтальной площадке.

Грузовая характеристика крана – это зависимость максимально допустимой массы груза Q_{\max} , который может поднять кран при данном вылете, от величины этого вылета R [2, 6].

$$Q_{\max} = f_1(R). \quad (3.1)$$

Величина Q_{\max} берется с коэффициентом запаса $K_3 = 1,4$:

$$Q_{\max} = Q_{\text{пред}}/K_3, \quad (3.2)$$

где $Q_{\text{пред}}$ – предельно допустимая для данного вылета масса груза.

Запас дается с целью повышения безопасности работ, в том числе при возможном возникновении динамических перегрузок при работе крана, а также с целью предотвращения преждевременного износа механических узлов крана.

В документации на кран обычно приводится график $Q_{\max} = f_1(R)$ (рис. 3.2) либо таблица грузоподъёмности.

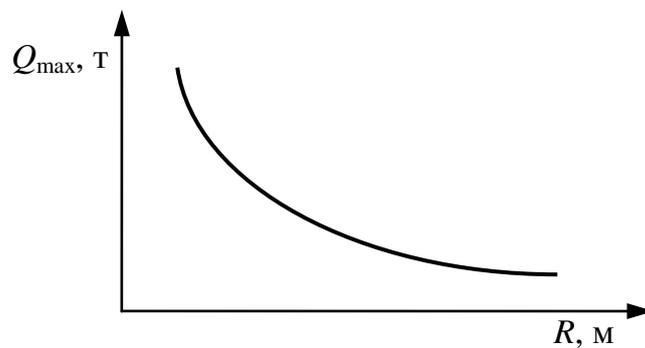


Рис. 3.2. Грузовая характеристика крана

Ограничитель осуществляет защиту крана от перегрузки и опрокидывания на основе контроля грузовой характеристики. Для этого должны быть решены следующие вопросы:

- составлен алгоритм работы и характеристики ограничителя;
- выбраны средства измерения параметров крана;
- определены численные значения параметров, контролируемых этими средствами.

В ограничителях грузоподъёмности для кранов с гибкой подвеской решетчатой стрелы отсутствуют датчики, непосредственно измеряющие массу груза из-за низкой точности подобного отбора информации. Вместо них устанавливаются *датчики усилия* F на силовых элементах крепления стрелы, при этом одновременно учитывается масса стрелы, что особенно важно для кранов с тяжелыми стрелами. Датчик усилия устанавливается на кран таким образом, что величина нагрузки на него пропорциональна, но не равна весу поднимаемого груза и составляет лишь часть веса груза. Для большинства датчиков допустимое усилие составляет 500 кг.

Для кранов с телескопической стрелой грузовые характеристики преобразуются в характеристики отключения ограничителя при изменении нагрузки по оси гидроцилиндра подъёма стрелы. Поэтому информацию о массе поднимаемого груза получают путём преобразования разности давлений в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра специальным гидромеханическим преобразователем в усилие, измеряемое датчиком усилия, либо путём непосредственного измерения давления в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра [2, 6].

Также *вылет крюка R* не может быть измерен непосредственно, поэтому в современных ограничителях он контролируется измерением угла наклона стрелы α и, в случае телескопической стрелы, длины стрелы l .

Поэтому для работы ограничителя грузоподъёмности на кранах с решетчатой стрелой необходимо преобразовать грузовую характеристику крана $Q_{\max} = f_1(R)$ в характеристику отключения ограничителя $F_{\max} = f_2(\alpha)$ (рис. 3.3).

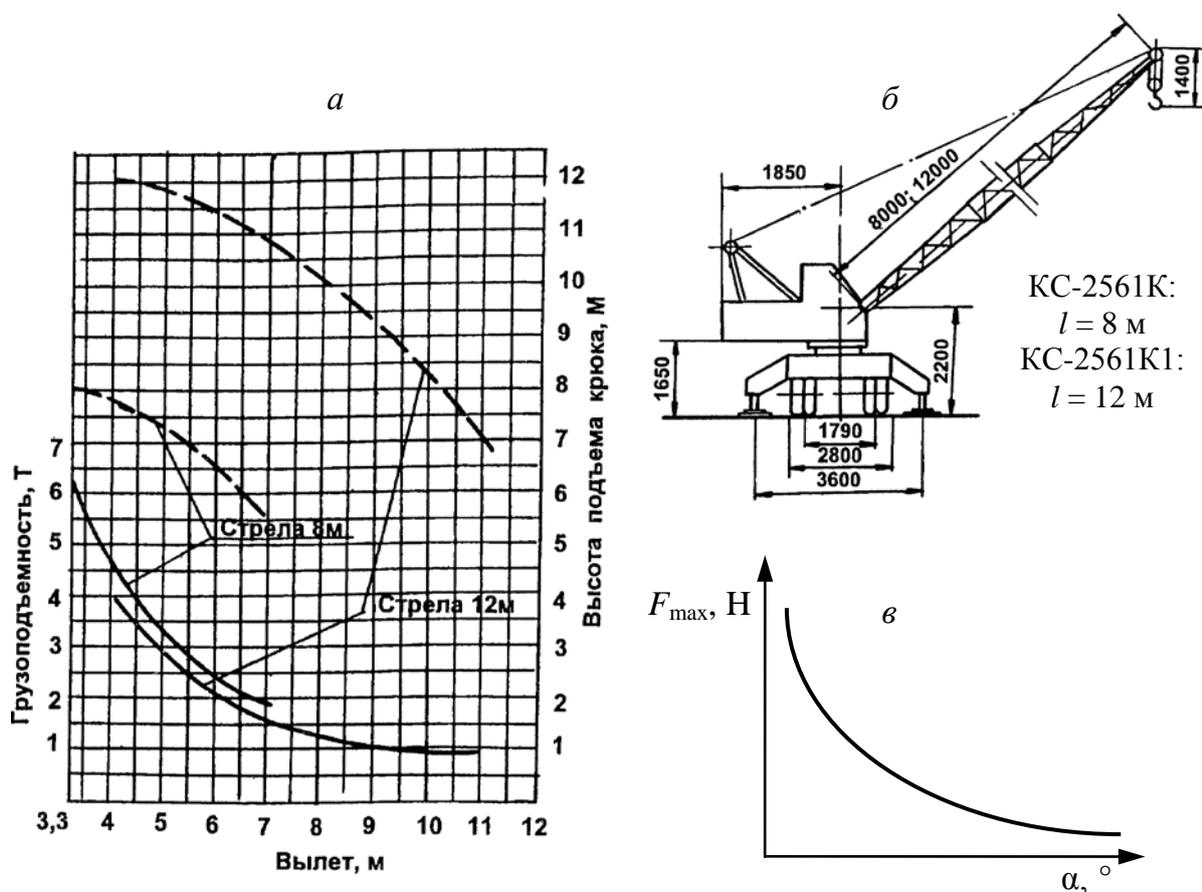


Рис. 3.3. Параметры и характеристики крана КС-2561К(1):
 а – грузовые характеристики; б – схема крана; в – характеристика отключения ограничителя грузоподъёмности

Для кранов с телескопической стрелой грузовые характеристики и характеристики отключения представляют в виде нескольких графиков $F_{\max} = f_2(\alpha)$, каждый из которых соответствует определенной длине стрелы l . Криволинейные участки графиков соответствуют допустимым условиям опрокидывания, прямые линии – ограничениям по условиям прочности конструкции (рис. 3.4) [2, 6].

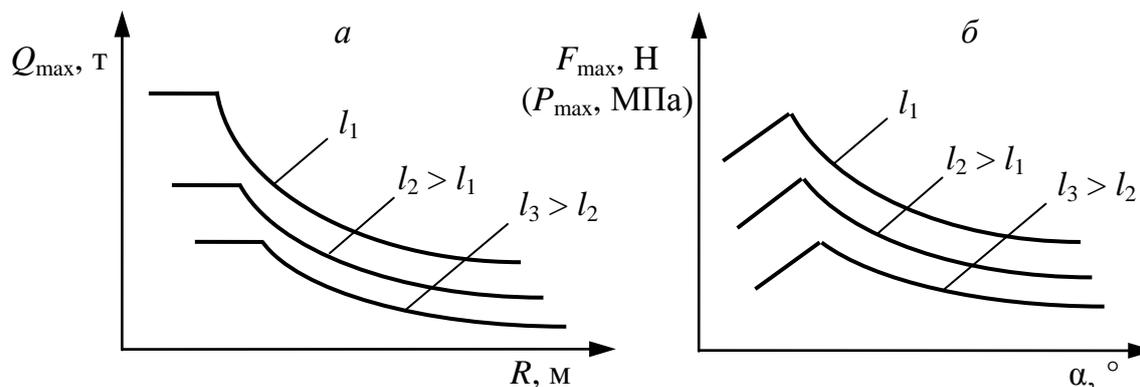


Рис. 3.4. Характеристики крана с телескопической стрелой:
 а – грузовые характеристики; б – характеристики отключения ограничителя

Характеристики отключения ограничителя грузоподъемности строятся для случая максимальной нагрузки Q_{\max} и нагрузки $1,1Q_{\max}$, полагая, что в зоне, расположенной ниже графика Q_{\max} , ограничитель должен разрешать работу крана, а выше графика $1,1Q_{\max}$ – запрещать. В зоне между графиками, называемой *зоной отключения*, возможно любое состояние ограничителя (рис. 3.5). Эта зона используется на случай возникновения всевозможных погрешностей ограничителя, узлов его привязки к крану и разброса параметров последнего, в связи с чем функция отключения рассчитывается на среднее значение $\sim 1,05Q_{\max}$. Для этого значения проводится настройка ограничителя [2, 6].

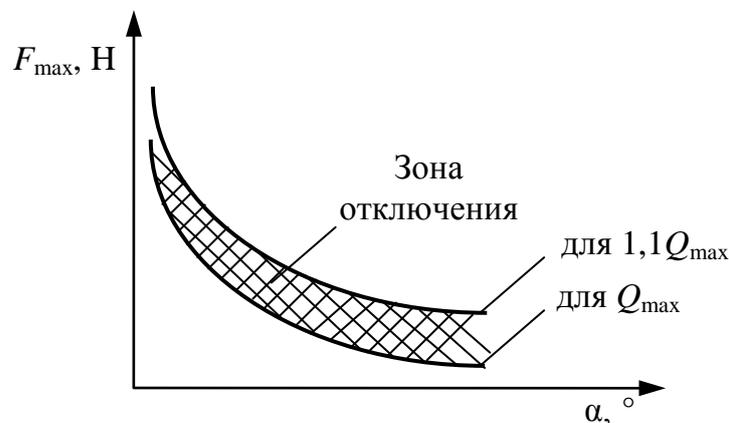


Рис. 3.5. Зона отключения ограничителя грузоподъемности

3.5. Электронный ограничитель грузоподъёмности ОГБ-2 (ОНК-М)

К самым распространенным электронным ограничителям грузоподъёмности, устанавливаемым на кранах с решетчатой стрелой, относится ОГБ-2 (рис. 3.6). Существует более 40 модификаций данного ограничителя, каждая из которых предназначена для определенного типа крана [6].



Рис. 3.6. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности ОГБ-2

Ограничитель грузоподъёмности ОГБ-2 является системой автоматической защиты и предназначен для установки на краны с решетчатой стрелой (в том числе башенные) [6].

ОГБ-2 обеспечивает защиту от опрокидывания крана при перегрузке путём сравнения сигналов с датчиков усилия и угла. Защита срабатывает как при попытке подъёма груза массы, превышающей грузоподъёмность крана, так и при попытке увеличения вылета стрелы с грузом, который кран смог поднять, но при этом происходит выход из грузовой характеристики крана.

ОГБ-2 отображает опрокидывающий момент в процентах от предельного при данном вылете с помощью стрелочного прибора. Также на панели расположены две лампы, сигнализирующие режимы работы прибора – работа разрешена или запрещена.

Ограничитель при перегрузке автоматически отключает цепи питания приводов механизмов подъёма груза и механизмов, продолжение работы которых направлено на снижение устойчивости крана.

В состав ограничителя ОГБ-2 входят [6]:

- блок управления *БУ* – 1;
- датчик усилия *ДУС* – 2;
- датчик угла *ДУГ* – 3;
- панель сигнализации *ПС* – 4.

Функциональная схема ОГБ-2 изображена на рис. 3.7.

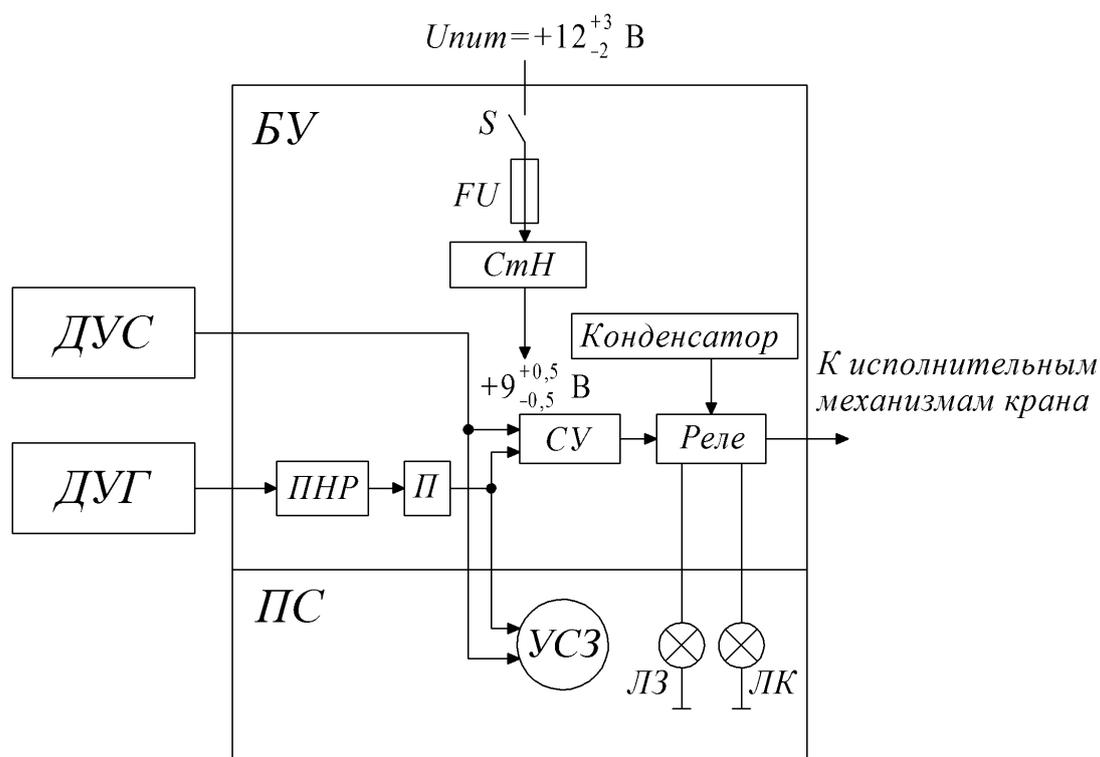


Рис. 3.7. Функциональная схема ограничителя грузоподъёмности ОГБ-2

Блок управления устанавливается в кабине машиниста. В состав *БУ* входят (см. рис. 3.7) [6]:

- тумблер включения *S*;
- предохранитель *FU*;
- стабилизатор напряжения *СтН*;
- переключатель характеристик *П*;
- плата настроечных резисторов *ПНР*;
- сравнивающее устройство *СУ*;
- реле;
- конденсатор, включенный параллельно обмотке реле.

Стабилизатор *СтН* обеспечивает при напряжении бортовой сети от 10 до 15 В постоянного тока стабилизированное напряжение $9 \pm 0,5$ В, необходимое для питания *ДУС*, *ДУГ*, *СУ*.

Переключатель *П* предназначен для выбора характеристики отключения ограничителя в зависимости от режима работы крана (на опорах, со вставками для увеличения длины стрелы, без опор). В зависимости от выбранного режима переключатель подключает к датчику угла пару настроечных резисторов, позволяющих регулировать крутизну и смещение характеристики отключения ограничителя грузоподъемности относительно осей координат *F* и α . В процессе работы крана положение переключателя должно оставаться неизменным.

Сравнивающее устройство *СУ* принимает выходные сигналы датчика угла и датчика усилия. Выходной сигнал *СУ* поступает на реле, которое управляет исполнительными механизмами крана. Конденсатор увеличивает время срабатывания и время отпускания реле, чтобы ограничитель грузоподъемности не реагировал на кратковременные изменения нагрузки.

В ОГБ-2 применяются бесконтактные трансформаторные преобразователи параметров крана, выполненные на дискретных элементах (диодах, транзисторах, резисторах) и имеющие высокую надежность.

Датчик усилия ДУС предназначен для преобразования приложенного к нему усилия в напряжение постоянного тока [6]:

$$U_{ДУС} = K_{ДУС} \cdot F, \quad (3.3)$$

где $U_{ДУС}$ – выходное напряжение датчика усилия; F – сила, приложенная к датчику усилия; $K_{ДУС}$ – коэффициент преобразования.

Датчик усилия обычно устанавливается на силовых элементах крепления стрелы, в частности, на стреловом полиспасте (рис. 3.8, *а*) с помощью растяжек (рис. рис. 3.8, *б*); при этом одновременно учитывается масса стрелы. Место установки растяжек и расстояние между ними указываются в конструкторской документации.

ДУС работает на растяжение и состоит из пыле- и брызгозащитного корпуса; упругого кольца, деформация которого пропорциональна величине действующего на него усилия; трансформаторного преобразователя, преобразующего деформацию кольца в пропорциональную величину электрического сигнала [6].

Датчик угла ДУГ преобразует угол наклона стрелы в постоянное напряжение [6]:

$$U_{ДУГ} = K_{ДУГ} \cdot \alpha, \quad (3.4)$$

где $U_{ДУГ}$ – выходное напряжение датчика угла; α – угол наклона стрелы; $K_{ДУГ}$ – коэффициент преобразования.

ДУГ устанавливается у основания стрелы (см. рис. 3.8, а) таким образом, чтобы ось вращения оси датчика совпадала с осью вращения стрелы, при этом вал датчика соединяется со стрелой специальным поводком [6].

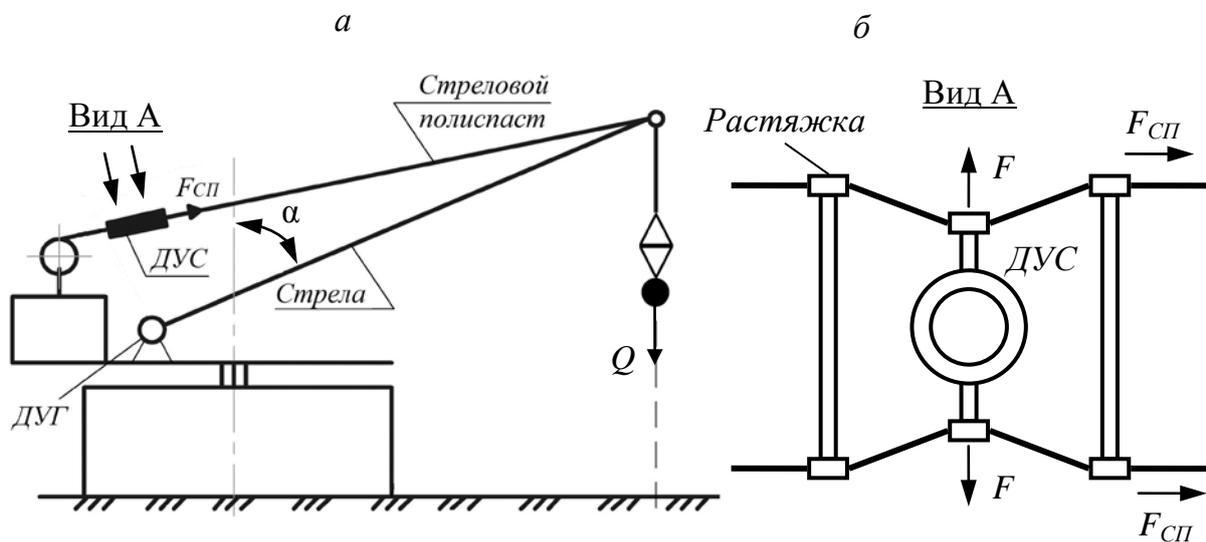


Рис. 3.8. Установка датчиков ограничителя ОГБ-2:
а – общая схема расположения; б – датчик усилия на растяжках

Панель сигнализации ПС, как и блок управления, устанавливается в кабине машиниста. В состав ПС входят (см. рис. 3.7) указатель степени загрузки УСЗ, сигнальные лампы ЛЗ и ЛК. УСЗ представляет собой стрелочный индикатор с неоцифрованной шкалой. Он указывает лишь приближение величины опрокидывающего момента к 100%. На этот индикатор подается напряжение, равное разности выходных напряжений датчиков угла и усилия: $U_{ДУГ} - U_{ДУС}$. При $U_{ДУГ} = U_{ДУС}$ стрелка индикатора указывает на 100%. Лишь это значение может быть указано точно, поэтому на шкале оцифрована только риска 100. При этом следует иметь в виду, что под значением 100% понимается не номинальное значение опрокидывающего момента, определенное по грузовым характеристикам крана, а то значение, на которое настроен ограничитель.

Сигнальные лампы ЛЗ и ЛК управляются контактами реле БУ (см. рис. 3.7). Если ограничитель выдает команду, разрешающую работу крана, горит зеленая лампа ЛЗ, красная лампа ЛК при этом погашена. При срабатывании ограничителя, когда выдается команда на отключение цепей питания исполнительных механизмов крана, зеленая лампа ЛЗ гаснет, загорается красная ЛК.

Ограничитель ОГБ-2 воспроизводит грузовую характеристику $Q_{\max} = f_1(R)$ в виде функции отключения $F_{\max} = f_2(\alpha)$. Принцип работы ограничителя устроен таким образом, что сигнал ДУГ $U_{ДУГ}$ пропорционален моменту устойчивости крана, а сигнал ДУС $U_{ДУС}$ – моменту опрокидывания. СУ блока управления (см. рис. 3.7) сравнивает эти два напряжения и управляет состоянием реле. Если $U_{ДУС} \leq U_{ДУГ}$, обмотка реле находится под напряжением, контакты реле замыкают цепи питания приводов исполнительных механизмов крана и работа крана разрешена. Если $U_{ДУС} > U_{ДУГ}$, обмотка реле обесточена, СУ выдается команда, запрещающая работу исполнительных механизмов крана.

Ограничитель ОНК-М аналогичен ОГБ-2 как по внешнему виду, так и по принципу работы. Однако конструкция ОНК-М имеет свои особенности. Датчик угла ОНК-М – контактный, в нем используется проволочный потенциометр – весьма надежный, однако все же бесконтактная конструкция ОГБ-2 более предпочтительна с точки зрения эксплуатации. С другой стороны, ДУГ ОНК-М – недефицитный и недорогой, поэтому в случае выхода из строя его можно без проблем приобрести. Датчик усилия ОНК-М отличается от ДУС ОГБ-2 использованием микросхемы М2ППМ0031 и иным расположением силовых рымов – колец для продевания троса. В релейном блоке ОНК-М нет стабилизатора напряжения, поэтому при перепадах в бортовой сети крана на датчики подается различное напряжение питания.

Панель сигнализации ограничителя ОНК-М полностью идентична панели ОГБ-2.

Модификации прибора ОНК-М аналогичны ОГБ-2: на некоторых кранах установлены ОГБ-2, на некоторых – ОНК-М, причем одних и тех же модификаций. Однако электрическая проводка различна, поэтому вместо ОГБ-2 нельзя установить ОНК-М той же модификации. Существуют также «двухугловые» модификации ОНК-М – это ОНК-М-29 и ОНК-М-46 с двумя датчиками угла в комплекте. Они используются на кареточных башенных кранах с балочной стрелой. ОГБ-2 таких модификаций не имеет.

Недостатком ограничителей ОГБ-2 и ОНК-М является то, что они не обеспечивают координатной защиты, защиты от опасного приближения к ЛЭП, защиты при проваливании лапы в мягкий грунт, записи и хранения информации о работе. Они обеспечивают только защиту от перегрузки и опрокидывания. Данный факт при современных требованиях безопасности работ, производимых грузоподъемными машинами, значительно ограничивает их применение.

3.6. Электронный ограничитель грузоподъёмности ОГБ-3(ЗП)

Одним из самых распространенных электронных ограничителей грузоподъёмности, устанавливаемых на кранах с жесткой подвеской телескопической стрелы, является ОГБ-3 (рис. 3.9). ОГБ-3 имеет несколько модификаций, отличающихся в основном настроечными параметрами, и устанавливается на краны с телескопической стрелой типа КС-3571, КС-3577 и его модификации, выпускаемые АО «Автокран», г. Иваново [6].



Рис. 3.9. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности ОГБ-3

Ограничитель грузоподъёмности ОГБ-3 является системой автоматической защиты, устанавливается на гидравлические краны с жесткой подвеской телескопической стрелы и предназначен для формирования команды управления с целью защиты крана от перегрузки и опрокидывания и информирования машиниста о состоянии крана и положении его рабочего оборудования. Ограничитель ОГБ-3 при перегрузке автоматически отключает цепи питания приводов механизма подъёма груза и механизмов, продолжение работы которых направлено на снижение устойчивости крана [6].

ОГБ-3 отображает опрокидывающий момент в процентах от предельного при данном вылете с помощью стрелочного прибора. Также имеется указатель длины стрелы, представляющий собой стрелочный прибор, шкала которого оцифрована в метрах. Так же, как и на ОГБ-2, на панели ОГБ-3 расположены две лампы, сигнализирующие режимы работы прибора – работа разрешена или запрещена.

В состав ограничителя ОГБ-3 входят [6]:

- блок управления *БУ* – 1;
- датчик усилия *ДУС* – 2;
- датчик вылета (угла наклона стрелы) *ДВ* – 3;
- датчик длины стрелы *ДД* – 4;
- панель сигнализации *ПС* – 5.

Функциональная схема ОГБ-3 изображена на рис. 3.10.

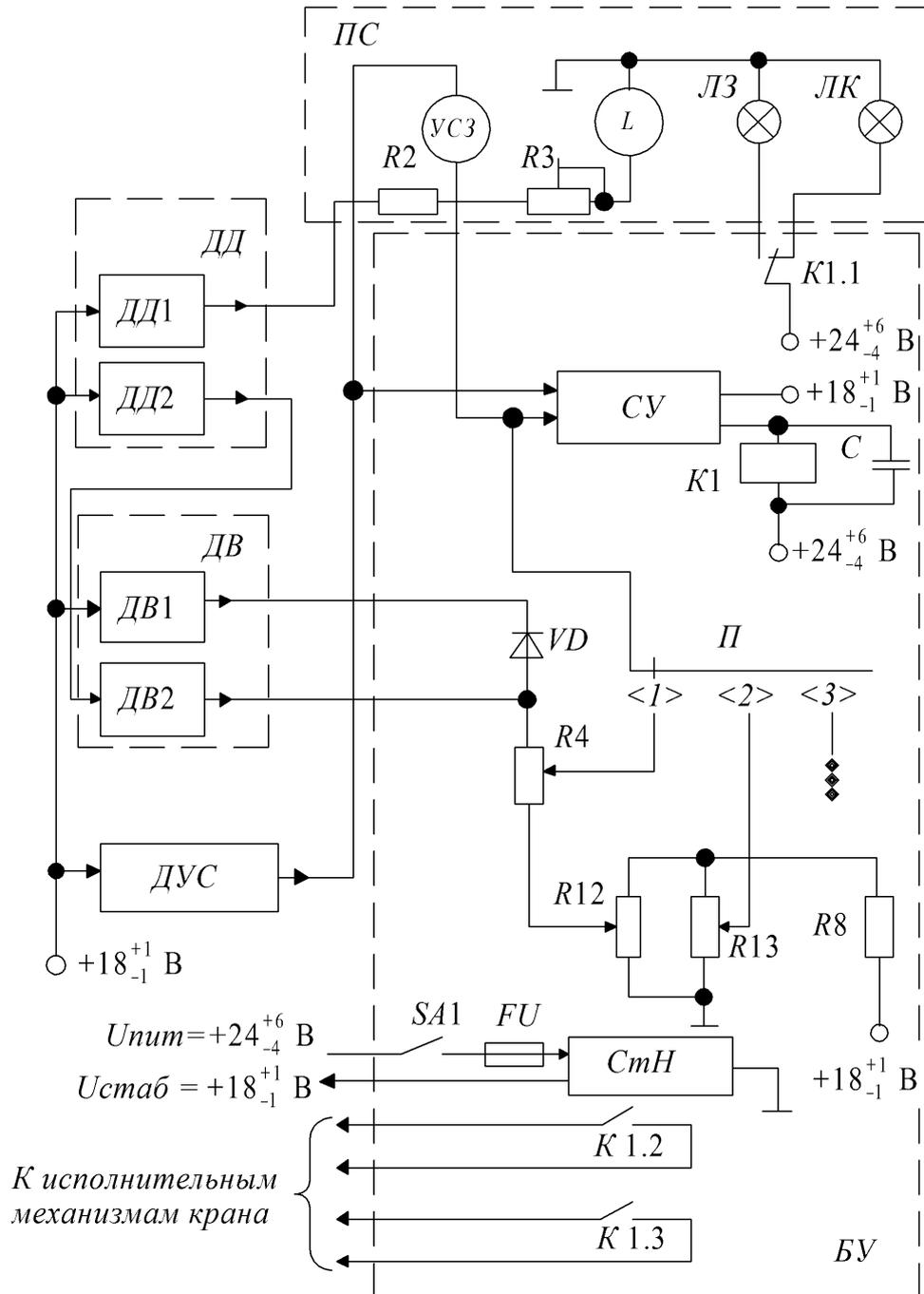


Рис. 3.10. Функциональная схема ограничителя грузоподъёмности ОГБ-3

Блок управления устанавливается в кабине машиниста и выполняет те же функции, что в ограничителе ОГБ-2. В состав блока управления входят [6]:

- тумблер включения $SA1$;
- предохранитель FU ;
- стабилизатор напряжения $СтН$;
- сравнивающее устройство $СУ$;
- переключатель характеристик $П$;
- исполнительное реле $K1$;
- конденсатор выдержки времени C ;
- настроечные резисторы $R4, R12, R13$.

$СтН$ при напряжении бортовой сети от 20 до 30 В постоянного тока выдает стабилизированное напряжение 18 ± 1 В.

Переключатель характеристик $П$ предназначен для выбора характеристики отключения ограничителя, определяющей режим работы крана (на опорах, без опор). В зависимости от выбранного режима переключатель подключает к датчику угла пару настроечных резисторов, позволяющих регулировать крутизну и смещение характеристики отключения относительно осей координат F и α .

$СУ$ сравнивает выходные сигналы второго канала датчика вылета $ДВ2$ и $ДУС$. Выходной сигнал сравнивающего устройства управляет состоянием реле $K1$, которое коммутирует цепи питания приводов исполнительных механизмов крана.

Конденсатор C , включенный параллельно обмотке реле, увеличивает время срабатывания и время отпускания реле, чтобы ограничитель грузоподъемности не реагировал на кратковременные изменения нагрузки. Настроечные резисторы служат для настройки ограничителя на стенде и для его подстройки на кране.

Для крана с телескопической стрелой грузовая характеристика $Q_{\max} = f_1(R)$ преобразуется в характеристику отключения ограничителя $F_{\max} = f_2(\alpha)$ при измерении нагрузки по оси гидроцилиндра подъема стрелы. В ограничителях ОГБ-3 различной модификации эта нагрузка измеряется $ДУС$, аналогичным $ДУС$ ограничителя грузоподъемности ОГБ-2. Датчик усилия работает на растяжение совместно с гидромеханическим преобразователем плунжерного типа, преобразующим давление в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъема стрелы в усилие на датчике (рис. 3.11, а). $ДУС$ преобразует приложенное к нему усилие в напряжение постоянного тока. Основное отличие от $ДУС$ ОГБ-2 в наличии дополнительного транзисторного усилительного каскада.

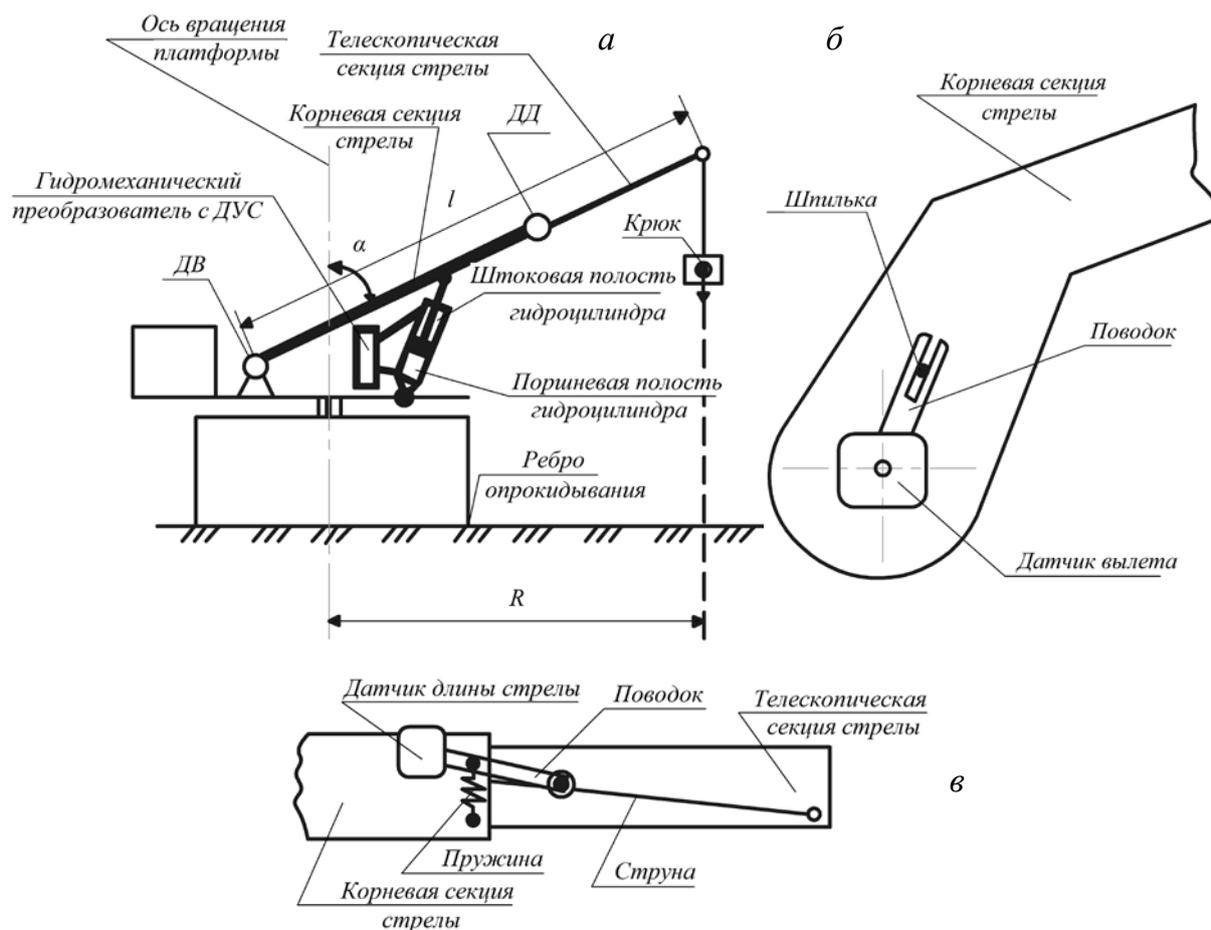


Рис. 3.11. Установка датчиков ограничителя ОГБ-3:
а – общая схема расположения; *б* – датчик вылета у основания стрелы;
в – датчик длины стрелы на корневой секции стрелы

В ОГБ-3, как и в ОГБ-2, применяются бесконтактные трансформаторные преобразователи параметров крана, выполненные на дискретных элементах (диодах, транзисторах, резисторах) и имеющие высокую надежность [6].

Датчик длины стрелы *ДД* устанавливается на корневой секции стрелы. Ролик, закрепленный на конце вращающего вал датчика поводка, прижимается к струне пружиной и перемещается по струне, натянутой на телескопической части стрелы (рис. 3.11, *в*). Благодаря тому, что струна натянута по диагонали, при выдвижении телескопа происходит поворот вала датчика. Иногда вместо одного используются три ролика, между которыми проходит струна. Пружина при этом отсутствует. *ДД* длину стрелы преобразует в электрический сигнал. *ДД* состоит из двух каналов. Первый канал *ДД1* предназначен для получения сигнала, пропорционального длине стрелы. Этот сигнал поступает на указатель длины стрелы в панели сигнализации. Второй

канал $ДД2$ предназначен для получения сигнала, являющегося функцией величины допустимого усилия, воспринимаемого $ДУС$. Этот сигнал участвует в формировании характеристики отключения. $ДД$ содержит вращающийся профильный экран, взаимодействующий с блоками катушек двух трансформаторных преобразователей: $ДД1$ и $ДД2$. Особенностью $ДВ$ является питание преобразователя $ДВ2$ напряжением с выхода $ДД2$.

Датчик вылета (угла наклона стрелы α) $ДВ$ устанавливается так, чтобы вал датчика находился на одной прямой с осью вращения стрелы (рис. 3.11, б). Вращение стрелы при ее подъеме и опускании передается датчику с помощью поводка. $ДВ$ преобразует угол наклона стрелы в электрический сигнал. $ДВ$ конструктивно выполнен одинаково с $ДД$. Отличительной особенностью являются профилированный экран, влияющий на формирование сигналов $ДВ1$ для измерения вылета и $ДВ2$ для заградительной характеристики. Экран $ДВ$ профилирован так, чтобы получить на выходах преобразователей электрический сигнал, соответствующий заградительной характеристике (канал $ДВ2$), и сигнал для коррекции характеристики $ДВ2$ на углах поворота вала датчика более 30° (канал $ДВ1$) [6].

Панель сигнализации ПС, как и блок управления, устанавливается в кабине машиниста. В состав панели сигнализации входят (см. рис. 3.10) указатель степени загрузки $УСЗ$, указатель длины стрелы L , сигнальные лампы $ЛЗ$ и $ЛК$. $УСЗ$ представляет собой миллиамперметр с неоцифрованной шкалой. Он указывает лишь на приближение величины опрокидывающего момента к 100%. На $УСЗ$ подается напряжение, равное разности выходных напряжений $ДВ2$ и $ДУС$: $U_{ДВ2} - U_{ДУС}$. При $U_{ДВ2} = U_{ДУС}$ стрелка индикатора указывает на 100%. Лишь это значение может быть указано точно, поэтому на шкале оцифрована только риска 100. При этом следует иметь в виду, что под значением 100% понимается не номинальное значение опрокидывающего момента, определенное по грузовым характеристикам крана, а то значение, на которое настроен ограничитель. Указатель длины стрелы L представляет собой миллиамперметр, шкала которого отградуирована в метрах. На указатель длины стрелы подается напряжение с выхода $ДД1$. Сигнальные лампы $ЛЗ$ и $ЛК$ управляются контактами реле $БУ$ (см. рис. 3.10). Если ограничитель выдает команду, разрешающую работу крана, горит зеленая лампа $ЛЗ$, красная лампа $ЛК$ при этом погашена. При срабатывании ограничителя, когда выдается команда на отключение исполнительных механизмов крана, зеленая лампа $ЛЗ$ гаснет, загорается красная $ЛК$ [6].

Работа ограничителя основана на сравнении выходного сигнала датчика усилия с предельно допустимой величиной, задаваемой датчиком вылета, контролирующим вылет в зависимости от изменения длины стрелы и угла её наклона. Сигналы с $ДВ2$ и $ДУС$ поступают на входы $СУ$, расположенного в $БУ$. При этом величина сигнала на выходе $ДВ2$ может меняться переменными сопротивлениями $R4$ и $R12$ $БУ$. Напряжение на выходе $ДУС$ $U_{ДУС}$ пропорционально моменту опрокидывания крана, напряжение на выходе $ДВ2$ $U_{ДВ2}$ – моменту устойчивости. Если $U_{ДУС} > U_{ДВ2}$, то $СУ$ обесточивает обмотку исполнительного реле, контакты которого выключают $Лз$, включают $Лк$ и размыкают цепь питания электрогидрораспределителя гидросистемы подъёма стрелы, запрещая дальнейшее перемещение стрелы в сторону увеличения момента опрокидывания крана. Если $U_{ДУС} < U_{ДВ2}$, то подается напряжение на обмотку исполнительного реле, контакты которого замыкают цепь питания электрогидрораспределителя, разрешая работу крана [6].

Ограничитель грузоподъёмности ОГБ-3П-3575А является одной из модификаций ОГБ-3 и выпускался Кишиневским заводом «Электроточприбор» ПО «Интроскоп» специально для установки на автокраны КС-3575А (г. Дрогобыч, Украина) на шасси ЗиЛ-133 ГЯ. Датчики длины, усилия и вылета прибора ОГБ-3П в целом аналогичны датчикам ОГБ-3 [6].

Главное отличие прибора ОГБ-3П от ОГБ-3 – это наличие в рележном блоке плат корректоров. Корректоры служат для повышения точности задания допустимой грузоподъёмности крана в области больших углов наклона стрелы. Изменения были призваны более полно реализовать грузовые характеристики крана, однако это привело к усложнению и удорожанию прибора.

Рассмотренные электронные ограничители грузоподъёмности имеют общие недостатки: ограниченность количества защитных характеристик; ограниченное количество контролируемых параметров грузоподъёмной машины; низкую вычислительную точность при обработке информационных сигналов; малоинформативную индикацию основных параметров грузоподъёмной машины; плохую совместимость с другими приборами и системами безопасности грузоподъёмных машин. В связи с этим, а также возросшими требованиями к безопасности работ, проводимых с помощью грузоподъёмных машин, на сегодняшний день данный вид приборов защиты не выпускается и практически не используется на современных машинах.

3.7. Структура и принцип работы ограничителей грузоподъёмности микропроцессорного типа

Актуальной задачей обеспечения безопасности грузоподъёмных машин на сегодняшний день является использование ограничителя грузоподъёмности с увеличенным объёмом защитных характеристик, повышенной точностью и информативной способностью. Выполнение этих требований и их комплексная реализация оказываются возможными только с условием применения устройств на базе микропроцессорной техники. Решение этой задачи позволит накопить опыт внедрения и эксплуатации микропроцессорных средств на ГПМ, развить средства диагностики, технического обслуживания и ремонта этих средств и приступить к решению более сложных, комплексных задач управления [2, 4].

Микропроцессорные ограничители обладают большими техническими и информационными возможностями. Эти приборы в комплексе позволяют выполнять несколько функций безопасности, таких как ограничение грузоподъёмности, ограничение перемещений конструкций крана вблизи ЛЭП и различных препятствий, регистрировать в блоке памяти параметры работы ГПМ.

Принцип действия микропроцессорного ограничителя основан на последовательном опросе и преобразовании аналоговых сигналов с датчиков первичной информации в цифровой код, определении угла наклона и длины стрелы, расчёте цифровыми методами вылета, высоты подъёма и фактического веса груза с последующим сравнением с предельно допустимыми значениями, заложенными в память ограничителя в виде грузовых характеристик. Выбор грузовой (защитной) характеристики, т.е. соотношение между весом груза и вылетом, производится ограничителем в зависимости от режима работы и вида стрелового оборудования. При превышении допустимой нагрузки при данном вылете формируются исходные команды управления блокировочными устройствами. В ограничителях микропроцессорного типа сигналы всех датчиков совместно с данными о характеристиках отключения, находящихся в запоминающем устройстве, обрабатываются блоком обработки данных в соответствии с заданным алгоритмом, а результат обработки выводится на блок индикации и блок средств отключения механизмов крана при превышении фактической нагрузкой допустимого значения [2, 4].

Существует огромное разнообразие ограничителей грузоподъёмности микропроцессорного типа, однако при рассмотрении их функциональных и конструктивных особенностей можно представить обобщенную типовую структуру данных приборов (рис. 3.12) [2, 4].

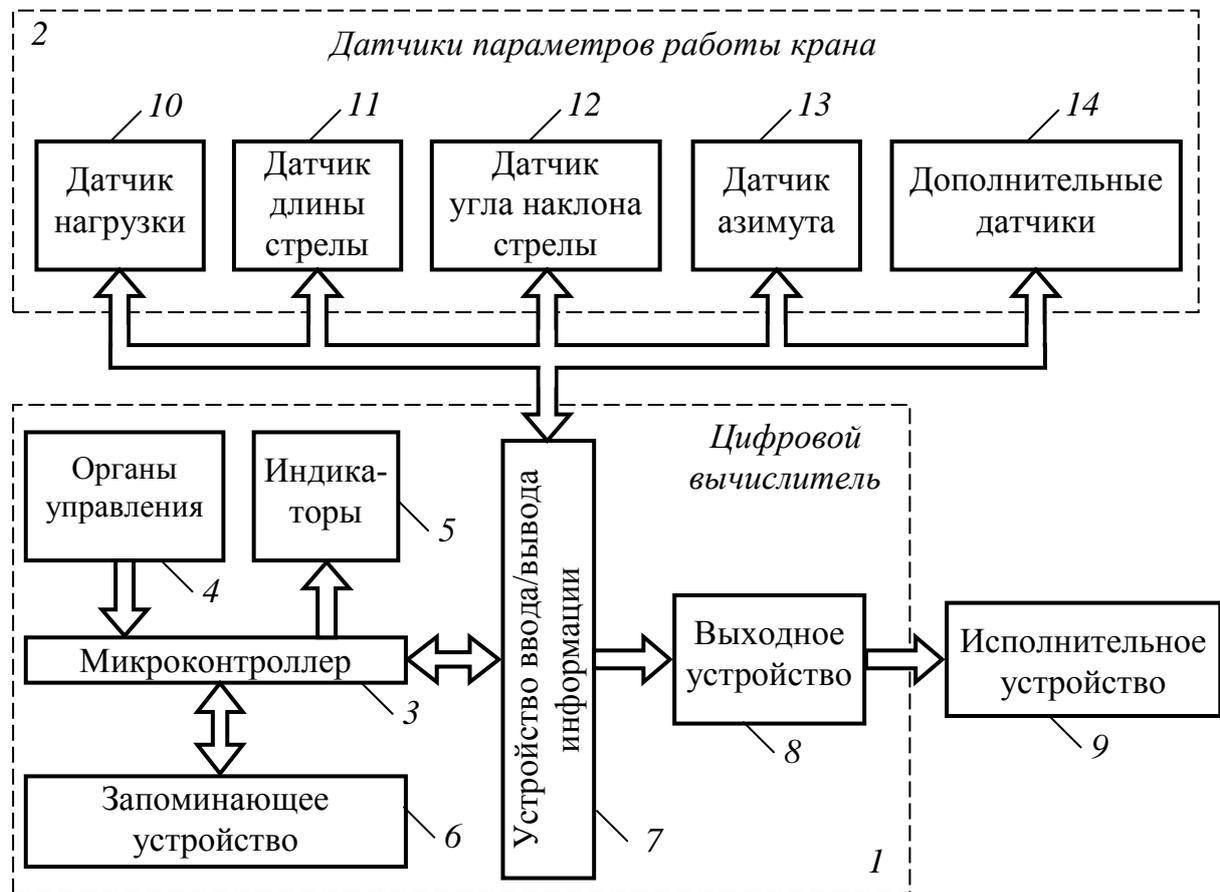


Рис. 3.12. Типовая структурная схема ограничителя грузоподъёмности микропроцессорного типа

В общем случае микропроцессорный ограничитель грузоподъёмности содержит датчики параметров работы грузоподъёмного крана 10 – 14, цифровой вычислитель 1, включающий в себя микроконтроллер 3, энергонезависимое запоминающее устройство 6, выполненное с возможностью хранения значений настроечных параметров, устройство ввода/вывода информации 7 и выходное устройство 8.

Микроконтроллер 3 выполнен с возможностью считывания из энергонезависимого запоминающего устройства 6 значений настроечных параметров и с возможностью их сложения, вычитания, умножения и/или деления с выходными сигналами датчиков параметров работы грузоподъёмного крана 2 или с сигналами, являющимися результатами преобразования выходных сигналов этих датчиков.

В таком устройстве цифровой вычислитель дополнительно выполнен с возможностью выявления разности результатов прямого или косвенного измерения массы поднимаемого и/или перемещаемого груза одной массы при различных значениях вылета и/или угла наклона стрелы, а также определения значения, по меньшей мере, одного настроечного параметра из условия обеспечения минимального значения этой разности и записи значения этого настроечного параметра в энергонезависимое запоминающее устройство.

Цифровой вычислитель 1 может быть выполнен с возможностью определения значений настроечных параметров в процессе подъема и/или перемещения груза с априорно неизвестной массой, не превышающей грузоподъемности крана. При этом используется математическая модель крана, записанная в его энергонезависимом запоминающем устройстве 6.

Настройка электронного устройства безопасности на кране с произвольным грузом может быть реализована непосредственно во время нормальной работы крана при выполнении циклов подъема/опускания и перемещения грузов. Это обеспечивает автоматическую компенсацию дрейфа параметров электронного устройства безопасности непосредственно во время работы крана с нагрузкой и, соответственно, повышает эффективность защиты грузоподъемного крана от перегрузок и повреждений за счет повышения точности устройства безопасности.

Выходное устройство 8 содержит, по меньшей мере, один силовой ключ, выполненный в виде электромагнитного реле или силовой интегральной полупроводниковой микросхемы. Вход выходного устройства 8 подключен к устройству ввода/вывода информации 7 или непосредственно к микроконтроллеру 3 при помощи отдельных проводов или мультиплексного канала обмена данными, а выход – к одному или к нескольким исполнительным устройствам крана 9, в качестве которых могут использоваться, например, электромагнитные пускатели или электромагнитные клапаны, включенные в гидравлическую систему управления краном. Выходное устройство 8 может быть также объединено с устройством ввода/вывода информации 7.

Если электронная система безопасности имеет общий мультиплексный канал обмена данными, то выходное устройство 8 может быть выполнено на основе микроконтроллера и подключено к этому мультиплексному каналу обмена данными аналогично подключению датчиков 2.

С помощью датчиков 2 реализуются каналы измерения параметров и режимов работы крана, характеризующих его нагрузку, положение грузоподъемного (стрелового) оборудования и т.д., а также при необходимости управляющие воздействия оператора. Под *каналом измерения* подразумевается вся совокупность элементов устройства, образующая путь прохождения и преобразования измерительного сигнала от входа (датчика) до получения цифрового значения этого параметра или режима в микроконтроллере 3.

Датчики 2 включают в себя, в частности, датчик нагрузки грузоподъемного крана 10, выполненный в виде датчика усилия в грузовом или стреловом канате или в виде датчиков давления в гидроцилиндре подъема стрелы; датчик длины стрелы 11, выполненный, например в виде кабельного барабана с потенциометрическим датчиком угла его поворота; датчик угла наклона стрелы 12, выполненный в виде микромеханического инклинометра/акселерометра, и датчик угла азимута 13. Ограничитель может содержать также различные дополнительные датчики 14, к которым относятся: датчик угла наклона оголовка стрелы, датчик предельного подъема грузозахватного органа (концевой выключатель), датчик приближения к ЛЭП, датчик скорости ветра, датчики перемещений органов управления краном, датчик хода грузовой лебёдки и т.п. Конкретный набор датчиков зависит от конструкции конкретного грузоподъемного крана и варианта реализации ограничителя.

Каждый из датчиков 10 – 14 может быть выполнен либо с аналоговым, либо с цифровым выходом. В первом случае каждый датчик содержит первичный преобразователь, выходной сигнал которого непосредственно или через расположенный в датчике усилитель/преобразователь при помощи отдельного провода подключается к соответствующему входу устройства ввода/вывода информации 7. Если датчик выполнен с цифровым выходом – с мультиплексным каналом обмена данными, то он содержит последовательно соединенные первичный преобразователь, усилитель/преобразователь, микроконтроллер датчика и трансивер или драйвер мультиплексного канала обмена данными.

Перед началом работы крана оператор при помощи органов управления 4, расположенных на цифровом вычислителе 1, вводит в микроконтроллер 3 параметры, определяющие режимы работа крана – положение выдвижных опор, кратность запасовки грузового полиспаста, наличие, длину и угол наклона гуська и т.д., если для данной

конструкции крана ввод этих параметров является необходимым. Введенные параметры сохраняются в энергонезависимом запоминающем устройстве 6 и/или в памяти микроконтроллера 3. Зона допустимых значений положения стрелового оборудования крана вводится оператором при задании параметров координатной защиты при помощи органов управления 4 и также сохраняется в памяти микроконтроллера 3 или в запоминающем устройстве 6.

При отсутствии перегрузки крана и при нахождении его стрелы в зоне допустимых положений по координатной защите микроконтроллер 3 формирует сигнал управления выходным устройством 8 и, соответственно, исполнительным устройством 9, разрешающий движения крана.

Микроконтроллер 3 на основании сигналов датчиков определяет текущую нагрузку крана и положение его грузоподъемного (стрелового) оборудования. Для определения текущей нагрузки крана и/или текущего положения его стрелы или грузозахватного органа, в общем случае, используется математическая модель крана, также записанная в запоминающем устройстве 6. При необходимости могут осуществляться преобразования выходных сигналов датчиков 2. Это имеет место в случае, когда текущая нагрузка крана и/или положение его стрелы или грузозахватного органа измеряются косвенным образом – например при определении нагрузки стрелового гидравлического крана по давлениям в штоковой и поршневой полостях гидроцилиндра подъема стрелы. Допустимые режимы нагружения в виде грузовых характеристик крана или характеристик отключения ограничителя хранятся в запоминающем устройстве 6.

Микроконтроллер 3 осуществляет сравнение текущей нагрузки (массы поднимаемого груза или грузового момента) крана с предельно допустимым значением нагрузки, а также сравнение фактического положения грузоподъемного оборудования с зоной допустимых положений, заданных при введении координатной защиты. В зависимости от результатов этих сравнений микроконтроллер 3 подает на выходное устройство 8 сигнал отключения соответствующего исполнительного устройства 9. Благодаря этому формируются необходимые характеристики отключения движений крана, обеспечивающие его автоматическую защиту от перегрузки и столкновений стрелового оборудования с препятствиями. Одновременно наиболее важные параметры работы крана при помощи индикаторов 5 отображаются на лицевой панели цифрового вычислителя 1.

Кроме реализации защиты крана микроконтроллер 3 работает в режиме настройки устройства безопасности. Программа его работы в этом режиме также разрабатывается при проектировании микропроцессорного ограничителя и сохраняется в памяти микроконтроллера или в запоминающем устройстве 6.

Настройка необходима после первичного монтажа микропроцессорного устройства безопасности на кран, после ремонта или замены какой-либо составной части этого устройства или крана, а также периодически в процессе его эксплуатации на грузоподъемном кране. Эта необходимость обусловлена отсутствием или неточностью нормализации выходных сигналов датчиков 2, разбросами параметров различных кранов (отличиями в геометрических размерах, в массе и т.п.), неточностью установки датчиков на грузоподъемный кран – погрешностью монтажа (приварки) элементов крепления и т.п. и изменениями (дрейфом) параметров электронного устройства безопасности в эксплуатации, в частности дрейфом смещения нуля и чувствительности его датчиков 2.

Принцип настройки базируется на том, что при перемещении груза краном и, соответственно, при изменении вылета, длины и угла наклона стрелы значение сигнала в канале измерения его нагрузки должно оставаться неизменным. Равным образом при подъеме одного и того же груза в разных точках грузовой характеристики крана значение сигнала в этом канале измерения также должно оставаться неизменным. Причем это справедливо как при подъеме и перемещении эталонного груза, так и груза произвольной массы. Если при опускании стрелы с грузом происходит увеличение/уменьшение сигнала в канале измерения его массы и, соответственно, показаний этой массы на индикаторах 5, то это вызвано неправильной настройкой электронного устройства безопасности (если груз не касается погрузочной/разгрузочной площадки или каких-либо препятствий, то его масса остается неизменной).

Значения сигналов в канале измерения массы поднимаемого груза m и грузового момента M (с целью последующего ограничения нагрузки крана) имеют однозначную функциональную зависимость от выходных сигналов датчиков нагрузки, длины и угла наклона стрелы:

$$m = \Psi(F; l; \alpha) \text{ и } M = \Phi(F; l; \alpha), \quad (3.5)$$

где F – значение входного сигнала датчика нагрузки (усилия или давления); l – значение выходного сигнала датчика длины стрелы; α – значение выходного сигнала датчика угла наклона стрелы.

3.8. Ограничитель грузоподъёмности АСУ ОГП-31А

Ограничитель грузоподъёмности АСУ ОГП-31А (рис. 3.13) является системой автоматической защиты и предназначен для работы в составе стреловых самоходных кранов с жесткой подвеской телескопической стрелы и гидравлическим приводом [4, 6].



Рис. 3.13. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности АСУ ОГП-31А

Ограничитель АСУ ОГП-31А обеспечивает контроль состояния крана в процессе работы, информирует машиниста о наиболее важных параметрах. Ограничитель служит для защиты крана от перегрузки и опрокидывания, а также выполняет функции координатной защиты, обеспечивая контроль положения оборудования крана в пространстве с целью его защиты от столкновений с препятствиями и ЛЭП, и указателя грузоподъёмности [4, 6].

В состав ограничителя АСУ ОГП-31А входят [6]:

- блок питания *БП* – 1;
- устройство решающее индикаторное *УРИ* – 2;
- датчики давления в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъёма стрелы *ДДП* и *ДДШ* – 3;

- датчик угла наклона стрелы ДУГ – 4;
- датчик длины стрелы ДД – 5;
- датчик азимута ДА – 6;
- комплект соединительных кабелей.

Общая электрическая схема ограничителя грузоподъёмности АСУ ОГП-31А представлена на рис. 3.14.

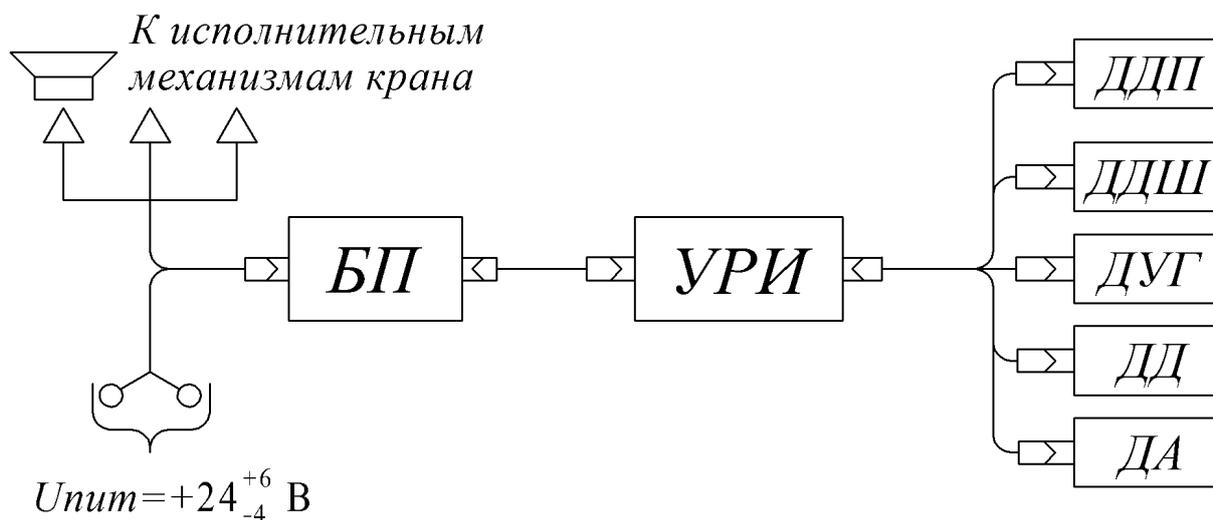


Рис. 3.14. Схема электрическая общая ограничителя грузоподъёмности АСУ ОГП-31А

Блок питания БП состоит из пяти стабилизаторов напряжения [+5 В (два стабилизатора); +4,5 В; +15 В; –15 В] для питания датчиков и блока УРИ и схемы защиты, расположенных на четырех платах. БП имеет устройство контроля и защиты от перегрузки. Питание БП осуществляется постоянным напряжением от 20 до 30 В. В состав БП входят также три исполнительных реле: по перегрузке и неисправности, включению внешнего звукового сигнала, координатной защите. БП имеет два разъёма, предохранитель, тумблер включения питания.

Устройство решающее индикаторное УРИ представляет собой микропроцессорное устройство, устанавливаемое в стойке для приборов в кабине машиниста. УРИ, обрабатывая информацию с датчиков, обеспечивает отображение необходимой информации на цифровом табло и управление исполнительными реле, находящимися в БП.

Внутри УРИ размещены три платы [6]:

- плата процессора;
- плата синхронизатора;
- плата индикации.

Плата процессора содержит сам процессор, устройство дешифрации адреса, регистры адреса, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) и программируемое постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Тактирование процессора осуществляется импульсами частотой 5 МГц, поступающими с *платы синхронизатора*, обеспечивающего частотный сигнал для работы аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Процессор управляет работой ограничителя в соответствии с выбранным режимом работы и программой, заложенной в ПЗУ. На плате процессора расположены также логические схемы начальной установки и схема для управления чтением данных из ПЗУ.

Процессор предназначен для реализации алгоритмов подготовки и приема исходных данных от датчиков, управления обменом информацией, обработки цифровой информации в соответствии с заложенной программой вычислений, выполнения математических расчётов, преобразования и выдачи данных на индикацию, а также для выработки сигналов управления сопряженной аппаратурой: АЦП, ОЗУ, ПЗУ и самопроверки системы.

Плата индикации включает в себя три трёхразрядных цифровых индикатора с памятью, предназначенной для хранения информации до следующей перезаписи, что обеспечивает практически постоянное (без мигания) свечение индикаторов.

Для измерения и контроля основных параметров грузоподъёмного крана в ограничителе АСУ ОГП-31А используются датчики, расположенные в узлах конструкции машины (рис. 3.15) [6].

Датчики давления в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъёма стрелы ДДП и ДДШ – это малогабаритные потенциометрические датчики типа МД-250Т. Принцип действия датчика заключается в преобразовании контролируемого давления в деформацию упругой мембраны. Эта деформация приводит к перемещению движка потенциометра и к изменению его выходного сопротивления.

Датчик длины стрелы ДД предназначен для измерения длины стрелы l . Датчик выполнен на базе многооборотного потенциометра типа СП5-44-01-1 кОм, который размещается на стреловом барабане. При выдвигании или втягивании телескопической стрелы вращение барабана через редуктор передается на ось неподвижно установленного потенциометра.

Датчик угла наклона стрелы ДУГ предназначен для измерения угла наклона стрелы β . Датчик выполнен на базе потенциометра типа ПТП сопротивлением 1 кОм. Ось потенциометра механически соединена с валом датчика. На кране датчик устанавливается соосно со стрелой и соединен с ней поводком.

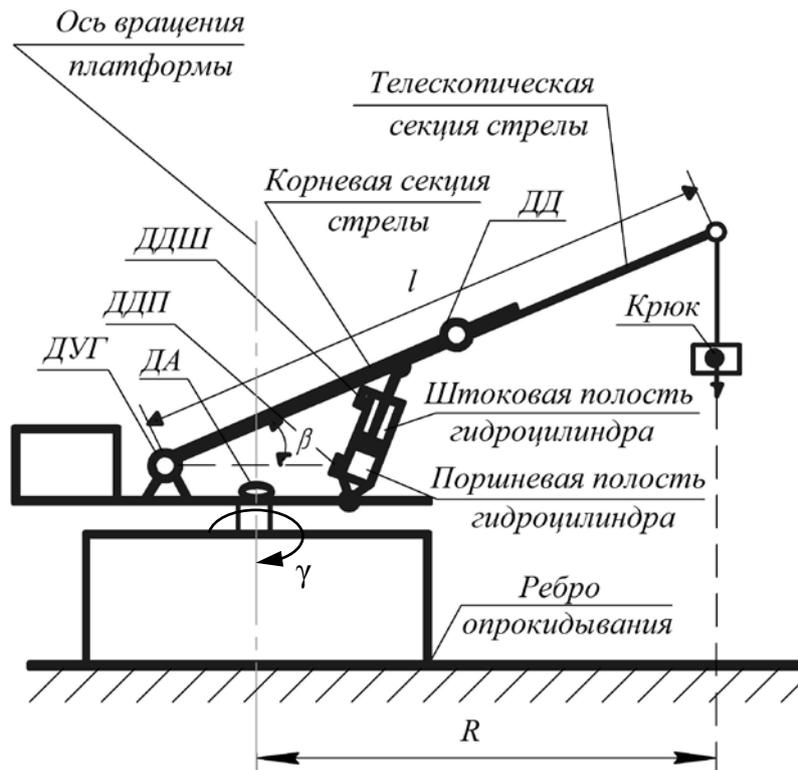


Рис. 3.15. Схема расположения датчиков ограничителя АСУ ОГП-31А на кране

Датчик азимута ДА предназначен для измерения угла поворота платформы γ относительно ходовой рамы крана. Датчик выполнен на базе потенциометра типа ПТП сопротивлением 1 кОм. Корпус датчика крепится неподвижно относительно ходовой рамы крана. Ось потенциометра механически соединена с одной из шестерен датчика. Вторая шестерня, имеющая зацепление с первой, закреплена неподвижно относительно платформы крана и поворачивается вместе с ней.

В рабочих режимах ограничитель АСУ ОГП-31 А, обрабатывая информацию датчиков, обеспечивает:

- измерение и индикацию длины стрелы;
- измерение и индикацию угла наклона стрелы;
- расчёт и индикацию вылета;
- расчёт и индикацию допустимой загрузки;
- расчёт и индикацию фактической загрузки;
- расчёт и индикацию высоты оголовка стрелы;
- формирование световых сигналов светодиодами «ПЕРЕГРУЗКА» и «НЕИСПРАВНОСТЬ», а также звукового сигнала;
- выдачу информации о возможных неисправностях составных частей аппаратуры с указанием кода (номера) неисправности составной части.

Таким образом, по результатам обработки выходных сигналов датчиков на индикаторах лицевой панели УРИ отображается информация в соответствии с надписями и символикой: вылет, длина стрелы, загрузка фактическая в процентах, загрузка максимальная в тоннах. В сервисных режимах на индикаторах высвечивается информация, необходимая для настройки и контроля ограничителя.

Срабатывание ограничителя происходит при увеличении величины фактической загрузки до 103 – 105% от максимально допустимой. При срабатывании ограничителя размыкаются контакты исполнительных реле, расположенные в БП, в результате чего работа крановой установки прекращается, на передней панели УРИ загорается светодиод «ПЕРЕГРУЗКА» и включается звуковой сигнал. Отключение сигналов и разрешение работы крана осуществляется при уменьшении величины фактической загрузки до 100 – 102% от максимально допустимой [6].

Также ограничитель имеет координатную защиту. Этот режим используется при работе крана в стесненных условиях (в частности вблизи ЛЭП). На лицевой панели УРИ находятся кнопки ввода ограничения рабочей зоны по высоте и вылету («ПОТОЛОК» и «СТЕНА»), два потенциометра ввода ограничений рабочей зоны по азимуту («ЛЕВЫЙ УГОЛ», «ПРАВЫЙ УГОЛ») и 4 светодиодных индикатора для индикации указанных режимов. Ограничитель запрещает работу крана при угле азимута в диапазоне $30^\circ < \gamma < 330^\circ$. Угол азимута отсчитывается от транспортного положения стрелы против часовой стрелки [6].

В приборе обеспечивается предупреждающая звуковая сигнализация машиниста автокрана. Формирование звукового сигнала осуществляется при увеличении величины фактической загрузки на индикаторе «ЗАГРУЗКА ФАКТ» прибора и достижении ею значений, равных 93 – 95%, а также за 4 – 6° перед введенным ограничением по углу поворота и за 0,2 – 0,4 м перед введенными ограничениями по вылету (ограничение «СТЕНА») и высоте подъема стрелы (ограничение «ПОТОЛОК»). Отключение звукового сигнала осуществляется при уменьшении величины фактической загрузки на индикаторе «ЗАГРУЗКА ФАКТ» прибора и достижении ею значений, равных 88 – 90% [6].

Несмотря на достаточно хорошую функциональность и информативность ограничитель АСУ ОГП-31А давно снят с производства в связи с моральным старением аппаратной части прибора.

3.9. Ограничитель грузоподъемности ПЗК-10(30)

Ограничитель грузоподъемности ПЗК-10, производимый ООО НПП «Электран», г. Одесса (Украина) (рис. 3.16), является системой автоматической защиты. Он предназначен для защиты грузоподъемных кранов с жесткой подвеской телескопической стрелы и гидравлическим приводом от перегрузок и защиты рабочего оборудования кранов от повреждений при работе в стесненных условиях или в зоне ЛЭП (координатная защита), а также для отображения информации о состоянии крана. Ограничитель грузоподъемности ПЗК-10 в четвертом исполнении обладает встроенным регистратором параметров и содержит сигнализатор наличия электромагнитного поля (СНЭП) [41].



Рис. 3.16. Внешний вид ограничителя грузоподъемности ПЗК-10

Ограничитель ПЗК-10 обеспечивает отображение цифровой информации о текущих параметрах работы крана, сигнализацию работы крана тремя сигналами («красный» – работа запрещена, «желтый» – загрузка более 90%, «зеленый» – нормальная работа), индикацию состояния крана по мнемосхеме и выдачу звукового сигнала [41].

ПЗК-10 выполняет автоматическое тестирование работоспособности, координатную защиту, обеспечивает технологическое взвешивание грузов, осуществляет регистрацию и долговременное хранение информации о параметрах крана и об условиях его работы.

В состав ограничителя ПЗК-10 входят (см. рис. 3.16) [41]:

- блок питания (при питании от сети $\sim 220 \dots \sim 240$ В);
- блок обработки данных – 1;
- датчик наличия электромагнитного поля – 2;
- датчик азимута – 3;
- датчик угловых перемещений стрелы крана – 4;
- датчик длины стрелы – 5;
- датчики давления в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъёма стрелы 6;
- устройство считывания телеметрической информации с программным обеспечением – 7;
- комплект соединительных кабелей.

Основные технические характеристики прибора ПЗК-10 [41]:

1. Напряжение питания:
 - постоянного тока – от 12 В до 30 В;
 - переменного тока – 220 – 240 и 380 В.
2. Количество аналоговых/дискретных входов – 8/8.
3. Количество управляющих выходных сигналов (размыкающие контактные реле) – 5.
4. Коммутационная мощность контактов – 5 А, 24 В постоянного тока.
5. Потребляемая мощность, Вт:
 - без подогрева – 25;
 - с включенным подогревом – 89.
6. Число задаваемых режимов работы – 20.
7. Число задаваемых типов координатной защиты – 4.
8. Число одновременно отображаемых параметров – 3.
9. Общее число отображаемых параметров – 12.
10. Диапазон измерения угла азимута – $0^\circ \dots 360^\circ$.
11. Диапазон измеряемых давлений – 0...40 МПа (по требованию заказчика могут быть установлены датчики на другой диапазон давлений либо датчики усилия).
12. Диапазон измерения угла наклона стрелы – $0^\circ \dots 90^\circ$.
13. Диапазон измерения длины стрелы – 0...20 м
14. Диапазон рабочих температур – от -40 °С до $+55$ °С.

Аналоговые входы могут быть адаптированы на прием как стандартного токового сигнала 4...20 мА, так и резистивного сигнала.

Дискретные входы адаптированы на прием потенциального сигнала вида «0 В – разрыв цепи» и «24 В – разрыв цепи».

Прибор ПЗК-10 содержит 5 выходных реле [41]:

- реле ограничителя грузоподъемности;
- реле координатной защиты;
- три программируемых реле, которые могут управлять крановыми механизмами согласно заданной программе.

Принцип действия микропроцессорного ограничителя ПЗК-10 основан на последовательном опросе и преобразовании аналоговых сигналов с датчиков параметров грузоподъемного крана, определении угла наклона и длины стрелы, расчёте вылета, высоты подъёма и фактического веса груза с последующим сравнением с предельно допустимыми значениями, заложенными в память ограничителя в виде грузовых характеристик.

Принцип работы СНЭП основан на измерении ЭДС, наводимой в его антенне электромагнитным полем ЛЭП, с последующей выработкой управляющего сигнала, блокирующего работу механизмов крана в случае приближения оголовка стрелы к ЛЭП на опасное расстояние.

Ограничитель грузоподъемности ПЗК-30 является развитием прибора ПЗК-10 и предназначен для использования на всех типах грузоподъемных кранов с целью предупреждения и защиты крана от перегрузок и аварий, регистрации, накопления и хранения информации о параметрах работы крана в условиях его эксплуатации. Основным отличием от предшественника является абсолютно новый блок обработки данных, имеющий высокоинформативный жидкокристаллический дисплей (рис. 3.17) [41].



Рис. 3.17. Внешний вид блока обработки данных ограничителя ПЗК-30

Прибор защиты крана ПЗК-30 выполнен на базе современного микропроцессорного контроллера, обеспечивающего наличие современных цифровых интерфейсов обмена данными RS-485/232, ISP, LIN, CAN. Большой объём памяти для оперативных (постоянно обновляемых) данных обеспечивает от 4-х до 20-ти часов непрерывной посекундной регистрации параметров крана. Для получения информации о состоянии параметров крана используются до 8 каналов цифровых и аналоговых измерений. Так же, как и у ПЗК-10, определенная модификация ПЗК-30 содержит сигнализатор наличия электромагнитного поля, а также датчики усилия вместо датчиков давления в гидроцилиндре подъёма стрелы.

Приборы ПЗК-10 и ПЗК-30 сертифицированы для работы как на территории Украины, так и на территории Российской Федерации.

3.10. Ограничители грузоподъёмности ОГМК «Волна»

Ограничители грузоподъёмности серии ОГМК «Волна», производимые АО «НИИ измерительных приборов – Новосибирский завод имени Коминтерна», г. Новосибирск, являются системами автоматической защиты мостовых и козловых кранов (в разных модификациях) [42].

Приборы серии ОГМК устанавливаются на мостовые и козловые краны, не требуя никаких доработок в силовых конструкциях крана, и служат для автоматического отключения электрической цепи управления приводом крана при подъёме груза, превышающего номинальную грузоподъёмность крана.

ОГМК производит фиксацию и запоминание электрических характеристик эксплуатации крана для дальнейшей расшифровки и набора статистических данных о загружаемости и перегрузках крана в процессе эксплуатации (регистрация параметров работы крана).

ОГМК отвечает всем современным нормам и требованиям документов ПБ 10-382–00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов», РД 10-118–96 «Основные требования безопасности к ограничителям грузоподъёмности электрических мостовых и козловых кранов» и РД 10-399–01 «Требования к регистраторам параметров грузоподъёмных кранов» [42].

Существует два поколения приборов: ОГМК1-1 и ОГМК2-0х. Внешне приборы первого и второго поколения не различаются, основным отличием являются внутренние улучшения аппаратной и программной частей прибора и датчиков.

Для различных типов и моделей мостовых и козловых кранов выпускаются модификации приборов, отличающиеся числом датчиков и программным обеспечением [42]:

- ОГМК2-01 – для двухлебёдных мостовых и козловых кранов общего назначения с попеременной работой лебёдок;
- ОГМК2-02 – для контейнерных перегружателей. Обеспечивает выполнение требований по нормированию перекоса в грузовых лебёдках;
- ОГМК2-03 – для двухлебёдных мостовых и козловых кранов, в том числе грейферных кранов. Отличается суммированием реальных нагрузок на подъёмной и замыкающей лебёдках;
- ОГМК2-04 – для электрических мостовых и козловых кранов, работающих в качестве контейнерных перегружателей с грузозахватным органом в виде спредера. Обеспечивает выполнение требований по нормированию отклонения центра тяжести контейнеров;
- ОГМК2-05 – для двухлебёдных мостовых и козловых кранов общего назначения, имеющих одновременный или попеременный режим работы лебёдок. Имеет три грузовых характеристики в зависимости от длины моста грузоподъёмника;
- ОГМК2-061 – для трёхлебёдных мостовых и козловых кранов общего назначения, имеющих различные комбинации количества лебёдок, их режимов работ и грузовых ограничительных характеристик.

Приборы серии ОГМК2-0х обеспечивают [16]:

- возможность работы в кранах, имеющих до трёх механизмов подъёма груза;
- создание управляющих сигналов по трём (четырёх) независимым каналам (прибор ОГМК2-061 имеет три выходных реле с НР контактами и одно реле с НР и НЗ контактами) для включения внешней звуковой сигнализации и для отключения электрической цепи механизмов подъёма крана при нагрузках, определённых в соответствии с требованиями нормативной документации;
- суммирование реальных нагрузок, возникающих в тензорезисторных датчиках (далее датчики), в случае установки двух или более датчиков для каждого механизма подъёма;
- индикацию веса поднимаемого груза в килограммах (десятках, сотнях килограммов, тоннах) или в процентах от номинального значения грузоподъёмности крана;
- световую и звуковую индикацию при срабатывании ограничителя;

- индикацию текущего времени и индикацию о неисправности прибора или линии связи;
- ввод параметров номинальной, максимально допустимой грузоподъёмности, минимального значения грузоподъёмности рабочего цикла, кратности полиспаста, идентификационного номера изделия, даты установки на кран;
- блокировку ограничителя грузоподъёмности при проведении грузовых испытаний крана или аварийных ситуациях;
- регистрацию параметров работы;
- регистрацию изменения состояния восьми цифровых входов.

В состав модификаций ограничителя ОГМК2-0х для различных типов мостовых и козловых кранов могут входить (рис. 3.18) [16]:

- блок управления и регистрации параметров БУРИ МК2-х – 1;
- блок питания и промежуточных реле БППР1 – 2;
- датчик силоизмерительный тензорезисторный 4508 ДСТ-Z – 3;
- тензопреобразователь ТП2-х – 4;
- датчик усилия тросовый ДУОГП – 5;
- устройства считывания информации УСИ-1 – 6;
- ключи электронные: отладочный КО и считывания КС;
- комплект монтажных подвесок для датчика 4508 ДСТ-Z;
- программное обеспечение для обработки на персональном компьютере считанных из прибора данных.



Рис. 3.18. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности серии ОГМК

При установке прибора на кране в комплект поставки входит датчик силоизмерительный тензорезисторный роликового типа, легко монтируемый на одном из грузовых канатов крана.

Могут быть применены другие силоизмерительные датчики, например устанавливаемые в места зачаливания грузовых канатов. Выбор датчиков обусловлен конструкцией конкретного крана.

Принцип работы прибора ОГМК2-0х основан на преобразовании статических нагрузок в электрический сигнал, возникающий в тензометрическом датчике ДСТ-Z и пропорциональный весу поднимаемого груза, дальнейшем его усилении и преобразовании в цифровой кодированный сигнал в тензопреобразователе ТП2-х, передаче по однопроводной линии связи в блок БУРИ МК2-х для обработки и определения фактического веса груза и степени загрузки крана относительно номинальной грузоподъёмности [16].

Работа прибора осуществляется под управлением программы, заложенной в память блока БУРИ МК2-х. Программное обеспечение включает в себя подпрограмму тестирования, подпрограмму настройки, рабочую программу и подпрограмму считывания накопленной информации.

При включении прибора происходит очистка индикатора 2 БУРИ (рис. 3.19), кратковременно выводится тестовое сообщение «1 2 3 4» и звуковой сигнал. Затем прибор отображает текущее время и переходит в основной цикл своего функционирования [16].

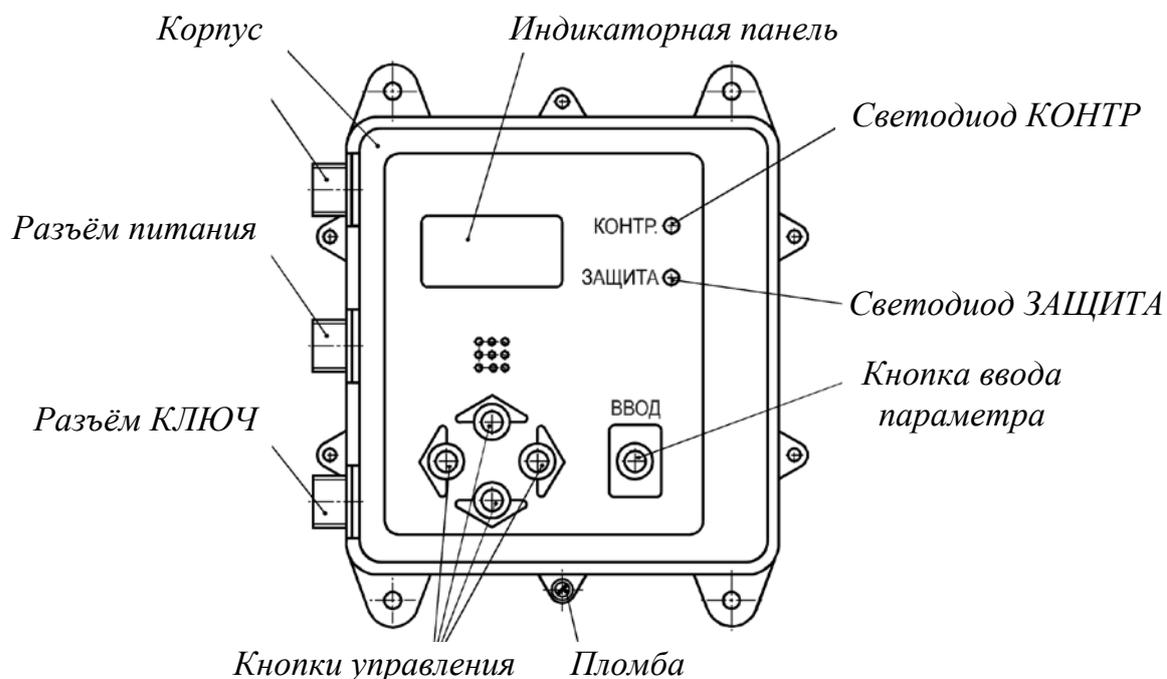


Рис. 3.19. Внешний вид лицевой панели блока БУРИ ОГМК2

В основном цикле постоянно производится опрос тензопреобразователя (с подключенным к нему датчиком). Если он неисправен или не соединён с БУРИ МК2-х, то выдается сигнал отключения подъёмного механизма и индицируется диагностическое сообщение С-01 – нет связи с тензопреобразователем. Дальнейшая работа с прибором не возможна. Если груз, поднимаемый краном, имеет массу меньше величины грузоподъёмности начала рабочего цикла, то на приборе отображается сервисная информация – текущее время. С началом рабочего цикла на индикаторе отображается масса груза. При достижении величины номинальной грузоподъёмности индикация со звуковым сигналом работают в прерывистом режиме. Если груз, поднимаемый краном, имеет массу больше величины максимально допустимой грузоподъёмности, то прибор создает управляющий сигнал на отключение подъёмного механизма крана и выдает диагностическое сообщение С-02 – перегрузка. При этом возможно только опускание груза.

3.11. Ограничитель предельной нагрузки «Альфа-М»

Ограничитель предельной нагрузки (ОПН) «Альфа-М» (рис. 3.20), производимый ООО Научно-производственное предприятие «АСКБ», г. Ивантеевка, Московская обл., является системой автоматической защиты мостовых кранов. Ограничитель «Альфа-М» позволяет предотвратить перегруз крана или его механизмов путём автоматического отключения цепей питания приводов грузоподъёмных лебёдок в случае превышения номинальной грузоподъёмности [43].

Ограничитель «Альфа-М» является приемником и развитием аналогичных устройств предыдущих поколений, таких как ОГМК «МОСТ-1», ОГМК «Волна» и др.

Отличительными особенностями ОПН «Альфа-М» являются [43]:

- возможность установки параметров ограничения нагрузки на кран через встроенное меню прибора;
- широкая номенклатура датчиков усилия, позволяющая учесть особенности конструкции крана;
- наличие кодового ключа доступа, исключающего несанкционированный доступ к настройкам ограничителя;
- возможность учёта времени наработки для каждого грузоподъёмного механизма.

Регистратор параметров «Альфа-М» хранит информацию о режимах нагружения лебёдок в долговременной памяти (в течение всего срока эксплуатации крана) и в оперативной памяти.



Рис. 3.20. Внешний вид ограничителя предельной нагрузки «Альфа-М»

Кроме того, программное обеспечение регистратора параметров «Альфа-М» позволяет сформировать:

- ✓ протоколы эффективности использования крана;
- ✓ протокол проверки РП;
- ✓ протокол расследования аварии крана;
- ✓ протокол для проведения экспертизы промышленной безопасности.

Ограничитель «Альфа-М» имеет следующие модификации:

- ОПН «АЛЬФА-М-00» для установки на краны мостового типа, имеющие одну грузовую лебёдку;
- ОПН «АЛЬФА-М-01» для установки на краны мостового типа, имеющие две грузовые лебёдки;
- ОПН «АЛЬФА-М-02» для установки на краны мостового типа, имеющие три грузовые лебёдки.

Ограничитель «Альфа-М» обеспечивает [17]:

а) возможность подключения к своим входным цепям по одному кабелю до 8 датчиков усилия;

б) выдачу в систему управления крана до четырех (в зависимости от модификации) релейных, дискретных управляющих сигналов для включения внешней звуковой сигнализации и остановки механизма подъёма конкретной грузоподъёмной лебёдки при её перегрузке, а также для остановки механизмов подъёма всех грузоподъёмных лебёдок при перегрузке крана;

- в) ввод грузовой характеристики, управляющей и идентификационной информации с лицевой панели прибора;
- г) цифровую и светодиодную индикацию состояния и режимов работы крана и ограничителя;
- д) включение световой и звуковой сигнализации при перегрузке любой из грузоподъемных лебедок или крана;
- е) регистрацию, хранение и считывание информации о работе крана с последующей обработкой на персональном компьютере;
- ж) проверку исправности основных устройств и выдачу на индикатор кода неисправности.

В состав ограничителя «Альфа-М-0х» входят (см. рис. 3.20) [17]:

- бортовой микропроцессорный контроллер БМК – 1;
- тензопреобразователь ТП – 2;
- датчики силоизмерительные тензометрические различного типа (тип и количество датчиков зависит от модификации ограничителя и модели крана);
- прибор считывания информации ПСИ – 3;
- ключ доступа КД – 4;
- блок зажимов БЗ;
- комплект соединительных кабелей;
- диск с программой обработки и документацией.

Общая электрическая схема ОПН «Альфа-М-02» изображена на рис. 3.21.

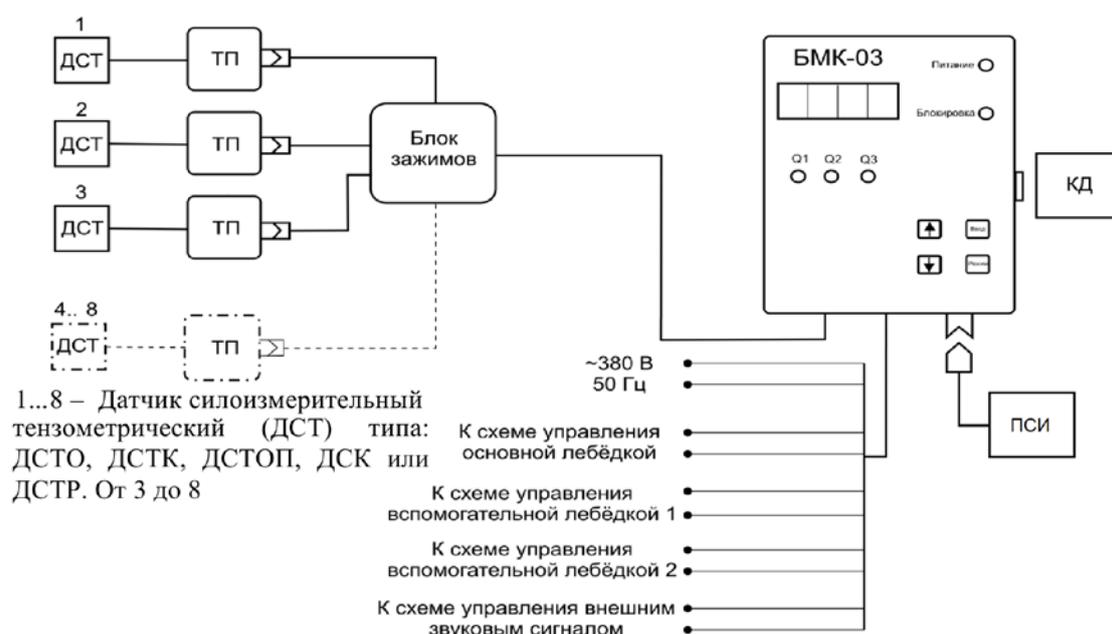


Рис. 3.21. Схема электрическая общая ограничителя «Альфа-М-02»

Принцип действия прибора основан на последовательном опросе одного или нескольких силоизмерительных датчиков и расчете цифровыми методами величины массы поднимаемого груза и степени загрузки грузоподъемных лебёдок и крана с последующим их сравнением с предельно допустимыми значениями. По результатам расчета при достижении предельных состояний БМК-0х выдает сигналы на реле отключения механизмов подъема крана и на включение соответствующей световой и звуковой сигнализации. При этом опускание груза разрешается [17].

Работа прибора осуществляется под управлением программы, заложенной в память БМК-0х. Программное обеспечение включает в себя подпрограмму тестирования, подпрограмму настройки и рабочую программу.

Бортовой микропроцессорный контроллер БМК конструктивно представляет из себя микропроцессорный блок, размещенный на двух печатных платах внутри пластмассового корпуса. Блок имеет четыре управляющие кнопки, четырёхразрядный алфавитно-цифровой индикатор, светодиодные индикаторы, звуковую сигнализацию, а также разъем и два кабельных ввода (для внешних соединений). БМК-0х может находиться в одном из следующих режимов работы [17]:

- *Рабочий;*
- *Параметры;*
- *Сервис.*

В рабочем режиме БМК обеспечивает [17]:

- периодический опрос силоизмерительных датчиков, выполнение необходимых расчетов и сравнение полученных данных с пороговыми (предельно допустимыми) значениями, заданными при настройке прибора;
- БМК может осуществлять прием данных с 8 силоизмерительных датчиков;
- включение предупреждающей сигнализации: световой и встроенной звуковой, а также внешней звуковой (с помощью выходного реле) при подъеме груза, превышающего порог включения предварительной сигнализации;
- включение запрещающей сигнализации (световой, встроенной и внешней звуковой) и формирование управляющего сигнала на отключение механизма подъема конкретной грузоподъемной лебёдки при ее перегрузке или механизмов подъёмов всех грузоподъемных лебёдок при перегрузке крана;
- тестирование состояния блоков, узлов и линий связи.

Структурная схема БМК изображена на рис. 3.22.

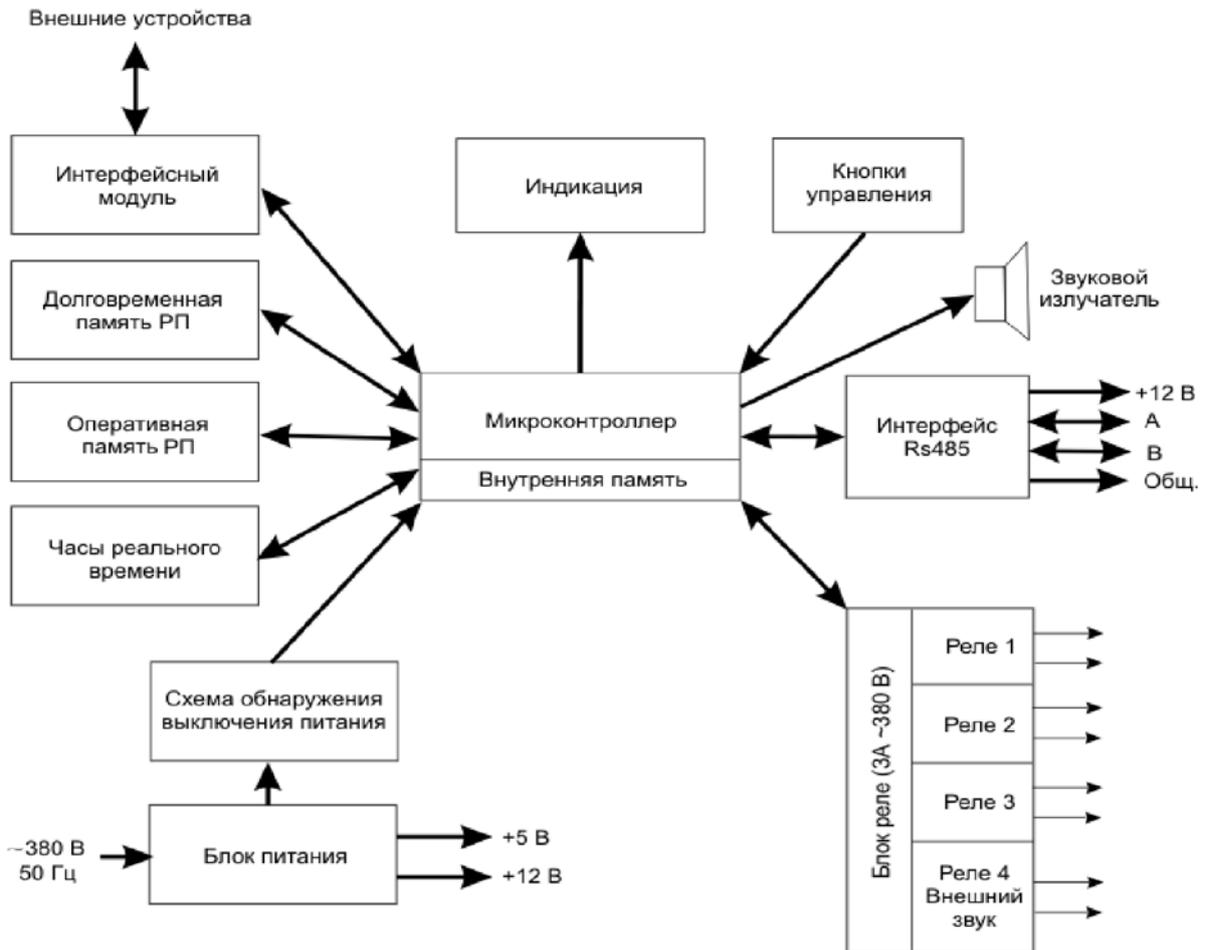


Рис. 3.22. Схема структурная БМК ограничителя «Альфа-М»

Управление работой ограничителя «Альфа-М» осуществляется с лицевой панели БМК. Назначение элементов индикации и органов управления лицевой панели БМК показано на рис. 3.23.

Прибор в процессе работы крана обеспечивает отображение на цифровом индикаторе БМК следующей информации [17]:

- степени загрузки каждой из грузоподъемных лебедок (основной и двух вспомогательных), а также степень загрузки всего крана в процентах от их номинальной грузоподъемности;
- фактической массы груза, поднимаемой каждой из грузоподъемных лебедок в отдельности, и суммарной массы груза, поднимаемого краном, в тоннах;
- текущего времени.

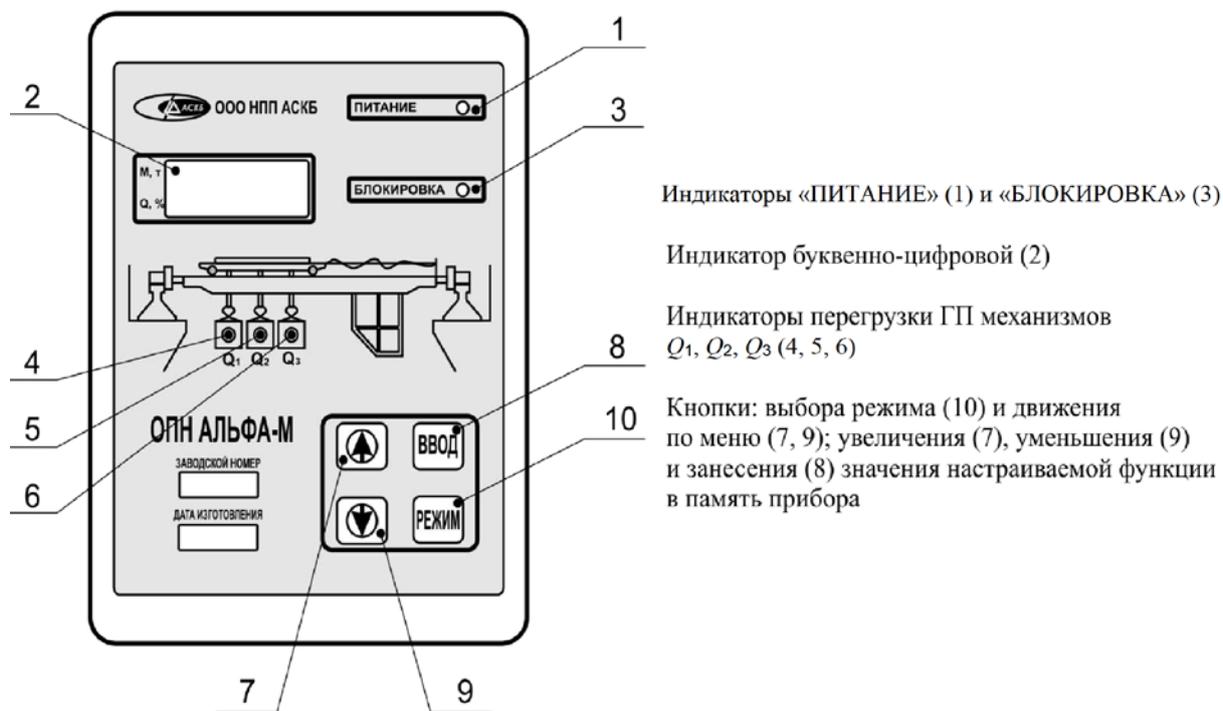


Рис. 3.23. Внешний вид передней панели БМК ограничителя «Альфа-М»

Зеленый индикатор «ПИТАНИЕ» (1) указывает на то, что на прибор подано питающее напряжение [17].

Красный индикатор «БЛОКИРОВКА» (3) указывает на включение блокировки режима ограничения грузоподъемности прибора.

Зеленые индикаторы Q_1, Q_2, Q_3 (4, 5, 6) указывают на то, что с соответствующие им грузоподъемные механизмы (лебёдки и кран) работают с нагрузкой, безопасной для их конструкции.

Мигание одного или нескольких индикаторов Q_1, Q_2, Q_3 сигнализирует о том, что степень загрузки соответствующей лебёдки или крана (мигают все индикаторы Q) превысила порог включения предварительной (предупреждающей) сигнализации, установленный при настройке прибора.

Погасание одного или нескольких индикаторов Q_1, Q_2, Q_3 и формирование сигнала на отключение приводов грузоподъемных механизмов сигнализирует о перегрузке соответствующих грузоподъемных лебедок или крана (при погасании всех индикаторов Q).

Буквенно-цифровой четырехразрядный индикатор (2) предназначен для отображения кодов параметров, функций и их значений во всех режимах работы БМК, а также для отображения кодов ошибок в формате $E-XX$ (где X – любое целое число от 0 до 9) и результатов прохождения теста самоконтроля при включении прибора.

Во время прохождения теста на индикаторе отображается число 8888 с одновременным загоранием единичных индикаторов Q_1 , Q_2 , Q_3 , «БЛОКИРОВКА» и кратковременным включением звукового сигнала.

При успешном прохождении теста БМК переходит в *рабочий режим*, на индикаторе отображается загрузка крана в процентах, горят светодиоды «ПИТАНИЕ» и один или несколько светодиодов Q_1 , Q_2 , Q_3 (в зависимости от количества лебедок), в противном случае на индикаторе отображается код ошибки.

Кнопка «РЕЖИМ» предназначена для переключения режимов работы БМК (*Рабочий, Параметры, Сервис*), а также для завершения или отказа от просмотра (редактирования) значений параметров или функций.

Кнопки «↑» (7) и «↓» (9) предназначены для перемещения по списку и выбора соответствующего параметра или функции; выбора конкретного датчика или лебёдки, а также для увеличения или уменьшения числового значения редактируемой функции в режиме *Сервис*.

Кнопка «ВВОД» (8) предназначена для выбора отображаемого параметра в *рабочем режиме* либо для перехода к просмотру выбранного параметра в режиме *Параметры*, либо для перехода к редактированию значения функции в режиме *Сервис*, а также для занесения значения настраиваемой функции, отображаемой на индикаторе, в память прибора.

Тензопреобразователь ТП предназначен для получения сигнала от силоизмерительного датчика, его усиления, преобразования в цифровой кодированный сигнал и передачи его по 4-проводной линии связи в БМК. Конструктивно ТП состоит из тензометрического усилителя с преобразователем «напряжение – код», размещенного на печатной плате, находящейся внутри пластмассового корпуса. ТП соединяется с силоизмерительным датчиком с помощью кабеля, непосредственно припаянного к плате тензопреобразователя. Питание ТП осуществляется от БМК [17].

Силоизмерительные датчики предназначены для преобразования сдвиговой деформации статических нагрузок в электрический сигнал, возникающий в тензометрическом датчике пропорционально весу поднимаемого груза. Общим для них является то, что все они выполнены на основе тензометрического моста, наклеенного на стальное основание, которое деформируется под воздействием на него усилия, создаваемого массой поднимаемого груза. Выходное напряжение с диагонали тензометрического моста подается на тензопреобразователь для дальнейшего усиления, преобразования и передачи в БМК [17].

В комплект поставки ограничителя могут входить силоизмерительные датчики следующих типов: ДСТОБ, ДСК, ДСТП, ДСТПО, ДСТПР, ДСТК, ДСТО, ДСТОП, ДСТР [17].

Отличаются датчики:

- видом воспринимаемой деформации (растяжение, сжатие, изгиб);
- конструктивно;
- по нагрузочной способности;
- местом и способом установки на кране.

В качестве пыле- и влагозащиты подключение тензопреобразователя к БМК осуществляется через блок зажимов БЗ, имеющий защитные уплотнители.

3.12. Ограничитель грузоподъемности ОГМ240

Ограничитель грузоподъемности ОГМ240, производимый ООО НПП «Резонанс», г. Челябинск, является системой автоматической защиты стреловых, башенных, мостовых и порталных кранов (в разных модификациях). Он предназначен для защиты крана от перегрузки и опрокидывания при подъеме груза, от повреждения крана при работе в стесненных условиях (координатная защита), от столкновения механизмов крана с проводами линии электропередач (защита от опасного напряжения), а также для регистрации параметров работы крана (регистратор параметров) [44].

Ограничитель ОГМ240 полностью соответствует требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382–00 Ростехнадзора РФ [44].

ОГМ240 устанавливается на стреловых грузоподъемных кранах различной грузоподъемности с решетчатой или телескопической стрелой на автомобильном, гусеничном, пневмоколесном или железнодорожном шасси. Для различных типов и моделей кранов выпускаются соответствующие модификации прибора, отличающиеся комплектностью, программным обеспечением и напряжением питания [44]:

- [ОГМ240-14](#) и [ОГМ240-20](#) – для стреловых кранов с телескопической стрелой и гидравлическим приводом;
- [ОГМ240-28](#) – для стреловых кранов с решетчатой стрелой и механическим приводом стрелы;
- [ОГМ240-41](#) – для башенных кранов;
- [ОГМ240-50](#) – для мостовых и козловых кранов.

Устройство ОГМ240 как ограничитель автоматически формирует сигналы отключения привода механизма подъёма груза и механизмов, продолжение работы которых направлено на снижение устойчивости крана при подъёме груза массой, превышающей номинальную грузоподъёмность на текущем вылете. А также определяет и отображает на дисплее блока индикации [44]:

- нагрузочные параметры крана – массу груза на крюке, полезную грузоподъёмность для текущего вылета и степень загрузки;
- линейные параметры крана – вылет, длину стрелы (для кранов с телескопической стрелой), высоту подъёма оголовка стрелы;
- календарную дату и текущее время суток.

ОГМ240 как система ограничений движения крана и его механизмов автоматически обеспечивает остановку механизмов:

- подъёма крюка при его подходе к крайним верхнему и нижнему положениям;
- изменения вылета в крайних положениях;
- при приближении стрелы крана к проводам ЛЭП.

В ограничителе ОГМ240 реализованы следующие виды координатной защиты:

- ✓ *Потолок* – ограничение высоты подъёма оголовка стрелы;
- ✓ *Стена* – ограничение вылета по линии с произвольным углом наклона;
- ✓ *Поворот вправо* и *Поворот влево* – ограничение угла поворота стрелы по азимуту.

Ограничитель ОГМ240 как регистратор параметров крана обеспечивает непрерывный опрос датчиков и накопление информации о состоянии параметров крана (массу груза, степень загрузки крана, угол наклона стрелы, вылет, высоту подъёма оголовка стрелы, угол поворота платформы крана, кратность запасовки полиспаста, факты принудительного снятия ограничения и т.д.), эксплуатационных характеристик (общую наработку крана в моточасах, суммарное число рабочих циклов, статистику поднятых грузов и т.д.), параметров шасси и крановой установки (давления масла в системе смазки двигателя, температуры охлаждающей жидкости и масла в гидросистеме, давления масла в различных частях гидросистемы крана) [44].

Дополнительно система ОГМ240 производит управление электрооборудованием крановой установки и шасси: электромагнитами разрешения крановых операций; электромагнитом включения ускоренной работы лебёдки; габаритным фонарём; освещением груза; вентилятором охлаждения масла в гидросистеме крана; оборотами двигателя по шине CAN [44].

В состав модификаций ограничителя ОГМ240 для различных типов кранов могут входить (рис. 3.24) [44]:

- 1 – блок индикации БИ04.4х;
- 2 – блок входов и нагрузок БВН1.3;
- 3 – датчик перемещения (длины стрелы) ДДС15(30, 50);
- 4 – датчики давления в полостях гидроцилиндра ДД250.11;
- 5 – датчик скорости ветра МС2;
- 6 – сигнальный креномер СН1;
- 7 – датчик угла наклона стрелы ДУГ50;
- 8 – датчик угла поворота стрелы (высоты подъёма крюка или изменения вылета) типа ДПМ20.9 (для башенных кранов);
- 9 – датчик усилия серии ТРС10000;
- 10 – пускатель магнитный ПМ12-010;
- 11 – датчик опасного приближения к ЛЭП ДЛ220.16;
- 12 – датчик азимута ДУА360.13.



Рис. 3.24. Внешний вид элементов ограничителя грузоподъёмности ОГМ240

На рис. 3.25 приведена схема оснащения стрелового грузоподъёмного крана ограничителем ОГМ240.

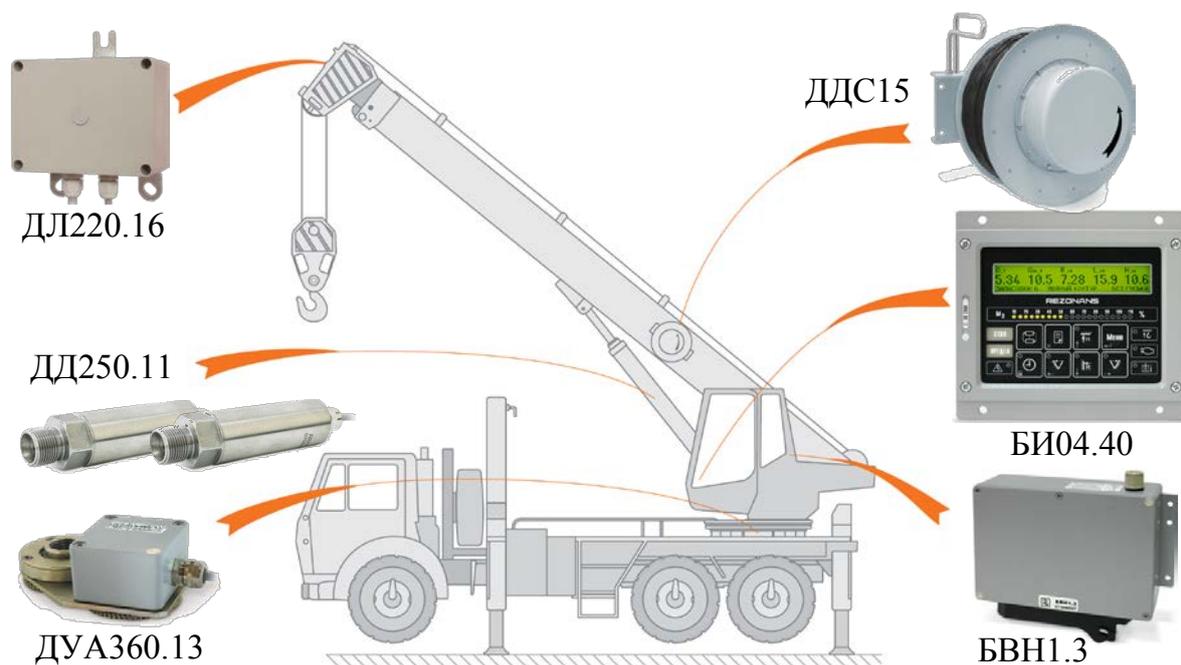


Рис. 3.25. Схема расположения ОГМ240 на стреловом автомобильном кране

На рис. 3.26 приведена схема оснащения мостового и козлового кранов ограничителем ОГМ240.

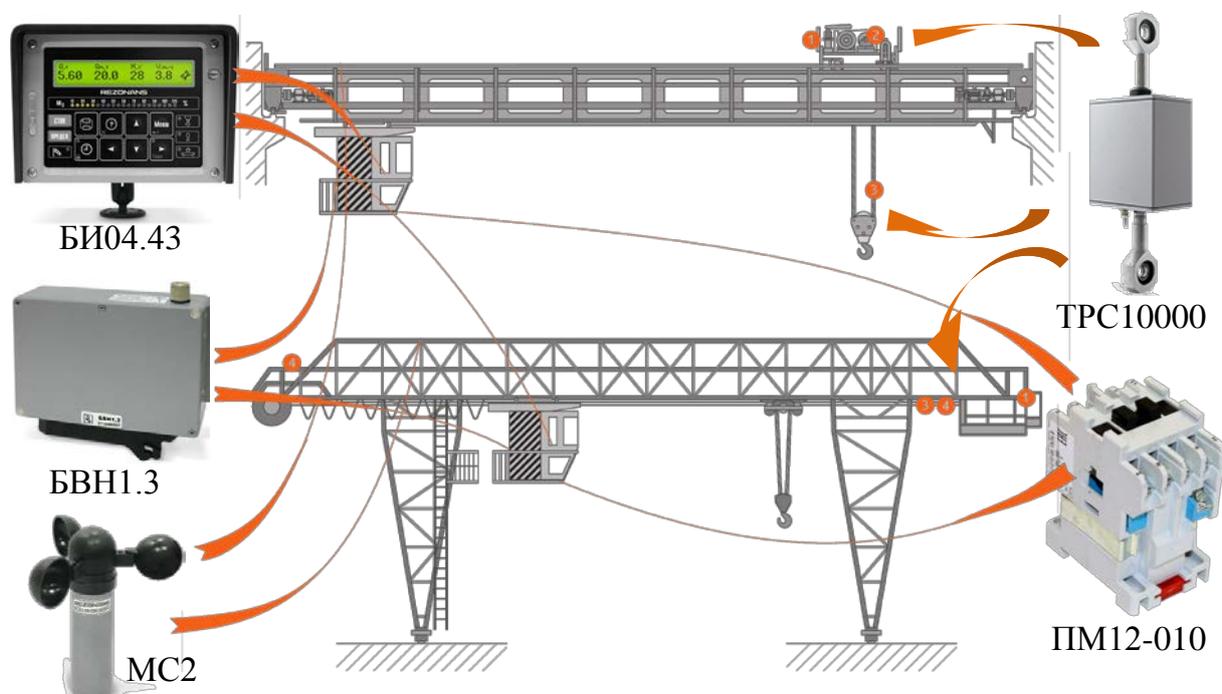


Рис. 3.26. Схема расположения ОГМ240 на мостовом и козловом кранах

На рис. 3.27 приведена схема оснащения башенного крана ограничителем ОГМ240.

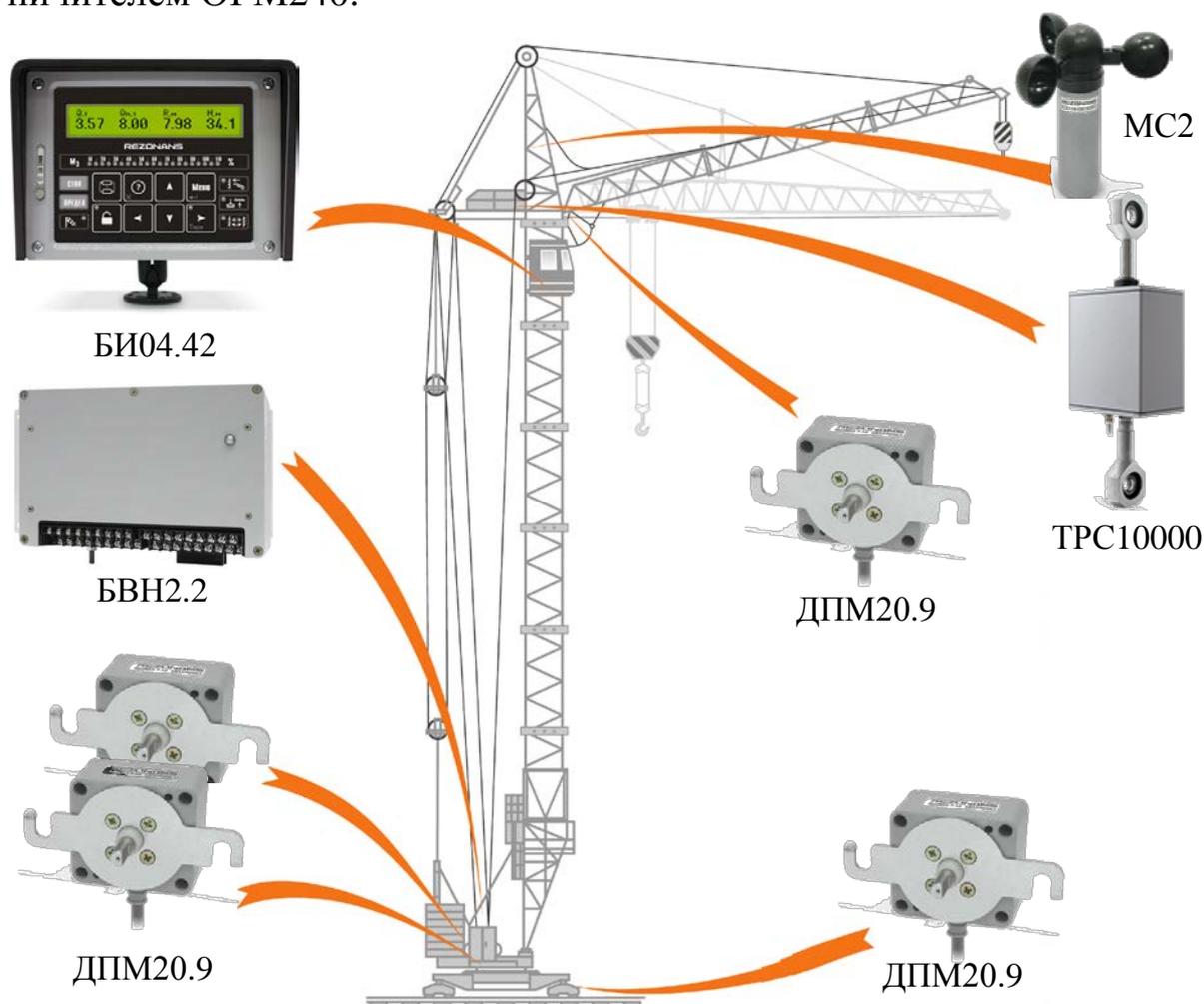


Рис. 3.27. Схема расположения ОГМ240 на башенном кране

Блок индикации БИ04.4х предназначен для работы в качестве центрального управляющего и вычислительного блока прибора безопасности ОГМ240. Используется для ввода режимов работы прибора и вывода информации о работе крана, а также управления сигналами блокировки [44].

Основные особенности и технические характеристики БИ04.4х:

- одновременное отображение пяти рабочих параметров;
- наглядный и удобный ввод настроечных параметров крана, опорного контура, запасовки и стрелового оборудования;
- одновременное отображение информационных сообщений и рабочих параметров;
- считывание данных регистратора и загрузка в блок индикации параметров крана с помощью SD-карты;

- наличие силового выхода с током коммутации 3 А;
- обработка двух дискретных сигналов постоянного (до 540 В) или переменного (380 В) напряжений.

Блок индикации БИ04.4х имеет жидкокристаллический дисплей 202x32 пикселя, динамический излучатель на задней стенке, цифровой последовательный интерфейс связи RS-485 и/или RBus, широкий диапазон питания постоянным напряжением 8 – 32 В или переменным напряжением $\sim 220 \pm 10\%$ В, высокую вибро- и удароустойчивость и степень защиты от внешних воздействующих факторов IP54.

Блоки входов и нагрузок БВН1.3 и БВН2.2 предназначены для коммутации активных и индуктивных нагрузок, а также для обработки аналоговых и дискретных входных сигналов в системах управления и безопасности строительной-дорожной техники. Применяются в составе приборов безопасности стреловых, мостовых, козловых и башенных кранов для управления электромагнитными клапанами, измерения сигналов аналоговых датчиков и обработки состояния концевых выключателей [44].

Основные особенности и технические характеристики БВН1.3:

- 4 входа для измерения тока 4 – 20 мА;
- 4 входа для измерения сопротивления 20 – 900 Ом;
- 6 силовых выходов, защищенных от короткого замыкания, максимально допустимый ток каждого выхода 4 А;
- 15 дискретных входов (3 состояния – разомкнут, замкнут на «+», замкнут на «массу»);
- цифровой интерфейс передачи данных – RS-485 и/или RBus;
- переключатель на 2 положения;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP54;
- потребляемый ток (без учёта тока нагрузки) – не более 0,02 А.

Основные особенности блока входов и нагрузок БВН2.2:

- 3 дискретных входа с рабочим напряжением до 540 В;
- 13 силовых выходов с максимальным током 2 А ~ 380 В;
- цифровой интерфейс передачи данных – RS-485 и/или RBus;
- напряжение питания – 220 В переменного тока;
- потребляемый ток (без учёта тока нагрузки) – не более 0,2 А.

Датчики перемещения серии ДДС15(30, 50) используются в системах безопасности строительной-дорожной техники серии ОГМ240 и предназначены для измерения длины и угла наклона телескопической стрелы грузоподъемного крана [44].

Выполняемые функции датчиков ДДС15(30, 50):

- измерение линейного перемещения прямолинейно движущихся секций стрелы – до 50 м;
- подвод электрической энергии к прямолинейно перемещающимся объектам;
- измерение угла наклона стрелы относительно гравитационной нормали – от 0° до 110°.

Основные особенности и технические характеристики датчиков ДДС15(30, 50):

- автоматическое сматывание провода посредством внутренней пружины;
- встроенный датчик угла наклона;
- цифровой интерфейс передачи данных;
- наличие дискретного управляющего входа;
- погрешность измерения перемещения – не более 0,1 м;
- погрешность измерения угла наклона – не более 0,5°;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 0,02 А.

Датчик давления ДД250.11 предназначен для измерения избыточного давления в диапазоне 0 – 25(40) МПа в напорных и сливных гидравлических магистралях гидросистемы подъёма стрелы и перемещения других механизмов крана [44].

Основные особенности и технические характеристики датчика ДД250.11:

- высокая стабильность и достоверность показаний, достигаемая за счет встроенной калибровки и термокомпенсации;
- устойчивость к 1,5-кратным перегрузкам давления;
- цифровой интерфейс передачи данных;
- наличие дискретного управляющего входа;
- относительная погрешность измерения – не более 0,2% и дополнительная температурная погрешность на каждые 10 °С – 0,1%;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока.

Преобразователь скорости ветра МС2 предназначен для измерения скорости ветрового потока. Имеет крепление с противовесом, обеспечивающее вертикальную ориентацию датчика вне зависимости от угла наклона основания [44].

Основные особенности и технические характеристики МС2:

- четырехсекундное усреднение результатов измерения;
- модификации с выходным цифровым RBus или импульсным интерфейсом 0 – 32 Гц;
- диапазон измерения скорости ветра – от 1,5 до 32 м/с;
- погрешность измерения – не более (1 м/с + 10% от измерения);
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP55;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока.

Электронные сигнальные креномеры (указатели углов наклона) серии СН предназначены для измерения и индикации углов продольного и поперечного наклона. Устройство имеет световой индикатор – две взаимно перпендикулярные дискретные светодиодные линейки, показывающие отклонение от гравитационной вертикали по двум осям, и центральный индикатор горизонтального положения. Допускается установка креномера в наклонном положении за счет реализации задания нулевого положения непосредственно на машине [44].

Основные особенности и технические характеристики креномеров серии СН:

- встроенный и внешний датчики угла наклона;
- цифровой интерфейс для интеграции в систему управления;
- стойкий к влаге, вибрациям и ударам герметичный корпус;
- 2 оси измерения угла наклона;
- погрешность измерения угла наклона – не более 0,5°;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP67;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 0,3 А.

Датчик угла наклона ДУГ50 предназначен для измерения угла наклона рабочего оборудования строительно-дорожных машин относительно гравитационной вертикали. Применяются в составе систем защиты и управления для измерения угла наклона стрелы грузоподъемного крана, продольного и поперечного наклона базовой платформы кранов и автолестниц, а также для контроля вертикальности рабочей мачты бурильно-крановых машин и т.п. [44].

Основные особенности и технические характеристики ДУГ50:

- модификации для измерения углов наклона относительно одной или двух осей – в диапазоне $\pm 55^\circ$;
- стойкий к влаге, вибрациям и ударам герметичный корпус;
- аналоговые 0,5 – 4,5 (0,5 – 9,5) В или цифровой RBus интерфейсы передачи данных;

- погрешность измерения угла наклона – не более $0,5^\circ$;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP67;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока;
- потребляемая мощность – не более 1,4 Вт.

Датчики угла поворота типа ДПМ20.9 используются в системах контроля и управления строительными машинами для определения положения рабочих механизмов.

Основные особенности ДПМ20.9:

- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- электронная настройка положения входного вала;
- дискретный вход для подключения концевого выключателя.

Датчики усилия ТРС10000 нашли применение в различных системах автоматического контроля, защиты и управления промышленного назначения, весовых системах и на строительной технике, в том числе на башенных кранах [44].

Основные особенности и технические характеристики ТРС10000:

- измерение усилия – до 100 т;
- высокая точность и стабильность показаний, достигаемая за счёт встроенной калибровки и термокомпенсации;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- наличие дискретного управляющего входа для концевого выключателя;
- относительная погрешность измерения усилия – не более 1%;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP67;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 0,022 А.

Датчик опасного приближения к ЛЭП ДЛ220.16 предназначен для измерения напряженности электромагнитного поля воздушных ЛЭП переменного тока частотой 50 Гц. Применяется в составе приборов безопасности для защиты от опасного приближения к ЛЭП оголовка стрелы грузоподъемных кранов [44].

Основные особенности и технические характеристики ДЛ220.16:

- наличие дискретного управляющего входа;
- до 2-х силовых выходов с защитой от КЗ;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- диапазон измерения напряжённости электрического поля переменного тока частотой 50 Гц – от 0 до 16 В/м;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP55;
- напряжение питания – 8 – 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 0,02 А.

Датчик азимута ДУА360.13 предназначен для измерения угла поворота подвижных частей рабочего оборудования строительно-дорожных машин и обработки сигналов дискретного входа (концевого выключателя). Используется в составе системы безопасности ОГМ240 для измерения угла поворота крановой установки относительно неподвижного шасси [44].

Основные особенности и технические характеристики ДУА360.13:

- установка на токосъёмное устройство крана;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- наличие дискретного управляющего входа;
- диапазон измерения угла поворота – от 0° до 360°;
- погрешность измерения угла поворота – не более 1°;
- компенсация люфтов в механической передаче угла поворота;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – 10 – 32 В постоянного тока.

Помимо вышперечисленных приборов ограничитель ОГМ240 может дополнительно работать с такими датчиками, как счетчик моточасов СВН, тахометр автотракторный ТХА3.1, датчики температуры и давления смазочных и охлаждающих жидкостей автокрана и т.д.

На основе анализа функций и характеристик ограничителя ОГМ240 можно утверждать, что он является современной автоматизированной системой безопасности, отвечающей всем требованиям безопасности проведения грузоподъемных операций, и может применяться для комплексной автоматической защиты грузоподъемных кранов различной конструкции.

3.13. Ограничитель грузоподъемности ОНК-140

Ограничитель грузоподъемности ОНК-140 (рис. 3.28), производимый ООО «Арзамасский электромеханический завод», г. Арзамас, является системой автоматической защиты и представляет собой многофункциональный микропроцессорный прибор, полностью отвечающий «Правилам устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382–00. ОНК-140 представляет собой усовершенствованную модель ограничителя ОНК МП-120 и может устанавливаться на стреловые самоходные, башенные и железнодорожные краны, краны-трубоукладчики, краны мостового типа. Существует более ста модификаций ограничителя грузоподъемности ОНК-140, каждая из которых предназначена для определенного типа крана [45].



Рис. 3.28. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности ОНК-140

Ограничитель грузоподъёмности ОНК-140 предназначен для защиты крана от перегрузок и опрокидывания при подъёме груза, защиты рабочего оборудования от повреждения при работе в стесненных условиях или в зоне ЛЭП (координатная защита) и для отображения информации о фактической массе поднимаемого груза, предельной грузоподъёмности, степени загрузки крана, величине вылета, высоте подъёма оголовка стрелы, её длине и угле наклона относительно горизонта [6].

Встроенный в ОНК-140 регистратор параметров крана (блок телеметрической памяти) обеспечивает запись и долговременное хранение информации о рабочих параметрах крана, а также о степени нагрузки крана в течение всего срока службы ограничителя. Ограничитель ОНК-140 комплектуется модулем защиты от опасного напряжения (МЗОН). Его установка обеспечивает своевременное оповещение крановщика о наличии ЛЭП в непосредственной близости от крана и защиту от поражения током. В ограничителе предусмотрено 4 вида координатной защиты: *Стена*, *Потолок*, работа в секторе по азимуту (*Поворот вправо* и *Поворот влево*). Установка защиты позволяет производить работы крана в стесненных условиях (под ЛЭП, вблизи и между зданий) без опасения столкновения стрелы крана с препятствием.

В общем случае в состав модификаций ограничителя ОНК-140 могут входить (см. рис. 3.28) [6, 18]:

- блок питания и выходных реле *БПиР*;
- блок обработки данных *БОД – 1*;
- датчик длины стрелы *ДД – 2*;
- преобразователи давления *ПрД* (в поршневой *ПрДп* и штоковой *ПрДш* полостях гидроцилиндра подъёма стрелы) – 3;
- датчик азимута *ДА – 4*;
- датчик угла наклона стрелы маятниковый *ДУГМ – 5*;
- датчик скорости ветра *ДСВ – 6*;
- модуль защиты от опасного напряжения *МЗОН – 7*;
- датчики (преобразователи) усилия типа *ПрУ* или *ДСТ*, используемые в кранах мостового и козлового типа;
- датчик продольного и поперечного крена *ДК*;
- токосъёмник *ТС*;
- датчик температуры окружающей среды *ДТОС*;
- датчик температуры охлаждающей жидкости *ДТОЖ*;
- датчики температуры и давления масла в двигателе подъёмной установки;
- датчики давления масла в магистралях гидросистемы и т.д.

Например, ограничители для башенных кранов (ОНК-140-35, ОНК-140-53) дополнительно комплектуются датчиками ветра, датчиком пути и высоты подъёма крюка, в нем предусмотрена сложная координатная защита типа ломаной линии с шестью точками перегиба отдельно для крюка и стрелы. В состав ограничителей для башенных, железнодорожных (ОНК-140-41), мостовых и дизель-электрических (ОНК-140-15-38) кранов входит блок питания и выходных реле, который преобразует напряжение 220 В частотой 50 Гц в постоянное напряжение + 24 В и обеспечивает коммутацию электрических цепей крана с трёхфазным напряжением 380 В и током до 16 А. Ограничители для кранов трубоукладчиков (ОНК-140-20, ОНК-140-46) имеют в своем составе датчик продольного и поперечного крена *ДК*, который позволяет контролировать работу машины на наклонных поверхностях.

Структурная схема ограничителя ОНК-140-25М изображена на рис. 3.29. Ограничители этой модификации применяются на распространенных моделях автокранов с телескопической стрелой и гидроприводом. В состав данной модификации ограничителя входят: *БОД*, *ПрДп*, *ПрДш*, *ДУГМ*, *ДА*, *ДД*, *МЗОН*, соединительные кабели [18].

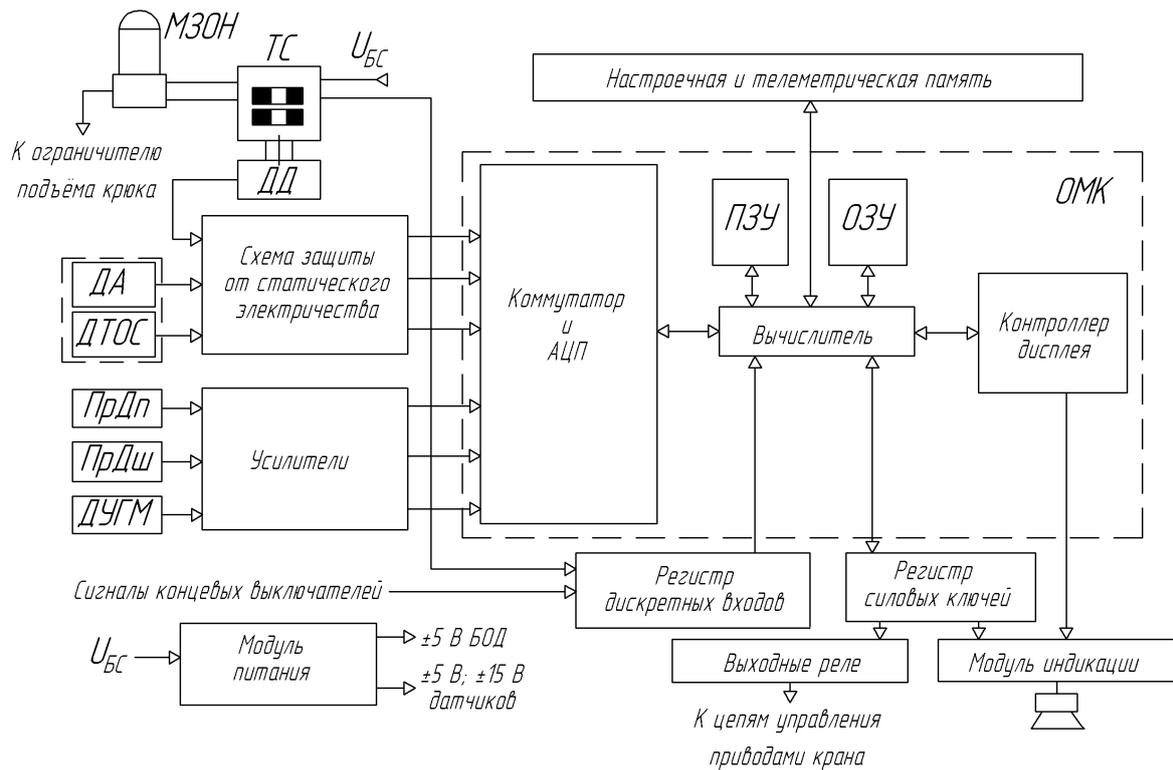


Рис. 3.29. Схема структурная ограничителя ОНК-140-25М

Схема размещения датчиков на кране представлена на рис.3. 30.

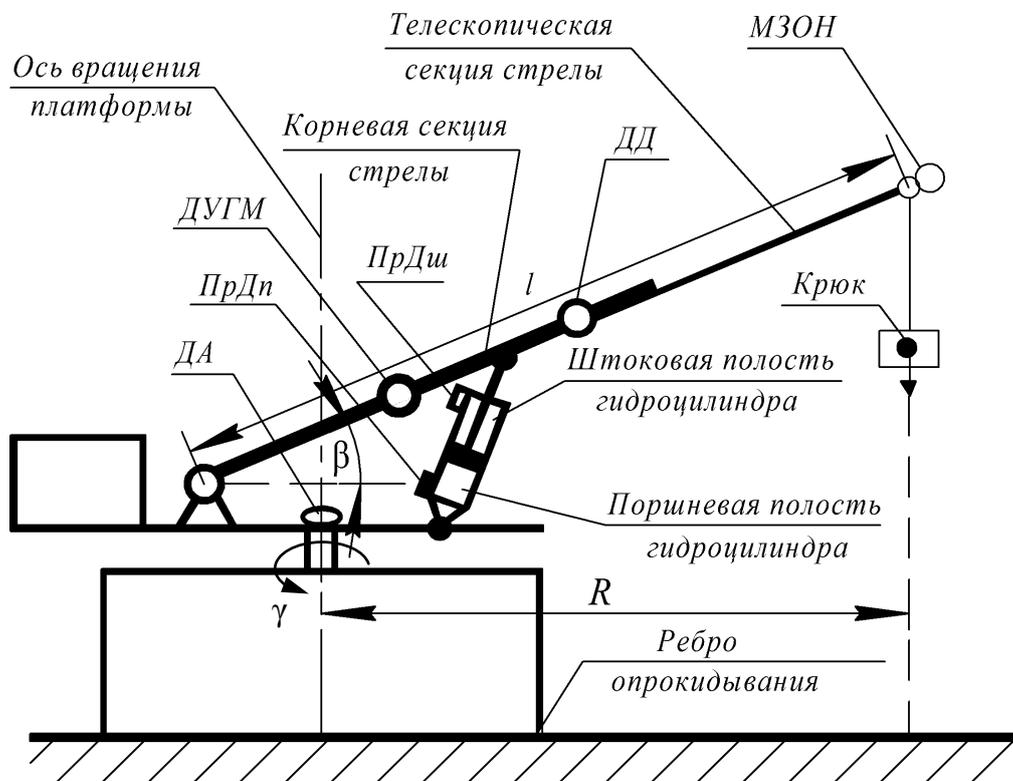


Рис. 3.30. Схема расположения датчиков ограничителя ОНК-140 на кране

Принцип действия ограничителя основан на последовательном опросе и преобразовании сигналов датчиков в цифровой код, определении угла наклона и длины стрелы, расчёте цифровыми методами вылета, высоты подъёма оголовка стрелы, а также вычислении фактической массы груза и степени загрузки крана с последующим их сравнением с предельно допустимыми значениями при выбранном режиме работы. Программно-аппаратные средства ограничителя обеспечивают проверку исправности основных его узлов, линий связи с датчиками и локализуют неисправность выдачей на индикатор кода неисправности.

Встроенный блок телеметрической памяти (регистратор параметров) обеспечивает запись и долговременное хранение информации [18]:

- о рабочих параметрах крана в течение последних 4 ч;
- о степени загрузки крана, об отключении по перегрузке, по координатной защите, при опасном приближении к проводам ЛЭП, при возникновении неисправности и т.п. в течение всего срока службы ограничителя (12 лет).

При включении прибора выполняется его самодиагностика с проверкой датчиков, индикаторов, микропроцессорной системы и выдачей сообщений об ошибках и неисправностях. В случае отсутствия неисправностей прибор переходит в рабочий режим. В рабочих режимах крановщик может задавать те или иные виды координатной защиты, выбирать стреловое оборудование, задавать положение выносных опор, а также менять диапазон рабочих напряжений МЗОН.

В ограничителе ОНК-140 предусмотрена координатная защита:

- по азимуту – *Поворот вправо* и *Поворот влево*;
- по вылету – *Стена*;
- по высоте – *Потолок*.

Эти ограничения могут задаваться как совместно, так и порознь. Наличие координатной защиты сопровождается постоянным свечением соответствующего светодиода, а достижение границы рабочей зоны мигающим свечением. Задание границы рабочей зоны на кране осуществляется по факту, то есть установкой максимального вылета, высоты, угла азимута и нажатием соответственно кнопок «СТЕНА», «ПОТОЛОК», «ЛЕВЫЙ УГОЛ», «ПРАВЫЙ УГОЛ» до момента включения соответствующих светодиодов. Ограничения задаются с запасом (с учётом инерции движения стрелового оборудования). Информация о задаваемых ограничениях заносится в ОЗУ. При отключении питания прибора информация в ОЗУ пропадает. В ОЗУ заносятся также результаты промежуточных вычислений.

В рабочих режимах прибора ОНК-140-25 заложен запрет работы над кабиной водителя, то есть в пределах $\pm 30^\circ$ по азимуту от транспортного положения стрелы крана реле координатной защиты отключает крановую установку. Запрет не включается, если телескоп задвинут и на крюке нет груза, что позволяет беспрепятственно переводить стрелу крана из транспортного положения в рабочее и обратно. Есть модификации прибора ОНК-140, в которых этот угол азимута составляет $\pm 45^\circ$ или $\pm 60^\circ$.

В БОД размещены на отдельных платах [18]:

- модуль питания;
- модуль контроллера;
- модуль индикации.

Модуль питания выполнен по схеме импульсного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией и предназначен для преобразования нестабильного входного напряжения (20 – 30 В) в ряд стабилизированных напряжений для питания датчиков и элементов БОД.

В состав модуля контроллера входят [18]:

- однокристалльный микроконтроллер (ОМК);
- настроечная и телеметрическая память;
- регистр дискретных входов, регистр силовых ключей;
- усилители;
- схема защиты от статического электричества.

ОМК содержит коммутатор с АЦП, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), вычислитель, контроллер дисплея (см. рис. 3.29).

Функционирование ограничителя происходит под управлением программы, записанной в ПЗУ (энергонезависимая память) ОМК. Программное обеспечение включает в себя подпрограмму тестирования, настройки, рабочую программу. При нажатии кнопки «ТЕСТ» запускается подпрограмма тестирования, вычислитель проверяет исправность ОЗУ, ПЗУ, АЦП, МИ. Кроме этого, после подачи напряжения питания в процессе работы ведутся контроль состояний линий связи датчиков на обрыв и короткое замыкание и контроль исправности ОМК.

Модуль индикации предназначен для отображения в цифровом виде рабочих параметров и режимов работы светодиодными индикаторами, выдачи предупреждений об опасности звуковым сигналом и ввода режимов работы крана.

На лицевой панели БОД (рис. 3.31) расположены различные светодиодные индикаторы, а также четырехразрядные цифровые индикаторы и кнопки управления [6, 18].

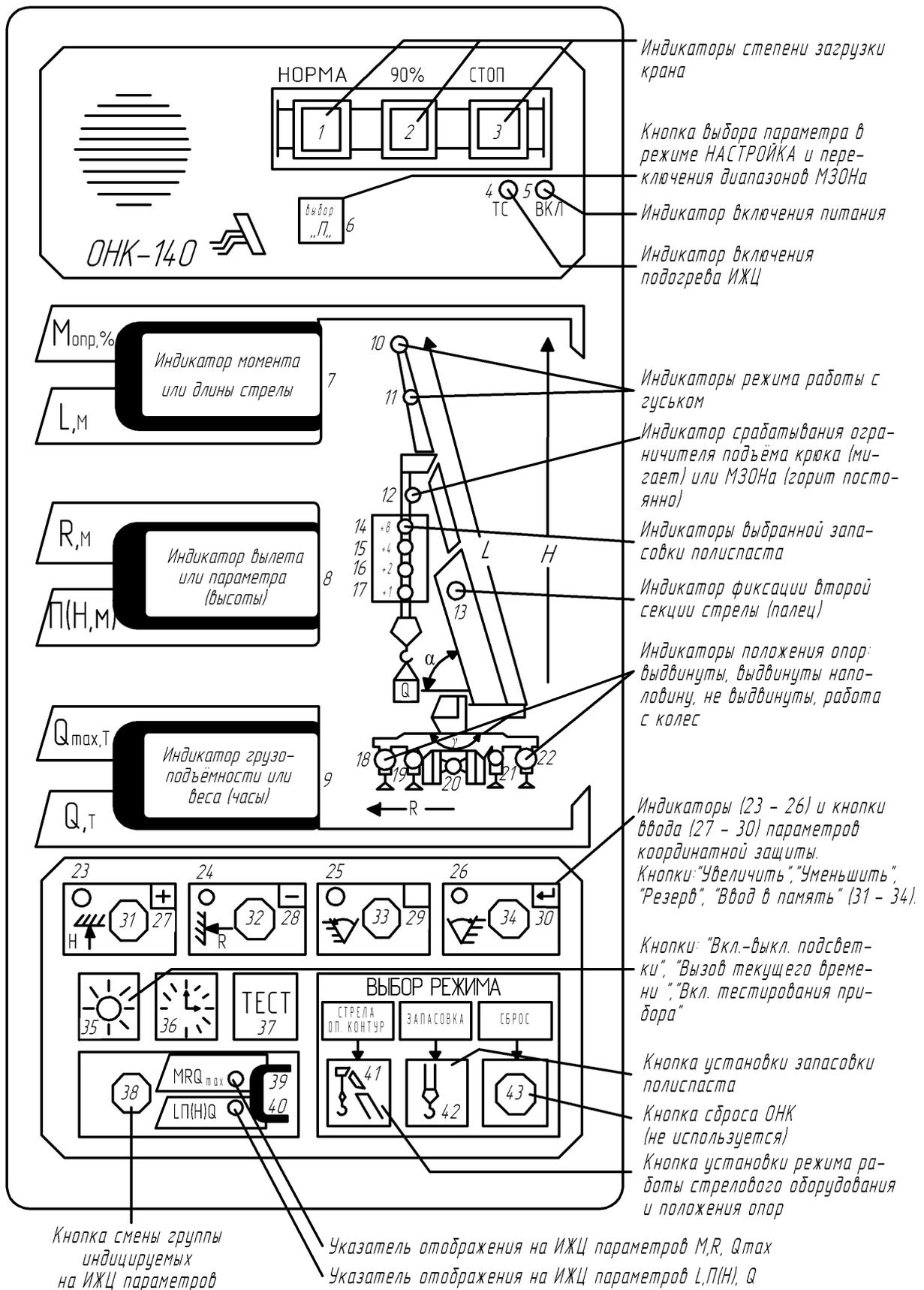


Рис. 3.31. Внешний вид передней панели БОС ограничителя ОНК-140

Назначение строенных светодиодных индикаторов *1, 2 и 3* в верхней части лицевой панели:

- «НОРМА» указывает, что кран работает с безопасной нагрузкой;
- «90%» указывает, что нагрузка на крюке составляет не менее 90% от допустимого значения;
- «СТОП» сигнализирует о том, что фактическая нагрузка составляет не менее 105% от допустимого значения.

Одновременное включение индикаторов «НОРМА» и «СТОП» указывает на нахождение стрелы на границе или за пределами разрешенной рабочей зоны. Больше всего на лицевой панели точечных светодиодных индикаторов. Индикаторы режима работы с гуськом *10* и *11* горит, если кран работает с гуськом. Индикатор подъема крюка и модуля защиты от опасного напряжения *12* мигает при сработавшем выключателе ограничителя подъема крюка (ОПК) и горит постоянно при нахождении антенны в зоне действия ЛЭП (ОПК включается в минусовую цепь питания МЗОН через «массу»). Выбор индицируемых параметров (группой по три) определяется нажатием кнопки *38* с подсветкой выбранного диапазона индикатором *39* или *40*. На два светодиодных индикатора *4* и *5* выдаются сигналы включения прибора («ВКЛ») и режима термостатирования («ТС»). Индикаторы *23, 24, 25, 26* служат для индикации координатной защиты [6, 18].

На лицевой панели БОД имеется мнемосхема крана, показывающая состояние стрелового оборудования, опорного контура, запасовку грузового полиспаста индикаторами *14 – 17*. Индикаторы режима работы с гуськом *10* и *11* и фиксации второй секции гуська *13* в данной модификации ограничителя не используются. Индикатор подъема крюка и модуля защиты от опасного напряжения *12* мигает, если сработал выключатель ограничения подъема крюка, и горит постоянно, если антенна модуля находится в зоне воздействия ЛЭП.

Индикаторы запасовки полиспаста *14 – 17* отображают выбранную крановщиком схему запасовки полиспаста. Например, если горят индикаторы *14* и *15* (+8 и +4), это значит, что выбран коэффициент запасовки *12* (сумма цифр у горящих индикаторов запасовки). Индикаторы мигают, если масса груза на крюке превышает допустимое значение при данной запасовке.

Индикаторы опорного контура *18 – 22* отображают выбранную крановщиком схему опорного контура для выполнения конкретного вида работ. Если включены индикаторы *19* и *21*, кран работает на выдвинутых опорах. При включенных индикаторах *18* и *22* опоры выдвинуты полностью.

При прохождении теста в трёх разрядах всех индикаторов 7, 8, 9 последовательно отображаются цифры от 9 до 1 и поочерёдно слева направо и сверху вниз включаются светодиодные индикаторы. В настроечной памяти (см. рис. 3.29) хранится подпрограмма настройки параметров конкретной модели крана. Эта подпрограмма используется для юстировки датчиков и выполняется при установке тумблера «РАБОТА-НАСТРОЙКА» в положение «НАСТРОЙКА». Рабочая программа выполняется при установке тумблера «РАБОТА-НАСТРОЙКА» в положение «РАБОТА». Под управлением этой программы происходит опрос датчиков, преобразование аналоговых сигналов датчиков в цифровой код, выполняются необходимые математические расчёты, отображаются в цифровой форме рассчитанные значения параметров и формируются сигналы управления.

На цифровых индикаторах 7, 8, 9 передней панели *БОД* в рабочем режиме отображается следующая информация:

- загрузка фактическая $M_{опр}$, %;
- вылет R , м;
- загрузка максимальная Q_{max} , т;
- длина стрелы L , м;
- высота оголовка H , м;
- загрузка фактическая Q , т.

Ограничитель может также выдавать цифровую информацию о рабочих параметрах крана:

- моменте опрокидывания крана;
- угле азимута поворотной платформы;
- угле наклона стрелы относительно горизонта;
- давлениях в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъёма стрелы;
- текущем времени суток.

Датчики для измерения длины стрелы ДД-03 (см. рис. 3.28) и азимута ДА-001 (см. рис. 3.28) выполнены на базе потенциометров. ДД ОНК-140 предназначен для определения приращения длины стрелы и/или определения угла наклона стрелы, а также для подключения электрооборудования, расположенного на оголовке стрелы. ДД установлен в кабельном барабане. Датчик состоит из роторного потенциометра СП5-44-01-1, ось которого при помощи редуктора соединена с барабаном. При перемещении секций стрелы и вращении барабана получает вращение и ось потенциометра [18].

ДД совмещен с токосъёмником *ТС*, предназначенным для соединения питающих цепей (силовых цепей аккумулятора) базового шасси с силовыми потребителями поворотной установки, а также для соединения между собой источников и приемников сигналов (сигнальных цепей с датчика *МЗОН*) электрооборудования поворотной установки и неповоротной (ходовой) частей автогидроподъёмников (вышек) и автокранов [18].

Датчик азимута ДА-001 предназначен для измерения угла поворота крана относительно его шасси в круговой зоне. Прибор устанавливается на токосъёмное устройство крана, расположенное у оси вращения платформы. Основным элементом ДА является одиночный или двоярный проволочный переменный резистор с большой износоустойчивостью, вал которого жестко связан с соответствующими механизмами крана. Для обеспечения измерения угла поворота в диапазоне $0^\circ - 360^\circ$ ползунки двоярного резистора развернуты на 180° относительно друг друга. Из контроллера поворотной части на резистор подается напряжения $+3$ В. Напряжение, снимаемое со средней точки потенциометра и пропорциональное углу поворота платформы крана, через диодную схему защиты поступает на вход аналого-цифрового преобразователя микроконтроллера и после преобразования в цифровой код передается в *БОД*. Датчик азимута совмещен с датчиком температуры окружающей среды. При температуре ниже 5°C включается нагревательный элемент термостата для подогрева *БОС*, о чем свидетельствует загорание индикатора «ТС» [18].

Преобразователь давления типа ПрД-01(см. рис. 3.28) представляет собой стальной цилиндр, полый внутри, на внешнюю поверхность которого наклеены тензорезисторы измерительного моста, закрытый поверх ещё одним стальным цилиндром (защитным). Стальные цилиндры соединяются с магистралью, в которой и необходимо измерять давление, наворачиваясь на штуцер через уплотнения. Датчик обеспечивает измерение давления в диапазоне $0 - 25(40)$ МПа в напорных и сливных гидравлических магистралях гидросистемы подъема стрелы и выходной токовый сигнал $4 - 20$ мА [18].

Датчик угла маятниковый ДУГМ-1 (см. рис. 3.28) ограничителя ОНК-140 предназначен для измерения углов наклона рабочего оборудования строительного-дорожных машин относительно гравитационной вертикали в диапазоне от 0° до 90° . ДУГМ устанавливается на корневой секции стрелы. Датчик представляет собой датчик линейных ускорений, формирующий выходное напряжение от $-0,7$ до $+0,7$ В при

изменении угла от 0 до 90°. Усиленное в *БОД* в три раза выходное напряжение датчика поступает на вход коммутатора АЦП. Напряжения питания ДУГМ + 15 В поступает из *БОД* [18].

Модуль защиты от опасного напряжения МЗОН-1 (см. рис. 3.28) входит в состав ограничителя нагрузки крана ОНК-140 и предназначен для обнаружения выковольных ЛЭП в различном диапазоне частот и обеспечения безопасной работы грузоподъемной машины вблизи ЛЭП. МЗОН-1 способен различать различные диапазоны напряжений ЛЭП (1, 10, 35, 450, 750 кВ) [18].

МЗОН-1 вырабатывает [18]:

- частотный импульсный сигнал амплитудой 8 – 15 В, частота которого зависит от напряженности электрического поля;
- постоянное напряжение 8 – 15 В, в случае срабатывания или отказа МЗОНа;
- напряжение ноль вольт, если разомкнут концевой выключатель (ограничитель) подъема крюка.

Формируемый модулем сигнал по кабелю (тросу) через токосъёмник передается в *БОД* для обработки.

3.14. Ограничители грузоподъемности ОНК-160

Ограничитель грузоподъемности ОНК-160, выпускаемый в настоящее время ООО «Арзамасский электромеханический завод» г. Арзамас, является дальнейшим развитием и сменой ограничителей ОНК-140. Ограничитель нагрузки крана ОНК-160 является многофункциональным прибором безопасности, который, в сочетании с подключаемыми к его дискретным входам в качестве датчиков концевыми выключателями, полностью выполняет все требования правил ПБ 10-382–00 к приборам безопасности стреловых кранов. Встроенный в прибор регистратор параметров крана полностью соответствует руководящему документу РД 10-399–01.

Ограничители ОНК-160 выпускаются трёх серий [46]:

- ОНК-160С – для стреловых кранов с телескопической стрелой и гидравлическим приводом (рис. 3.32, а);
- ОНК-160М – для мостовых и козловых кранов (рис. 3.32, б);
- ОНК-160Б – для башенных кранов (рис. 3.32, в).

Конструкция ОНК-160С максимально унифицирована с другими приборами семейства: ОНК-160Б и ОНК-160М. Унифицированы конструкции датчиков и блоков. Связь составных частей прибора осуществляется также с помощью последовательного CAN-интерфейса.



Рис. 3.32. Внешний вид ограничителей грузоподъемности ОНК-160

Ограничитель ОНК-160С предназначен для установки на стреловые самоходные грузоподъемные краны с гидравлическим приводом и служит для защиты крана от перегрузок, ограничения рабочих зон оборудования крана, определяемых его конструкцией и условиями эксплуатации (при работе в стесненных условиях или вблизи воздушных линий электропередачи), регистрации параметров работы крана, а также для отображения информации о грузоподъемности, крене и других параметрах работы крана [19].

Встроенный в ограничитель регистратор параметров с часами реального времени обеспечивает запись, первичную обработку и хранение служебной информации (в том числе об организации, производившей программирование прибора), оперативной и долговременной информации о параметрах работы крана (в том числе об интенсивности его эксплуатации) в течение всего срока службы ОНК-160С [19].

В отличие от своего предшественника – ограничителя ОНК-140 – прибор ОНК-160С обеспечивает построение гибкой структуры системы безопасности крана. Высокие технические характеристики и возможность перепрограммирования позволят обеспечить оснащение прибором практически любого известного стрелового гидравлического крана, имея всего десяток базовых исполнений ОНК. Отличия исполнений определяются только принципом управления, а также диапазонами длины стрелы и давления в гидросистеме крана. Таким образом, прибором ОНК-160С одного исполнения можно оснастить несколько десятков моделей кранов.

Перепрограммирование ОНК-160С в эксплуатации производится через USB-порт при помощи стандартного кабеля с использованием встроенного программного обеспечения ограничителя и программы-загрузчика, запускаемой с персонального компьютера. Программный код защищен от несанкционированного изменения с помощью специального шифра и контрольной суммы, дешифрование производится средствами программного обеспечения ограничителя непосредственно перед занесением кода программы в память. Возможность перепрограммирования позволяет не заменять прибор или какие-либо его составные части при изменении грузовой характеристики крана, например, по результатам технического освидетельствования.

Подключая к базовому исполнению прибора множество различных элементов, поставляемых в качестве опций, можно значительно расширить функциональные возможности прибора. Например, использовать прибор в качестве анемометра, ограничителя предельного груза на кранах, оснащенных люльками, контролировать крен платформы, положение и давление в выносных опорах, параметры силовой установки и гидропривода и т.д.

Прибор ОНК-160С в комплексе с клапаном снижения скорости КСС, устанавливаемым в гидросистему крана вместо клапанов ГКР, ПКР и т.п., позволяет реализовать функцию плавного снижения скорости поворота и опускания стрелы крана при подходе к границе рабочей зоны даже на кранах, не оснащенных пропорциональной системой управления гидроприводом, повышая таким образом их надёжность и безопасность работы.

Ограничитель ОНК-160С обеспечивает [19]:

- приём и обработку до двадцати четырёх (в зависимости от модификации) входных дискретных сигналов постоянного тока напряжением от 10 до 30 В из схемы электрооборудования ГПМ для выработки соответствующих сигналов управления выходными электронными ключами, а также для записи параметров, характеризующих состояние кранового оборудования, в память регистратора параметров;
- выдачу в систему управления крана до восьми релейных сигналов управления постоянного тока 12/24 В, 1,5 А;
- индикацию конфигурации кранового оборудования, режимов работы крана и ОНК, а также рабочих параметров крана;
- подсветку цифровых индикаторов в темное время суток;
- запись, хранение и считывание телеметрической информации о параметрах работы крана из встроенного регистратора параметров;

- предупредительную и аварийную световую и звуковую сигнализацию;
- программирование для конкретного типа крана;
- самодиагностику ограничителя: тестирование функциональных узлов, блоков и датчиков и контроль исправности линий связи, соединяющих БОИ с блоками и датчиками, контроль подключения выходных электронных реле к системе управления крана.

В состав базового исполнения прибора ОНК-160С входят [19]:

- блок отображения информации БОИ со встроенным регистратором параметров;
- датчик азимута ДА;
- датчик вылета ДВ с встроенным датчиком наклона стрелы ДНС и датчиком длины стрелы ДДС;
- датчики давления цифровые ДДЦ или датчики давления аналоговые ДДА (для измерения давления в поршневой ДДЦп и штоковой ДДЦш полостях гидроцилиндра подъема стрелы);
- контроллер оголовка стрелы КОС с встроенным модулем защиты от опасного напряжения МЗОН;
- контроллер поворотной части КПЧ с встроенным датчиком крена ДК.

Присоединительные размеры блоков и датчиков унифицированы с размерами соответствующих составных частей приборов ОНК-140, поэтому доработки существующих конструкций узлов встройки кранов при оснащении приборами ОНК-160С практически не требуется.

Для расширения функциональных возможностей прибора ОНК-160С и эксплуатации версий прибора для мостовых, козловых и башенных кранов ОНК-160М и ОНК-160Б предусмотрена возможность подключения дополнительных устройств [19]:

- блока питания БП, предназначенного для преобразования переменного напряжения 220 В частотой 50 Гц в постоянное напряжение + 17 ... + 30 В для питания блоков ограничителя;
- контроллера неповоротной части КНЧ;
- блока коммутации и регистрации БКР, предназначенного для коммутации сигналов управления краном;
- датчика длины гуська ДДГ;
- датчика угла наклона гуська ДУГ;
- датчика скорости ветра ДСВ;
- датчиков усилия цифровых ДУЦ различных типов для мостовых, козловых и башенных кранов;

- датчика угла цифрового маятникового ДУГЦМ для кранов с маневровой стрелой;
- датчиков перемещения интегральных ДПИ для мостовых, козловых и башенных кранов;
- контроллера башенного крана КБК, предназначенного для преобразования дискретного сигнала, поступающего с ДСВ в CAN-сигнал, и передачи этого сигнала в БОИ;
- выключателя бесконтактного ВБ;
- датчика оборотов ДО;
- датчика температуры ДТ;
- датчика уровня ДУ;
- датчика давления ДД;
- индикатора крана ИК;
- считывателя телеметрической информации СТИ-3.

Структурная схема ОНК-160С изображена на рис. 3.33 [19].

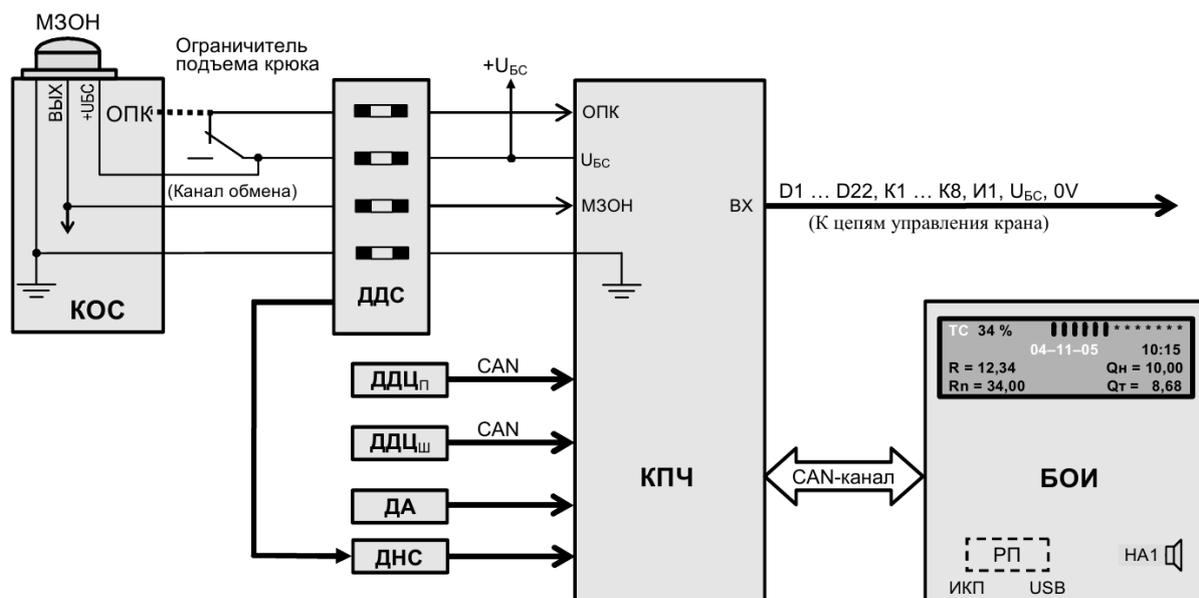


Рис. 3.33. Схема структурная базового исполнения ограничителя ОНК-160С

БОИ и датчики, устанавливаемые на поворотной части крана, подключаются к индивидуальным разъёмам блока КПЧ. Через разъём «ВХ» КПЧ проходят цепи питания ОНК, сигналы с выключателей блокировки выполнения крановых операций, коммутационные цепи (входные и выходные релейные сигналы) системы управления краном [19].

На рис. 3.34 приведена схема оснащения грузоподъемного автокрана «Ульяновец МКТ-25.7» ограничителем ОНК-160С.

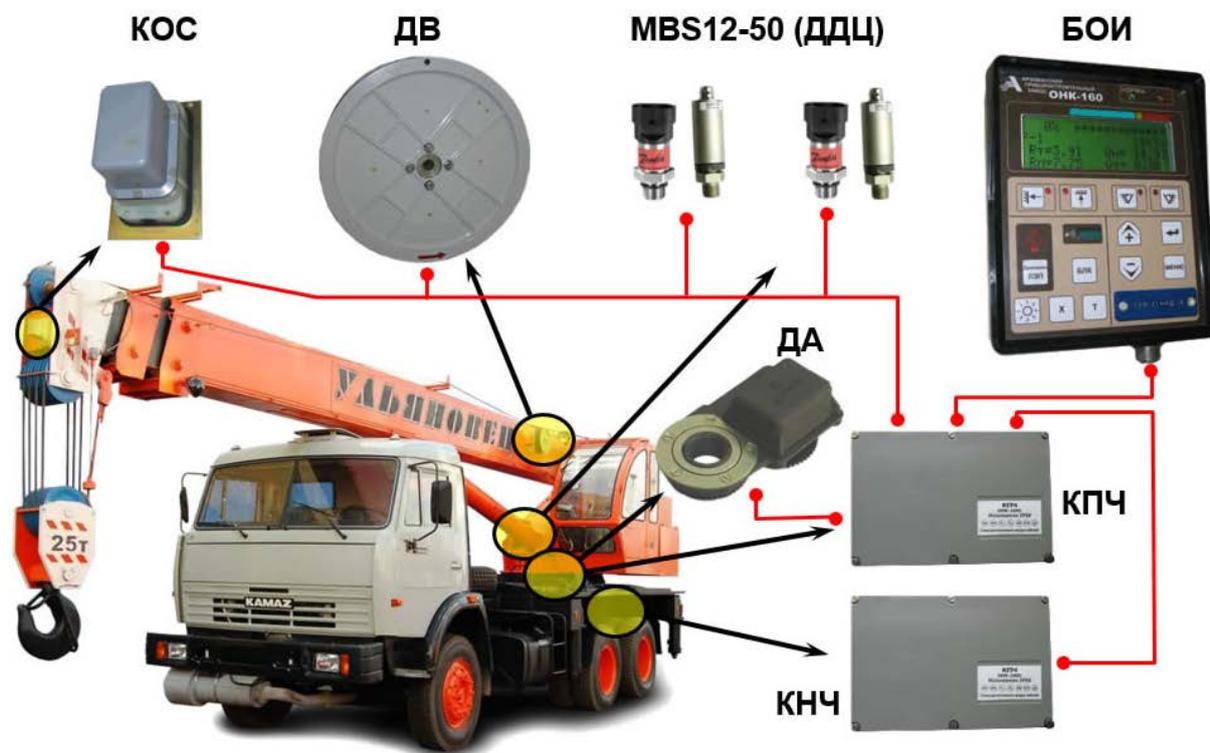


Рис. 3.34. Схема расположения ограничителя ОНК-160С на кране МКТ-25.7

Принцип действия ОНК-160С основан на последовательном опросе и преобразовании аналоговых сигналов с датчиков первичной информации в цифровой последовательный код, передаче его в БОИ, определении угла и длины стрелы, расчёте цифровыми методами значений вылета, высоты подъёма, а также вычислении значения массы поднимаемого груза и степени загрузки крана с последующим их сравнением с предельно допустимыми значениями при выбранном режиме работы крана. Прибор не только осуществляет сигнализацию и блокировку в аварийных ситуациях, но и активно помогает предотвратить их возникновение, выдавая на дисплей информацию обо всех необходимых параметрах работы крана, включая предупредительную световую и звуковую сигнализацию, снижая скорость работы механизмов при приближении к ограничениям [19].

Работа ограничителя осуществляется под управлением программы, заложенной в память микроконтроллера БОИ. Расчёт параметров грузоподъёмности крана и степени его загрузки осуществляется в БОИ по значениям информационных сигналов с датчиков угла наклона стрелы, длины стрелы и давлений в полостях гидроцилиндра

подъёма стрелы, зависящих от веса груза на крюке крана, с учётом значений сигналов с датчика азимута, выключателей блокировки выполнения крановых операций, а также сигнализаторов положения оборудования. По результатам расчёта, в зависимости от положения оборудования крана относительно границ рабочих зон, величины нагрузки и наличия ЛЭП вблизи зоны производства работ, БОИ вырабатывает сигналы управления включением и отключением реле (электронных ключей), установленных в КПЧ.

БОИ предназначен для приёма и обработки цифровой информации, расчёта рабочих параметров крана, их записи и хранения во встроенном регистраторе параметров, отображения рассчитанных значений рабочих параметров и режимов работы крана, выработки управляющих сигналов ограничения скорости рабочих движений при приближении к ограничениям, разрешения или запрещения рабочих движений, выдачи команд на отключение механизмов крана, световой и звуковой предупредительной и аварийной сигнализации, а также для ввода данных и режимов работы крана в память микропроцессора, индикации текущего состояния ОНК и считывания телеметрической информации из регистратора параметров [19].

Структурная схема БОИ ОНК-160С изображена на рис. 3.35 [19].

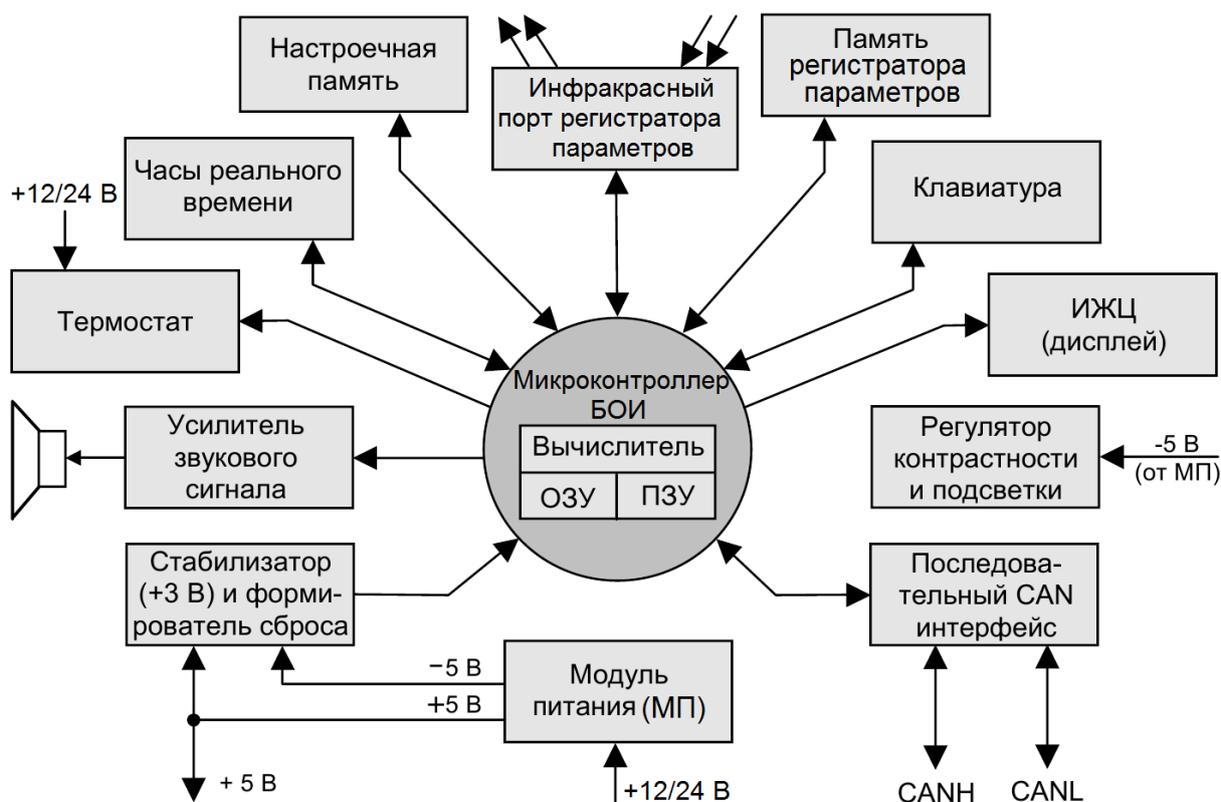


Рис. 3.35. Схема структурная БОИ ограничителя ОНК-160

БОИ осуществляет прием информации по последовательному двухпроводному каналу (интерфейсу типа CAN) с КПЧ, в который поступают данные с дискретных входов и датчиков первичной информации (аналоговых и цифровых), подключенных к блокам КОС и КПЧ [19].

БОИ имеет в своем составе термостат, который включает подогреватель под цифровыми индикаторами лицевой панели при температуре окружающей среды менее минус 5 °С [19].

Из БОИ имеет разъем USB, через который осуществляется программирование ОНК и считывание полного объема информации из встроенного регистратора параметров [19].

Напряжение питания БОИ +12/24 В поступает из КПЧ или БП.

Управление работой ограничителя ОНК-160С осуществляется с лицевой панели БОИ. Назначение элементов индикации и органов управления лицевой панели БОИ показано на рис. 3.36.

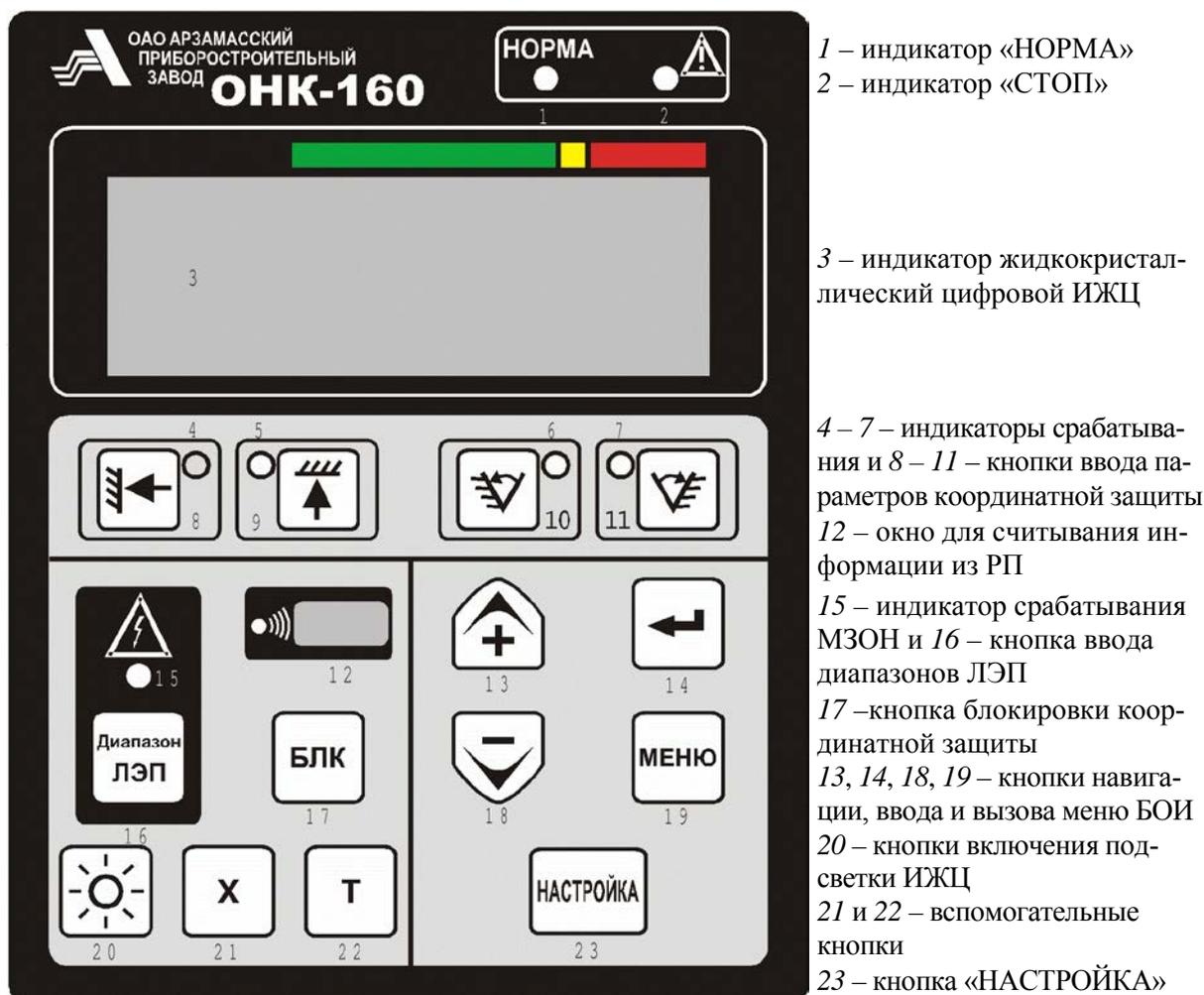


Рис. 3.36. Внешний вид передней панели БОИ ограничителя ОНК-160С

Включенный постоянным свечением (горит) зеленый индикатор «НОРМА» указывает, что кран работает в пределах рабочей зоны с нагрузкой, безопасной для его конструкции [19].

Мигание зеленого индикатор «НОРМА» (с одновременным включением предупредительного прерывистого звукового сигнала ограничителя) сигнализирует о возникновении в процессе работы крана одной из следующих ситуаций [19]:

а) загрузка крана составляет не менее чем 90% от номинальной грузоподъемности;

б) кран приблизился к границам рабочей зоны.

Включенный постоянным свечением (горит) красный индикатор «СТОП» с одновременным включением аварийного прерывистого звукового сигнала ограничителя и отключением механизмов крана указывает на возникновение в процессе работы крана одной из следующих ситуаций:

а) фактическая загрузка крана составляет не менее 105% от его номинальной грузоподъемности, т. е. масса груза на крюке превышает максимально допустимую величину для данной конфигурации оборудования крана;

б) подъём или опускание груза лебёдкой на ускоренном режиме, масса которого превышает допустимое значение для этого режима. При этом дополнительно выдается на ИЖЦ соответствующее сообщение без отключения зеленого индикатора «НОРМА»;

в) оголовок стрелы крана находится в зоне действия электрического поля ЛЭП; при этом дополнительно включается мигающим светом красный индикатор 15, а на ИЖЦ выдается значение напряжения [в киловольтах (кВ)], соответствующее верхнему значению напряжения диапазона МЗОНа, в котором произошло обнаружение ЛЭП;

г) достижение встроенных ограничений по вылету, максимальной высоте подъёма крюка (срабатывание ограничителя подъёма крюка) или минимальному количеству витков каната на грузовой лебёдке. При этом на ИЖЦ выдается соответствующее сообщение без отключения зеленого индикатора «НОРМА»;

д) достижение хотя бы одного из установленных ограничений типа *Стена, Потолок, Поворот влево, Поворот вправо* (срабатывание координатной защиты). При этом дополнительно включаются мигающим светом соответствующие светодиоды по числу введенных ограничений;

е) стрела, не полностью втянутая, или с грузом, находится в транспортном положении или в нерабочей зоне над кабиной; некор-

ректная конфигурация стрелового оборудования и опорного контура (работа при неустановленных выносных опорах, при превышении допустимого значения угла крена платформы и т. п.). При этом на ИЖЦ выдается сообщение, соответствующее ситуации без отключения зеленого индикатора «НОРМА»;

ж) неисправность хотя бы одной из составных частей ограничителя; при этом на ИЖЦ выдается соответствующее сообщение без отключения зеленого индикатора «НОРМА».

Индикатор жидкокристаллический цифровой ИЖЦ предназначен для отображения режимов работы крана и ограничителя, значений рабочих параметров крана, индикации рабочих и служебных сообщений.

На ИЖЦ передней панели *БОИ* в рабочем режиме отображается следующая информация [19]:

- степень загрузки крана M_3 , в процентах (относительно нагрузки в механизме подъема стрелы с учётом нагрузки, создаваемой самой стрелой, если $M_3 \leq 100\%$, или относительно грузоподъемности Q_{\max} на данном вылете R_T без учёта нагрузки, создаваемой стрелой, если $M_3 > 100\%$;
- грузоподъемность крана (предельно допустимая масса груза) Q_{\max} на данном вылете R_T , т;
- фактическая масса поднимаемого груза Q_T , т;
- текущее значение вылета крюка R_T , м;
- предельно допустимый вылет крюка R_{\max} с данным грузом, м;
- длина стрелы L_C , м;
- высота подъема оголовка стрелы или гуська H_O , м;
- угол азимута платформы крана G_C , град;
- угол наклона стрелы A_C относительно горизонта, град;
- угол продольного крена платформы K_a относительно горизонта, град;
- угол поперечного крена платформы K_b относительно горизонта, град;
- давления в поршневой P_n и штоковой $P_{ш}$ полостях гидроцилиндра подъема стрелы, кгс/см²;
- напряжение питания ограничителя U_C , В;
- состояние дискретных входов и выходных электронных ключей ограничителя;
- значения параметров, хранимых в служебной и долговременной областях памяти регистратора параметров;

- дата (число, месяц, год) и текущее время суток;
- сообщение «ТС» на ИЖЦ – о срабатывании (включении) внутреннего обогревателя [термостата (ТС)] БОИ.

Индикаторы координатной защиты 4 – 7 горят при введении ограничений типа *Стена, Потолок, Поворот влево, Поворот вправо* и мигают при приближении или достижении во время работы крана соответствующих введенных ограничений без отключения зеленого индикатора «НОРМА». Кроме того, индикаторы 4 – 7 мигают при нарушении геометрических размеров рабочей зоны крана: превышен максимальный вылет – индикатор 4 или угол подъема стрелы – индикатор 5; кран вошел с грузом или выдвинутой стрелой в запрещенную зону работы над кабиной – индикаторы 6 и 7.

При мигании хотя бы одного индикатора координатной защиты загорается красный индикатор «СТОП», звучит прерывистый звуковой сигнал, отключаются механизмы крана (без отключения зеленого индикатора «НОРМА») и разрешаются только операции, обеспечивающие выход стрелы крана из запрещенной для работы зоны.

Кнопки ввода координатной защиты 8 – 11 используются для ввода ограничений по координатной защите: *Стена, Потолок, Поворот влево, Поворот вправо*.

Окно для считывания информации из регистратора параметров 12 предназначено для считывания данных, записанных в регистраторе параметров крана в процессе работы последнего, с помощью инфракрасного канала в считыватель архивной информации САИ-3.

Кнопка «ДИАПАЗОН ЛЭП» 16 обеспечивает переключение диапазонов рабочих напряжений КОС. Верхние значения напряжения (кВ) рабочих диапазонов МЗОН: 1; 10; 35; 450; 750.

Кнопка «БЛК» 17 используется для блокировки координатной защиты при её срабатывании по любому из введенных ограничений. При нажатой кнопке «БЛК» предоставляется возможность вывода крана в разрешенную зону работы.

Кнопкой «☀» 20 осуществляется включение и выключение ламп подсветки ИЖЦ в темное время суток.

Кнопки «Х» 21 и «Т» 22 используются как вспомогательные (обычно: «Х» – выход из подменю; «Т» – вызов для отображения на ИЖЦ текущей даты: числа – месяца – года).

Кнопка «НАСТРОЙКА» 23 обеспечивает вход в меню настройки ОНК-160С.

Контроллер поворотной части КПЧ предназначен для подключения аналоговых и цифровых датчиков первичной информации, установленных на поворотной платформе крана и корневой секции стрелы, дискретных входных сигналов с выключателей блокировки выполнения крановых операций, сигнализаторов положения кранового оборудования (смазывания каната грузовых лебёдок и др.), расположенных на поворотной части крана, трансляции сигналов в БОИ по двухпроводному последовательному каналу связи (CAN-интерфейсу), а также для отключения и включения рабочих движений крана с любой или с ограниченной скоростью. В корпусе КПЧ размещен датчик угла продольного и поперечного крена платформы крана ДК. БОИ и датчики, устанавливаемые на поворотной части крана, подключаются к индивидуальным разъёмам блока КПЧ [19].

Контроллер неповоротной части КНЧ предназначен подключения аналоговых и цифровых датчиков, установленных на шасси крана, и служит для контроля параметров силовой установки крана и параметров гидросистемы, а также положения опор крана. КНЧ производит приём и преобразование в цифровой код сигналов датчиков температуры охлаждающей жидкости, давления масла в двигателе, уровня топлива, частоты вращения коленчатого вала двигателя, температуры масла в гидросистеме, уровня масла в гидросистеме, трех давлений в гидросистеме. КНЧ контролирует четыре сигнала с выключателей положения опор. В КНЧ имеются три силовых ключа (24 В, 3 А), которые могут использоваться для управления агрегатами силовой установки. Связь КНЧ с КПЧ производится по двухпроводному последовательному CAN-интерфейсу. КПЧ и КНЧ выполнены в одинаковых корпусах и имеют одинаковые присоединительные размеры [19].

Использование КНЧ с подключаемыми к нему датчиками температуры, давления, уровня, частоты вращения позволяет отказаться от установки в кабине машиниста крана иных приборов, кроме БОИ ОНК-160С, для контроля состояния опорного контура, силовой установки и привода крана.

Контроллер оголовка стрелы КОС предназначен для сбора сигналов (дискретных, цифровых, частотных и аналоговых) с датчиков первичной информации, установленных на оголовке стрелы; измерения напряженности электромагнитного поля воздушных ЛЭП частотой 50 Гц; управления двумя потребителями электроэнергии на оголовке стрелы; трансляции этих сигналов с оголовка стрелы по однопроводному последовательному каналу связи. Напряжение питания +12/24 В поступает в КОС из схемы крана [19].

Корпус блока выполняет функции антенны МЗОН, встроенного в КОС. МЗОН измеряет напряженность электрического поля и передает ее в КПЧ через однопроводную линию. При наличии сигнала о приближении к ЛЭП БОИ запрещает выполнение операций крана до введения соответствующих ограничений координатной защиты или до переключения МЗОН на другой (с меньшей чувствительностью) диапазон измерения напряжения ЛЭП путём нажатия кнопки 16 на лицевой панели БОИ [19].

КОС может выполнять и ряд дополнительных функций (например, включение рабочего освещения, горизонтирование люльки и т. п.).

Ограничители типа ОНК-160С могут комплектоваться либо аналоговыми, либо цифровыми датчиками давления. Независимо от типа применяемых датчиков давления, они подключаются к соответствующим разъёмам КПЧ (используются различные контакты разъёмов). Выбор типа подключаемых датчиков производится при настройке. В качестве аналоговых датчиков давления ДДА используются датчики с нормированным токовым выходным сигналом 4 – 20 мА. Тензометрические датчики давления цифровые ДДЦ подключаются к двухпроводной линии CAN-интерфейса [19].

ДДЦ представляет собой тензометрический резистивный мост, наклеенный на внешнюю поверхность тонкостенной стальной мембраны, на внутреннюю поверхность которой действует измеряемое давление. Выходное напряжение (13 мВ при 25 или 40 МПа), снимаемое с диагонали тензометрического моста, усиливается, поступает на вход АЦП микроконтроллера и после преобразования в цифровой код передается в КПЧ [19].

Датчик угла наклона стрелы ДНС предназначен для измерения угла наклона стрелы относительно горизонта. ДНС крепится на корпусе датчика длины стрелы ДДС; такой совмещенный датчик в дальнейшем именуется датчиком вылета ДВ. ДНС обеспечивает измерение углов наклона стрелы крана от -10° до $+90^\circ$. Выходной сигнал датчика, пропорциональный углу наклона стрелы, усиливается и поступает на вход АЦП микроконтроллера ДНС и после преобразования в цифровой код передается через КПЧ в БОИ. Напряжения питания ДНС +12/24 В [19].

Основным элементом ДДС является проволочный переменный резистор типа СП5-21-1-6,8 кОм $\pm 0,5\%$ с большой износостойкостью, вал которого через редуктор связан с пружинным барабаном. Датчик имеет выходной жгут с разъёмом, который стыкуется с разъё-

мом датчика угла наклона стрелы. На резистор через соединительный жгут подается опорное напряжение +3 В с ДНС. Напряжение, снимаемое со средней точки потенциометра и пропорциональное длине стрелы, поступает на вход АЦП микроконтроллера ДНС [19].

Кроме того, ДДС осуществляет трансляцию электрических цепей на оголовки стрелы через встроенный токосъёмник и токоведущий измерительный кабель датчика длины (включение фонарей, передача сигнала с концевого выключателя ограничителя подъёма крюка, питание и передача сигналов между КОС и КПЧ).

Кабель ДДС соединяется с оголовком стрелы и при выдвигании последней вращает пружинный барабан и связанный с ним через редуктор вал потенциометра. Возврат потенциометра в исходное состояние осуществляется пружинным барабаном. Для исключения провисания кабеля датчика барабан закручивается на четыре оборота от свободного состояния пружины при минимальной длине стрелы.

Датчик азимута ДА предназначен для измерения угла поворота платформы крана относительно его шасси в круговой зоне (360°). Основным элементом ДА является сдвоенный проволочный переменный резистор типа СП5-21-2-6,8 кОм $\pm 0,5\%$ с большой износостойкостью, вал которого жестко связан с соответствующими механизмами крана. Для обеспечения измерения угла поворота в диапазоне $0 - 360^\circ$ ползунки сдвоенного резистора развернуты на 180° относительно друг друга. Из КПЧ на резистор датчика подается опорное напряжение +3 В. Напряжение, снимаемое со средней точки потенциометра и пропорциональное углу поворота платформы крана, через диодную схему защиты поступает на вход АЦП микроконтроллера КПЧ и после преобразования в цифровой код передается в БОИ [19].

На рис. 3.37 приведена схема оснащения башенного крана ограничителем [ОНК-160Б](#).

Блок питания БП предназначен для выработки из входного переменного напряжения 220 В частотой 50 Гц постоянного напряжения +17 ... +30 В для питания блоков ограничителя и защищен предохранителем марки ВПБ-6-11 номиналом 3,15 А. Кроме того, в цепи +24 В установлены два предохранителя марки ВПБ-6-11: номиналом 3,15 А для питания БОИ и ДУЦ и номиналом 1 А для питания БКР. Блок состоит из фильтра, трансформатора и двухполупериодного выпрямителя. Кроме блока питания, в корпусе конструктивно размещена плата контроллера башенного крана КБК, предназначенного для преобразования дискретного сигнала, поступающего с датчика скорости ветра ДСВ, в CAN-сигнал и передачи этого сигнала в БОИ [20].

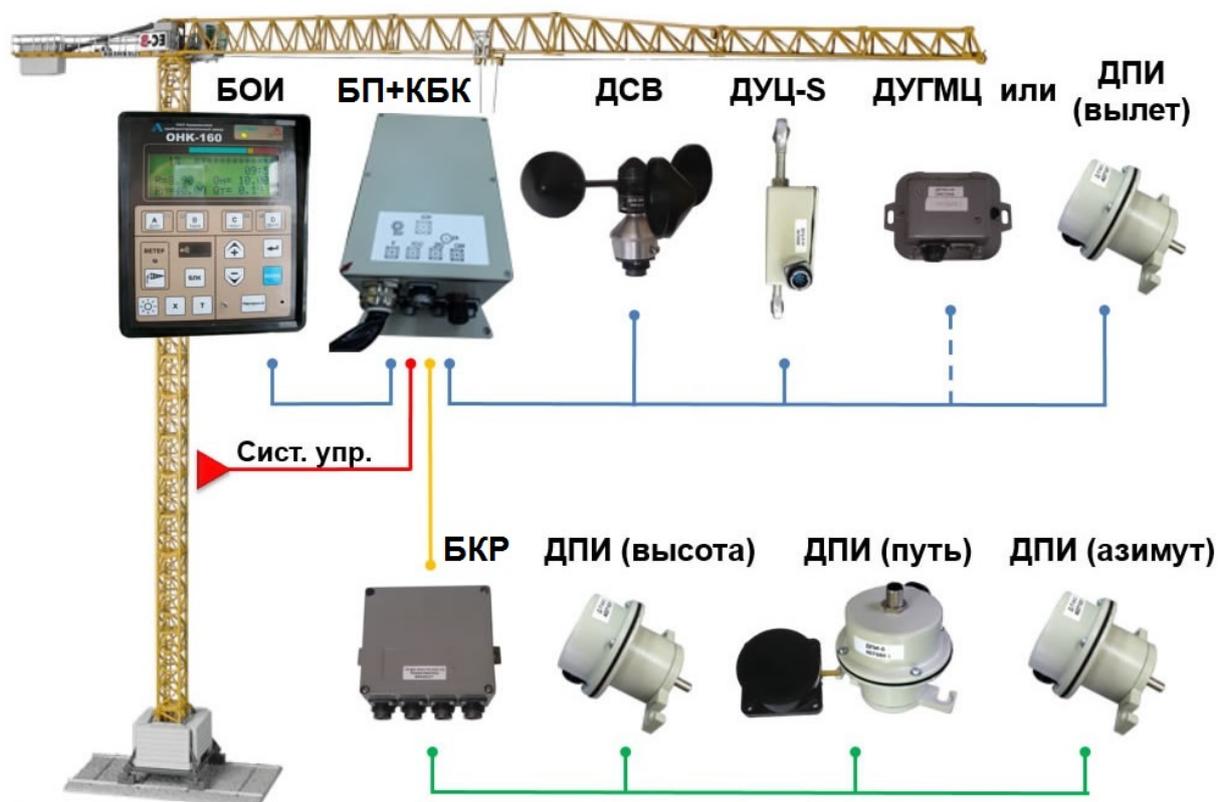


Рис. 3.37. Схема расположения ограничителя ОНК-160Б на башенном кране

Функции платы КБК, обслуживающей ДСВ, может выполнять плата блока питания БП.

Блок коммутации и регистрации БКР предназначен для коммутации сигналов управления краном. В БКР установлена плата управления для связи с БОИ по CAN-интерфейсу и до тринадцати реле (в зависимости от модификации) с «сухими» контактами обеспечивающих коммутацию тока до 2 А переменных напряжений 380 В и постоянных напряжений 220 В. В состав БКР входит также устройство приема разовых сигналов напряжением 150 – 600 В от электрооборудования крана для записи в регистратор параметров [20].

Датчик усилия цифровой ДУЦ, устанавливаемый в оттяжку грузового или стрелового каната, служит для определения усилия, создаваемого поднимаемым грузом. ДУЦ-S (см. рис. 3.37) – тензометрический мост на тензорезисторах, наклеенных на стальное основание, которое растягивается под действием усилия в грузовом канате [20].

Чувствительным элементом датчиков перемещения интегральных ДПИ, используемых в качестве датчиков азимута, вылета, высоты и пути, является микросхема MLX 90316. Принцип действия дат-

чика основан на измерении отклонения направления линий намагниченности магнитного потока от заданной при вращении постоянного магнита аксиальной намагниченности, закрепленного на валу датчика. Вал датчика, в свою очередь, через переходную муфту или дополнительный редуктор связан с соответствующими приводами крана.

Крепление датчиков перемещения на кране (крышки редукторов, крышки ходовых тележек, крышки барабанов грузовых или тележечных лебёдок, опорно-поворотные устройства) возможно посредством фланца, расположенного соосно с выходным валом датчика.

Для корректировки ухода показаний датчика пути вследствие проскальзывания ходового колеса в состав ОНК включен выключатель бесконтактный ВБ, который подает сигнал о нахождении крана в определенном месте кранового пути. По этому сигналу корректируются показания датчика пути. Сигнал возникает при прохождении ВБ над стальной пластиной шириной 80 мм и толщиной от 1 мм, на расстоянии 10 – 40 мм. Проконтролировать возникновения сигнала можно по включению светодиода на корпусе ВБ.

Для определения вылета у кранов с маневровыми стрелами используется датчик угла цифровой ДУГМЦ, который предназначен для измерения угла наклона стрелы относительно горизонта. Он обеспечивает измерение углов наклона стрелы крана от -10 до $+90^\circ$. Выходной сигнал датчика, пропорциональный углу наклона стрелы, усиливается, поступает на вход АЦП микроконтроллера ДУГМЦ и после преобразования в цифровой код передается в БОИ. Напряжения питания датчиков $+24$ В поступают из БП [20].

Датчик скорости ветра ДСВ состоит из закрепленной на оси крыльчатки, вращающейся под действием ветра, на боковой поверхности которой запрессован постоянный магнит, и корпуса, внутри которого на плате установлен датчик Холла. Под воздействием магнитного потока датчик Холла за один оборот крыльчатки формирует один импульс. Частота формируемых датчиком Холла импульсов пропорциональна скорости воздействующего на крыльчатку ветра. Напряжение питания датчика $+5$ В поступает от БП или КБК [20].

Для любых серий ограничителя ОНК-160 возможно получение информации с регистратора при помощи считывающего устройства СТИ-3 через инфракрасный порт без вскрытия и демонтажа прибора. В состав СТИ-3 входит программа обработки и анализа считанных данных на персональном компьютере [20].

3.15. Ограничители грузоподъёмности АС-АОГ

Ограничители грузоподъёмности типа АС-АОГ, производимые ООО НПК «Автоматизированные Системы», г. Ростов н/Д, являются автоматическими ограничителями грузоподъёмности и предназначены для оборудования любых грузоподъёмных механизмов, для их защиты от перегрузок и опрокидывания путём автоматической остановки рабочих органов, в том числе при работе в стесненных условиях и/или вблизи ЛЭП. Прибор имеет систему координатной защиты и встроенный регистратор параметров. Предусмотрена возможность связи датчиков с блоком управления по радиоканалу.

Ограничители АС-АОГ-01м+ в исполнении «В» (рис. 3.38, а) и «Г» (рис. 3.38, б) устанавливаются на любые виды кранов: автомобильные гидравлические и решётчатые, башенные, козловые, мостовые, контейнерные перегружатели и т.д. Исполнение «Г» предназначено преимущественно для кранов со сложными системами управления и множеством допустимых режимов работы [47, 48].



Рис. 3.38. Внешний вид ограничителей грузоподъёмности АС-АОГ-01м+

Ограничители серии АС-АОГ-02 упрощённого исполнения устанавливаются на легкие грузоподъёмных механизмы (краны-манипуляторы, подъёмники, вышки, легкие краны, краны-трубоукладчики, легкие мостовые, козловые, порталные краны и т.п.), когда для выполнения функций защиты достаточно применить один (АС-АОГ-02.1) или два (АС-АОГ-02.2) (рис. 3.39, а и б) датчика нагрузки, а по условиям эксплуатации допустимо отсутствие координатной защиты и/или регистратора параметров. Модификация АС-АОГ-02.3 (рис. 3.39, в) содержит индикатор крена машины и применяется в комбинации с системой горизонтирования рабочей платформы [49].

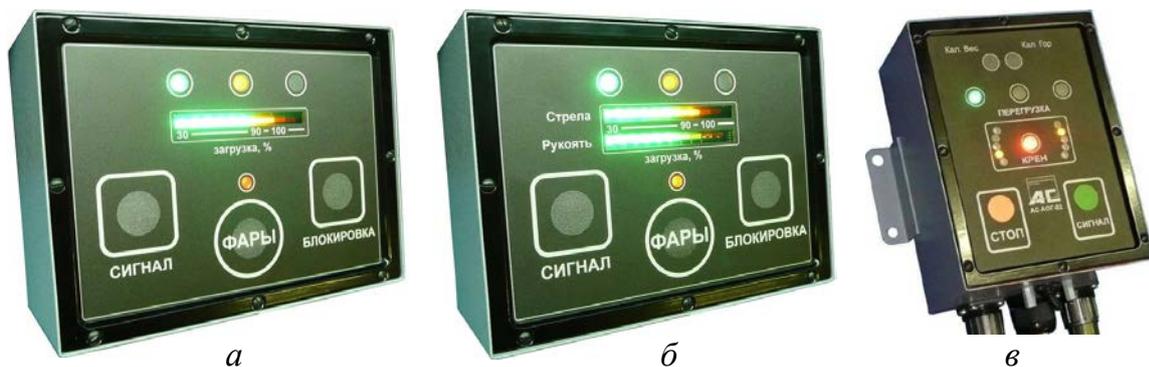


Рис. 3.39. Внешний вид ограничителей грузоподъёмности серии АС-АОГ-02

Ограничители АС-АОГ-01м+ в исполнении «В» и «Г» выполняют следующие функции [47, 48]:

- формирование сигнала автоматической остановки при отключении питания, обрыве кабелей, наличии неисправностей;
- специальные функции ограничения координат рабочих движений крана:

а) *Потолок* – ограничение высоты подъёма оголовка стрелы и автоматическая остановка крана;

б) *Цилиндр* – ограничение по величине радиуса вылета, не зависящее от угла поворота платформы и автоматическая остановка крана;

в) *Поворот влево, Поворот вправо* – ограничение угла поворота платформы крана и автоматическая остановка.

- приём сигналов (до 11) от устройств блокировки и органов управления краном, входящих в систему электрооборудования крана;
- формирование сигналов управления внешними устройствами: 2 сухих перекидных релейных контакта;
- формирование сигналов управления системой остановки крана и зуммером при достижении предельных нагрузок;
- блокирование работы механизмов, увеличивающих опасность повреждения или опрокидывания крана, и разрешение работы механизмов, обеспечивающих вывод крана из опасного состояния, путём анализа намерений оператора;
- звуковая и световая сигнализация при достижении предельной высоты подъёма крюковой подвески и автоматическая остановка крана;
- проверка работоспособности системы АОГ с помощью встроенной системы автоконтроля;
- формирование сигнала *Отказ* – при отказе какого-либо из элементов системы;

- формирование кода обнаруженной неисправности АОГ;
 - формирование системных сигналов ограничения, например, ограничения на телескопирование груза, на углы подъёма/опускания стрелы, ограничения при работе с гуськом и т.п.;
 - формирование сигнала извещения о выработке 100% нормативного ресурса крана по ИСО 4301/1 либо иных значений степени выработки ресурса, например, для выполнения каких-либо профилактических процедур на кране;
 - запись информации во встроенный регистратор параметров.
- В базовый комплект поставки АС-АОГ-01м+ входят [22, 23]:
- блок АОГ, включающий регистратор параметров крана;
 - датчики грузового момента – пару датчиков давления поршневой и штоковой полости гидроцилиндра АС-ДДАВ-01 (рис. 3.40, *а*) или датчик усилия тросовый АС-ДУС-06.1 (рис. 3.40, *б*);
 - датчик длины стрелы АС-ДДЛ-02.2(03.4)+ (рис. 3.40, *а* и *б*);
 - датчик угла АС-ДУГ-02, встроенный в датчик длины стрелы;
 - датчик азимута платформы АС-ДАЗ-01(02);
 - датчик электрического поля АС-ДЭП-01 (рис. 3.40, *б*).

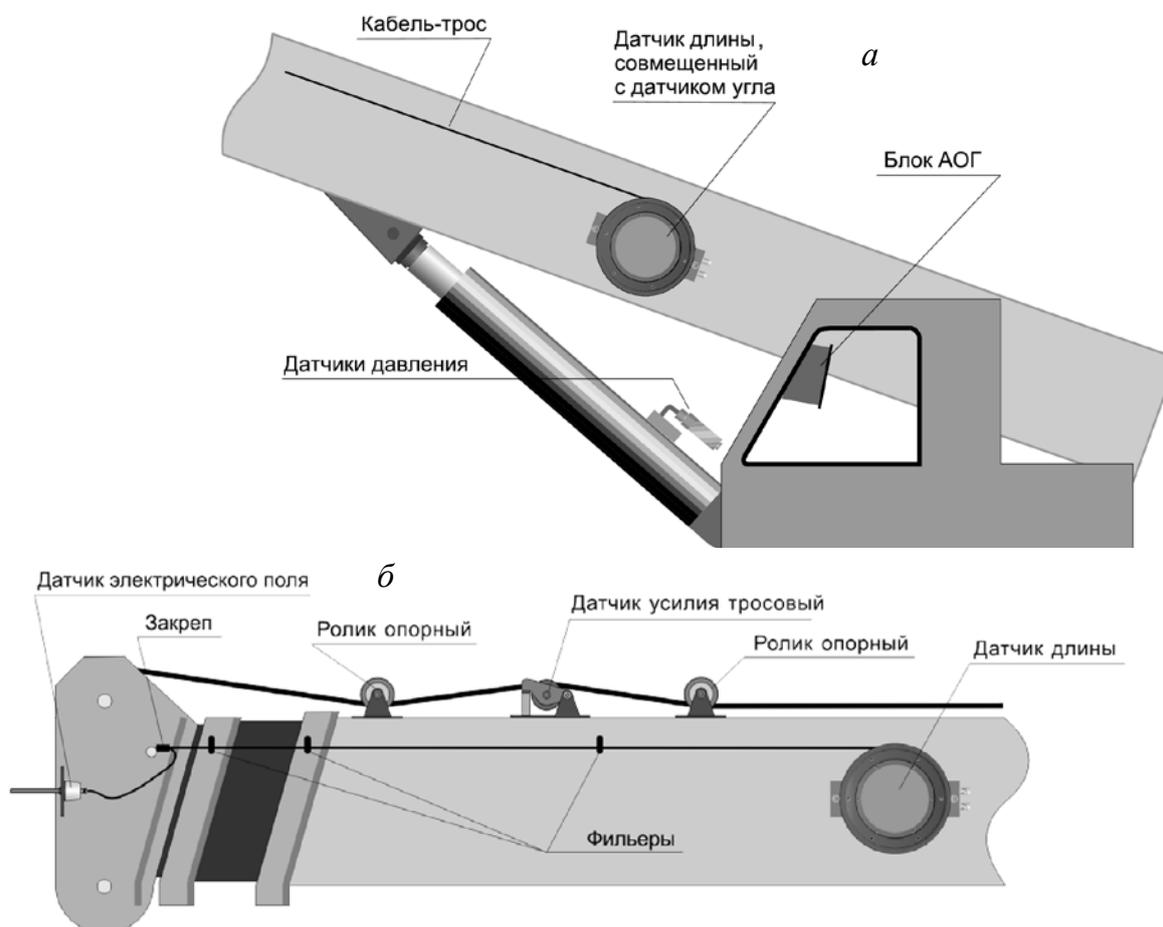


Рис. 3.40. Установка датчиков ограничителя АС-АОГ-01м+

На рис. 3.41 приведена схема соединений ограничителя АС-АОГ-01м+ с датчиками давления поршневой и штоковой полостей гидроцилиндра АС-ДГМ-03 на автомобильном гидравлическом кране КС-3577 [22].

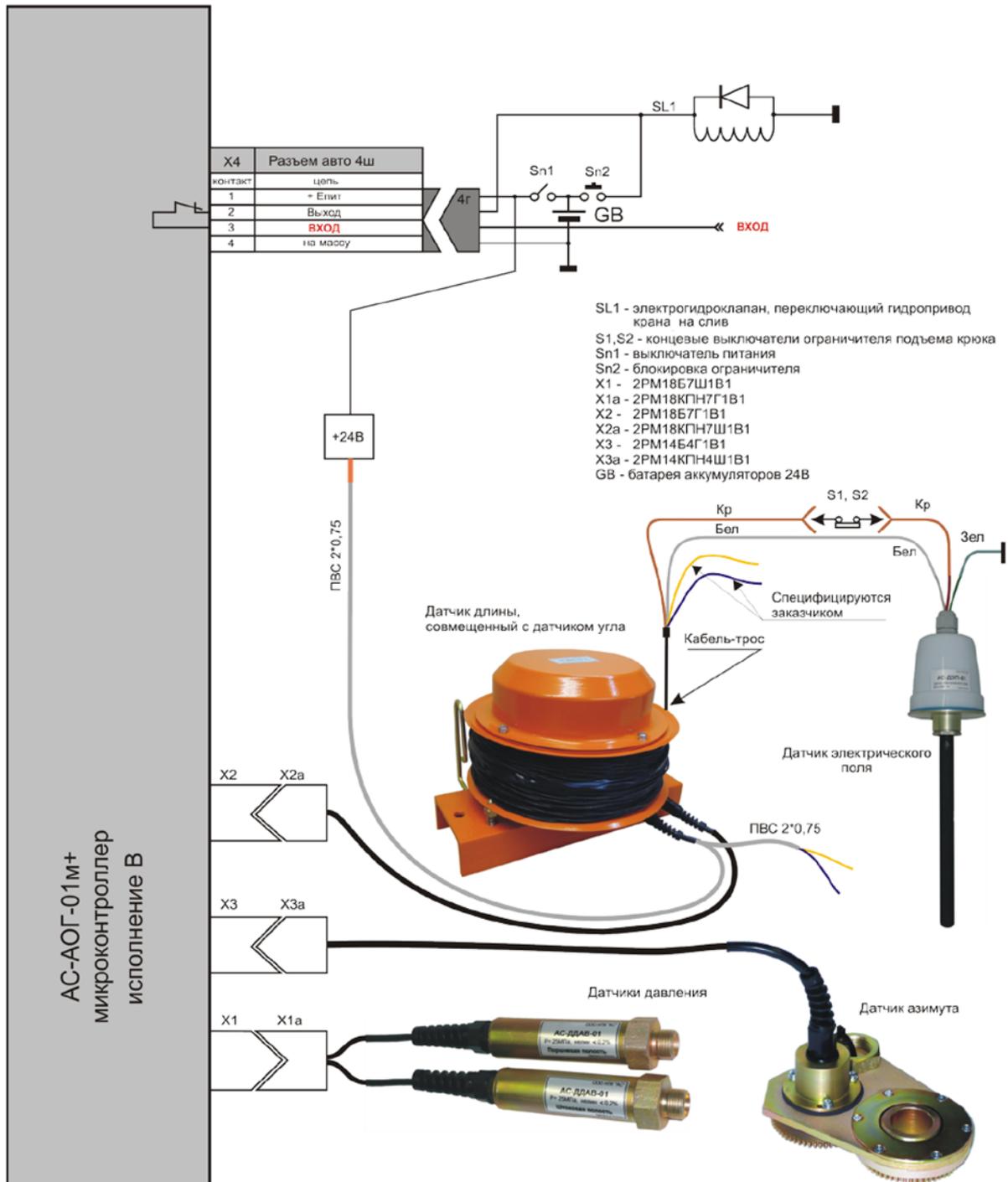


Рис. 3.41. Схема соединений ограничителя АС-АОГ-01м+ на кране КС-3577

На рис. 3.42 приведена схема соединений ограничителя АС-АОГ-01м+ с датчиком усилия тросовым АС-ДУС-06.1 на автомобильном гидравлическом кране ХСМГ QY-70К-I [23].

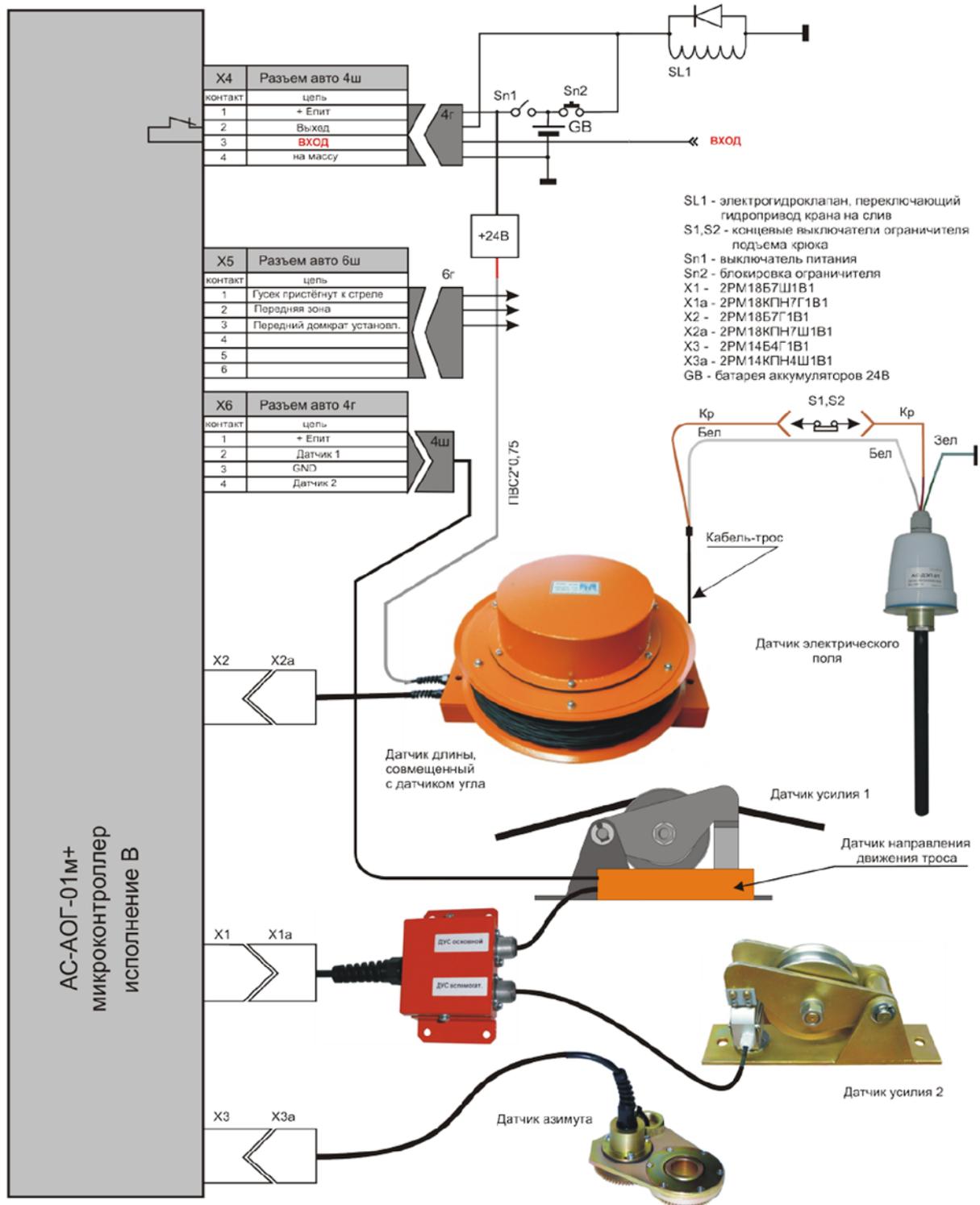


Рис. 3.42. Схема соединений ограничителя АС-АОГ-01м+ на кране QY-70К-I

Принцип работы микропроцессорного ограничителя АС-АОГ-01м+ заключается в следующем. В процессе работы микро-ЭВМ блока АОГ непрерывно анализирует информацию от датчиков, конечных выключателей, датчиков состояния рычагов управления и производит вычисления: вылета, высоты подъёма, веса груза, номинальной грузоподъёмности и процентного отношения загрузки крана к ее номинальному значению. Вычисленные значения сравниваются с граничными значениями, хранящимися в памяти компьютера. В случае, если по какому-либо из параметров кран оказался в зоне запретов, а оператор намеревается выполнить рабочую операцию в сторону, способствующую увеличению опасности сверх допускаемых пределов, блок АОГ формирует сигнал, выключающий цепи питания приводов исполнительных механизмов крана. Также блок АОГ при срабатывании любого из видов ограничений формирует сигнал управления зуммером, который включается прерывисто в случаях, когда фактическое значение нагрузки находится в пределах от 90 до 100% от номинальной, и непрерывно – в случаях, когда фактическое значение нагрузки превышает значение 105% [22, 23].

Система АС-АОГ-01м+ на кране КС-3577 формирует сигналы для остановки крана в случае возникновения аварийной ситуации, т.е.:

а) при попытке уложить стрелу на стойку либо поднять стрелу со стойки, если длина стрелы более 8,0 м, либо совокупный вес груза на крюке более 0,8 т;

б) при загрузке более 105% от общей номинальной грузоподъёмности и попытке произвести подъём крюковой подвески или опускание стрелы;

в) при подходе крюковой подвески к крайнему верхнему положению и попытке произвести подъём крюковой подвески, телескопирование или опускание стрелы;

г) при попытке телескопировать стрелу с грузом более 2 т либо более чем по таблице грузоподъёмности, если эта величина меньше 2 т;

д) при попытке поднять стрелу на угол более 67° либо опустить стрелу ниже угла 5°;

е) при неисправности составных частей системы АОГ;

ж) при достижении установленного оператором предела ограничения высоты подъёма оголовка стрелы (*Потолок*) и попытке произвести выдвигание или подъём стрелы;

и) при достижении установленного оператором предела ограничения вылета стрелы (*Цилиндр*) и попытке произвести выдвигание или опускание стрелы;

к) при достижении установленных оператором порогов ограничения по азимуту поворота платформы (*Поворот влево* и *Поворот вправо*) и попытке поворота платформы в направлении ограничения.

Работа АС-АОГ-01м+ на других видах кранов, например на ХСМГ QY-70К-I, абсолютно аналогична описанной выше, за исключением значений максимально допустимых масс грузов, перемещаемых в различных режимах, и углов поворота и подъёма стрелы, обуславливаемых техническими характеристиками ГПМ.

На панели индикации и управления блока АОГ ограничителя АС-АОГ-01м+ в исполнении «В» (рис. 3.43) расположены [22, 23]:

- линейный аналоговый индикатор загрузки;
- 3 цифровых дисплея, характеризующих режим работы крана;
- кнопки управления;
- кнопки включения и выключения различных видов ограничений координатной защиты;
- индикаторы, характеризующие состояние системы после нажатия соответствующих кнопок.

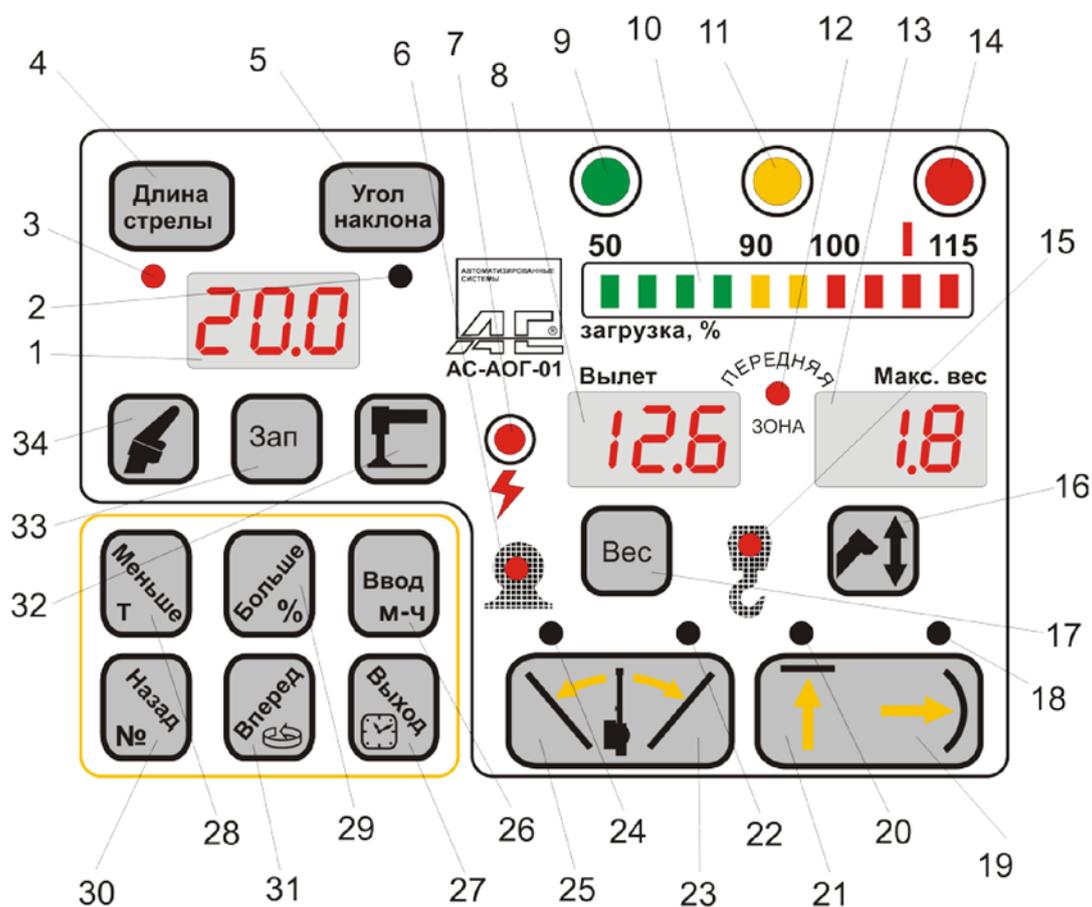


Рис. 3.43. Внешний вид передней панели блока АОГ-01м+

На лицевую панель прибора в рабочем режиме постоянно выводится основная информация [22, 23]:

- сигнализатор режима работы крана (зеленый – «НОРМА», желтый – «ВНИМАНИЕ», красный – «СТОП»);
- процент загрузки крана в виде ленточной диаграммы;
- длина стрелы/угол наклона стрелы;
- вылет;
- текущее значение номинальной грузоподъемности.

По вызову выводится вспомогательная информация:

- масса груза;
- запасовка полиспаста;
- текущее значение допустимой высоты подъема крюка;
- давления в полостях гидроцилиндра подъема стрелы;
- процент загрузки крана от номинального значения;
- отработанный ресурс крана моточасов;
- серийный номер прибора;
- азимут поворота платформы;
- текущее время.

Пользователю доступны данные о последних 30 подъемах с перегрузкой из регистратора параметров:

- номер подъема;
- дата и время подъема;
- вес поднятого груза;

В мнемоническом виде постоянно выводится информация:

- о работе в передней зоне;
- о работе вблизи ЛЭП;
- о срабатывании ограничителя подъема крюковой подвески;
- о срабатывании ограничителя сматывания троса с лебёдки;
- о включении одного из видов ограничений координатной защиты *Потолок, Цилиндр, Поворот влево и Поворот вправо*.

Многорежимный дисплей 1 в зависимости от выбора оператора индицирует [22, 23]:

- состояние стрелового и опорного оборудования. В это состояние дисплей переходит автоматически при включении прибора или нажатии любой из кнопок 32, 33, 34;
- длину стрелы, если с помощью кнопки 4 «ДЛИНА СТРЕЛЫ» включен указанный режим и горит светодиод 3;
- угол наклона стрелы, если с помощью кнопки 5 «УГОЛ НАКЛОНА» включен указанный режим и горит светодиод 2;

- процент загрузки крана, если нажать кнопку 29;
- азимут поворота платформы, если нажать кнопку 31.

Последовательным нажатием кнопки 34 в левом сегменте дисплея устанавливается вид стрелового оборудования (0 – режим монтажа, 1 – стрела, 2, 3, 4 – гуськи). Нажатием кнопки 33 в среднем сегменте дисплея устанавливается коэффициент запасовки грузового каната. Нажатием кнопки 32 в правом сегменте устанавливается состояние аутригеров (0 – на колесах, 1, 2, 3 – степени выдвижения аутригеров).

Индикатор включения ограничения на сматывание троса с лебёдки 6 в нормальном состоянии горит. Он мигает, когда выбран весь допустимый запас троса на грузовой лебёдке. В этот момент кран остановлен.

Индикатор срабатывания сигнализатора приближения к ЛЭП 7 в нормальном состоянии горит. В зоне ЛЭП – мигает, кран остановлен.

Дисплей индикации вылета 8. Если в рабочем режиме нажать и удерживать кнопку 17, то будет показываться значение веса груза на крюке, нажатие кнопки 26 выводит моточасы наработки (старшие разряды полного числа), нажатие кнопки 27 – текущее время (часы), кнопки 28 – давление в поршневой полости в относительных единицах, а кнопки 30 – серийный номер прибора (старшие разряды полного числа).

Индикатор 9 характеризует рабочее состояние прибора и нормальное (неперегруженное) рабочее состояние крана.

Аналоговый дисплей величины грузового момента 10 в виде ленточной диаграммы предназначен для отображения отношения фактического грузового момента к номинальному в процентах. Когда фактический грузовой момент приходится на диапазон от 90 до 100% от номинального, последовательно включаются первый (90 – 95%), а затем второй (95 – 100%) жёлтые сегменты. Это состояние параллельно дублируется включением индикатора 11. Одновременно включается прерывистый звуковой сигнал.

Далее, когда фактический грузовой момент превышает 100% от номинального, к горящим зеленым и желтым сегментам добавляются красные сегменты с шагом 5%, причем одновременно с загоранием второго красного сегмента (105%) загорается индикатор 14 и включается непрерывный звуковой сигнал. В момент загорания красного индикатора 14 блокируются выдвижение стрелы, опускание стрелы и подъём крюковой подвески. Одновременно начинают мигать дисплеи индикации вылета 8 и грузоподъёмности крана 13.

Дисплей текущего значения номинальной грузоподъёмности крана 13. Если в рабочем режиме нажать и удерживать кнопку 16, дисплей 13 индицирует значение номинальной высоты подъёма крюка; при нажатии кнопки 26 – индицирует моточасы наработки (младшие разряды полного числа); при нажатии кнопки 27 – выводит текущее время (минуты); при нажатии 28 – давление на датчике штоковой полости в относительных единицах; при нажатии кнопки 30 – серийный номер прибора (младшие разряды полного числа).

Индикатор ограничителя высоты подъёма крюка 15 в нормальном состоянии горит, при срабатывании мигает.

Индикатор-указатель состояния режима ограничения *Цилиндр* 18 загорается и начинает мигать при нажатии на кнопку 19 «ОГРАНИЧЕНИЕ ВЫЛЕТА СТРЕЛЫ». При этом система запоминает текущее значение вылета стрелы на момент нажатия кнопки 19 как предел ограничения вылета стрелы. Если в процессе работы величина вылета стрелы не превышает предела его ограничения, то индикатор горит непрерывно. При достижении вылетом стрелы предела его ограничения индикатор 18 начинает мигать и автоматически блокируется опускание и выдвижение стрелы.

Индикатор состояния режима ограничения *Потолок* 20 мигает при установке предела ограничения и при нажатии на кнопку 21. При этом система воспринимает высоту подъёма оголовка стрелы на момент нажатия кнопки 21 как предел ограничения высоты подъёма и запоминает это состояние. Если в процессе работы величина высоты подъёма оголовка не достигает предела её ограничения, индикатор горит ровным светом. При достижении предела ограничения высоты подъёма индикатор 20 начинает мигать и происходит автоматическая блокировка операций в сторону подъёма и выдвижения стрелы.

Индикаторы-указатели состояния ограничений по повороту вправо и влево 22 и 24 в нормальном состоянии погашены. При вводе соответствующего ограничения путём нажатия кнопок 23 и/или 25 они начинают мигать. Если кран находится в зоне разрешенных значений азимутов (т.е. внутри сектора ограничений), индикаторы 22 и 24 светятся непрерывно. При достижении правого или левого порога ограничения соответствующий индикатор начинает мигать, а кран останавливается.

Кнопки 26 – 31 используются также в режиме настройки для ввода данных, перехода в рабочий режим, уменьшения и увеличения настраиваемой величины, установки настраиваемой величины и движения по режимам настройки назад и вперед.

Датчики системы АС-АОГ-01м+ размещаются и закрепляются в специальных местах и узлах конструкции крана (см. рис. 3.40) [22, 23].

Датчик грузового момента представляет собой прибор, преобразующий суммарный грузовой момент от массы поднимаемого груза и собственной массы стрелы в электрический сигнал. В модификации АС-АОГ-01м+ для крана КС-3577 датчик грузового момента состоит из двух датчиков давления (рис. 3.44, а), измеряющих давление в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра подъёма стрелы. В модификации АС-АОГ-01м+ для крана QY-70К-I датчик веса груза состоит из двух датчиков усилия (рис. 3.44, б). Один из датчиков измеряет силу натяжения в грузовом тросе основного подъёма, другой – силу натяжения в грузовом тросе вспомогательного подъёма.

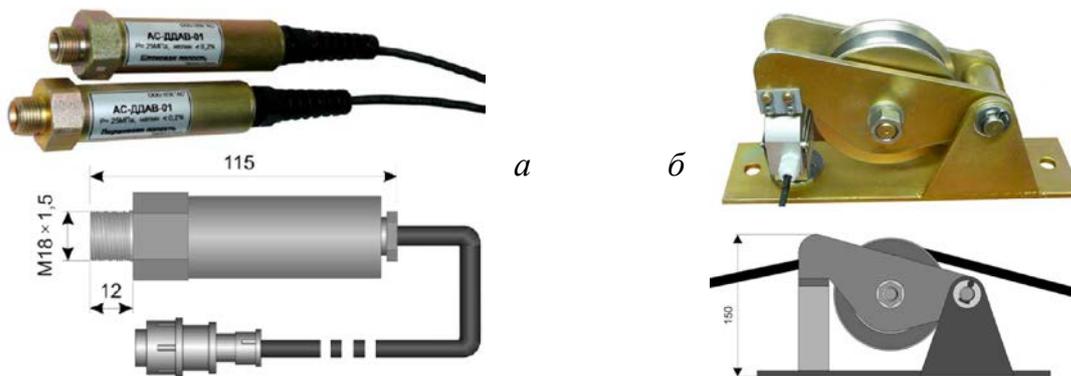


Рис. 3.44. Внешний вид и габариты датчиков грузового момента:
а – датчики давления АС-ДДАВ-01; б – датчик усилия АС-ДУС-06.1

Датчик длины стрелы (рис. 3.45) работает по принципу преобразования длины сматываемого шнура в электрический сигнал и состоит из барабана с тросом, пружинного двигателя, редуктора, преобразующего длину сматываемого с барабана шнура в угол вращения, и потенциометра, преобразующего вращение в электрический сигнал.

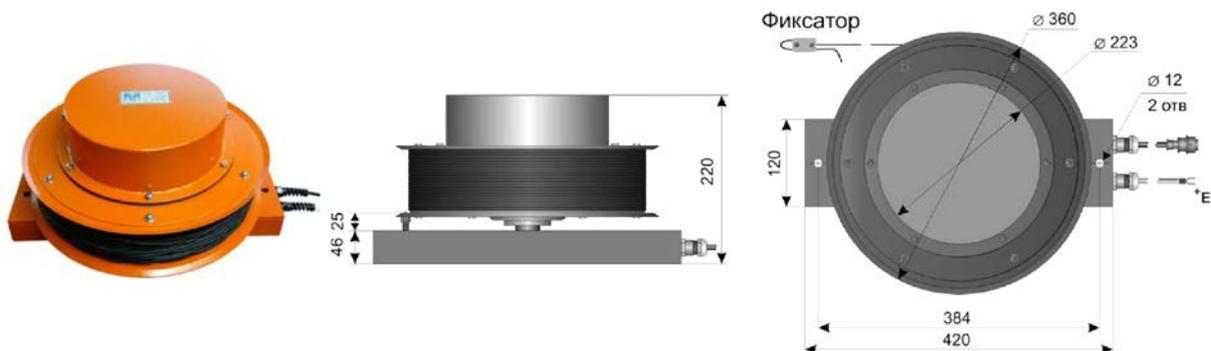


Рис. 3.45. Внешний вид и габариты датчика длины стрелы АС-ДДЛ-02.2+

Датчик угла наклона стрелы АС-ДУГ-02 представляет собой электронный потенциометр, приводимый в действие силой гравитации и преобразующий угол наклона стрелы в электрический сигнал. Датчик угла встроен в датчик длины стрелы.

Датчик азимута АС-ДАЗ-01 (рис. 3.46) представляет собой потенциометр, приводимый в действие вращением поворотной платформы крана и преобразующий угол поворота платформы в электрический сигнал. Датчик сопряжен с осью вращения поворотной платформы.

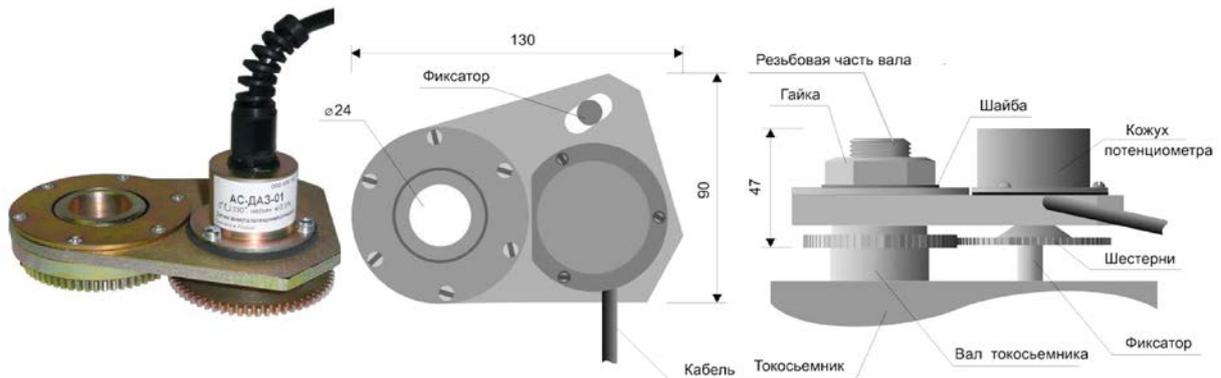


Рис. 3.46. Внешний вид и габариты датчика азимута платформы АС-ДАЗ-01

Датчик электрического поля АС-ДЭП-01 (рис. 3.47) реагирует на электрическое поле, наводимое электросетями переменного тока с частотой 50 Гц, выдавая сигналы запрета при превышении напряженностью поля заданной величины.

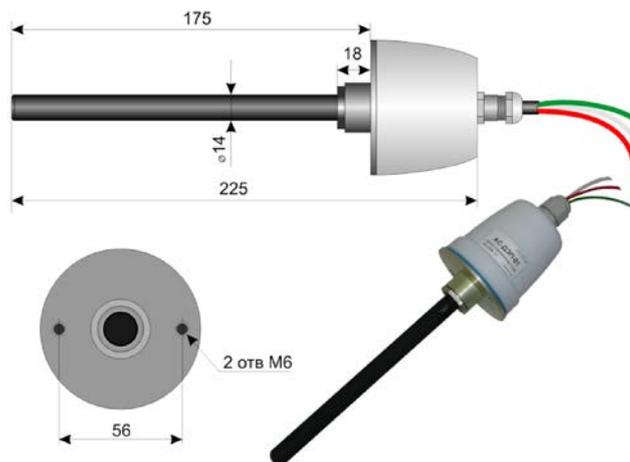


Рис. 3.47. Внешний вид и габариты датчика электрического поля АС-ДЭП-01

АС-ДЭП-01 размещается на оголовке стрелы, защищен от ударов и излома при столкновении с препятствиями, не реагирует на сигналы телевизионных, тропосферных и радиорелейных станций.

Также ограничителями АС-АОГ-01м+ оснащаются различные модели мостовых и козловых кранов.

На рис. 3.48 приведена схема соединений ограничителя АС-АОГ-01м+ с датчиком усилия тросовым АС-АОГ-07.1 на козловом кране КК-12,5 [24].

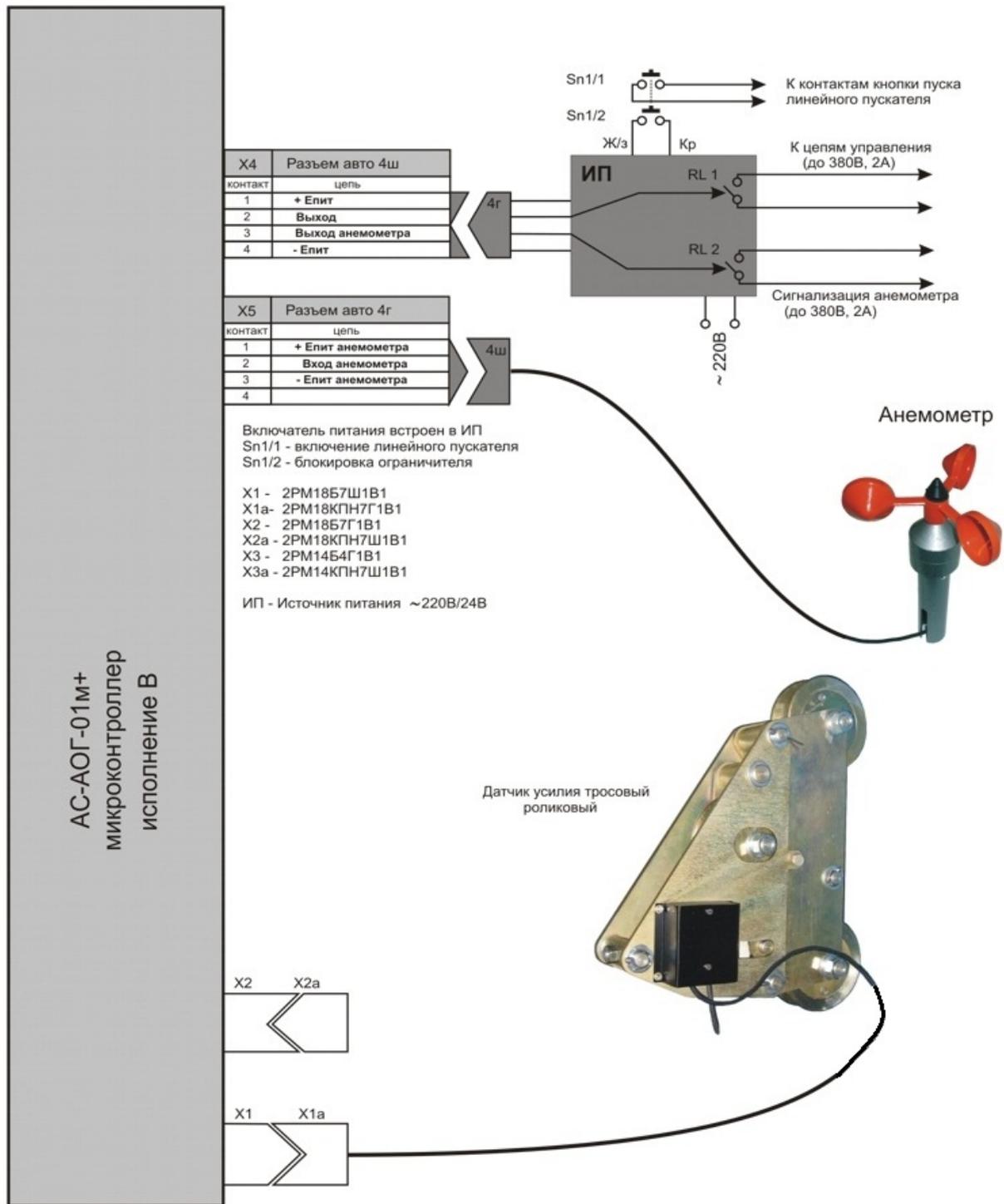


Рис. 3.48. Схема соединений ограничителя АС-АОГ-01м+ на кране КК-12,5

В комплект поставки АС-АОГ-01м+ для крана КК-12,5 входят [24]:

- блок АОГ, включающий регистратор параметров крана;
- датчик усилия тросовый подвесной АС-АОГ-07.1;
- блок (источник) питания АС-БП-02;
- датчик скорости ветра (анемометр) ДСВ-2.

Система АОГ формирует следующие сигналы для остановки крана в случае возникновения аварийной ситуации:

- при попытке поднять груз, вес которого превышает установленную номинальную грузоподъемность более чем на 10%;
- при подходе крюковой подвески к крайнему верхнему положению и попытке произвести подъем крюковой подвески;
- при выходе грузовой тележки за пределы рабочей зоны;
- при выходе крана за пределы рабочей зоны;
- при неисправности составных частей системы АОГ.

Для обеспечения автоматической остановки крана системой АОГ в системе управления крана должен быть предусмотрен блок аварийной остановки, например соленоидный клапан или пускатель, установленный таким образом, чтобы при протекании тока по его обмотке осуществлялась работа крана, а при его обесточивании работа крана прекращалась. Чаще всего используется линейный пускатель.

Датчик усилия тросовый роликовый подвесной АС-АОГ-07.1 (рис. 3.49) представляет собой прибор, преобразующий усилие, создаваемое массой поднимаемого груза и массой грузозахватных органов, действующее на грузовой трос, в электрический сигнал. В качестве тензопреобразователя датчика использован датчик усилия С2А фирмы «Тензо-М» класса точности 0,03.

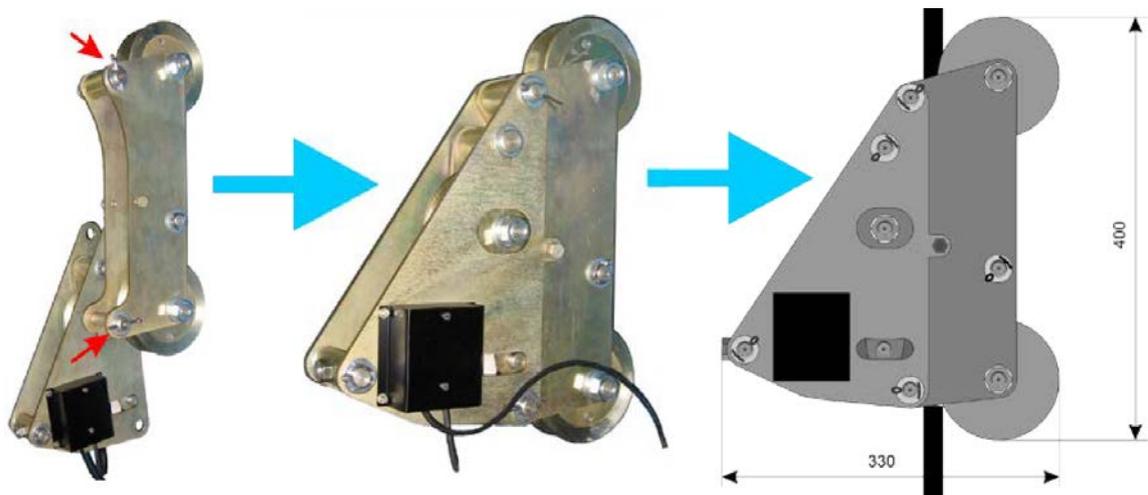


Рис. 3.49. Внешний вид и габариты датчика усилия АС-АОГ-07.1

Источник питания ИП служит для преобразования сетевого переменного напряжения 220 В в необходимое для питания микроконтроллера постоянное напряжение 24 В. Источник размещается в непосредственной близости от микроконтроллера, в зоне с отсутствием помех конвективному теплообмену. Содержит встроенный выключатель Sn1, предохранитель, преобразователь 220/24 В и бесконтактное реле, рассчитанное на коммутацию электрических цепей с напряжением до 380 В при токе коммутации до 2А.

Датчик скорости ветра (анемометр) (см. рис. 3.48) преобразует величину скорости ветра в электрический сигнал импульсной формы. Частота следования импульсов пропорциональна скорости ветра и не зависит от его направления. В данной модели крана в качестве датчика скорости ветра использован анемометр ДСВ-2 фирмы "Техкранэнерго".

3.16. Ограничители грузоподъёмности ОГШ-2

Ограничители грузоподъёмности ОГШ-2, производимые ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка, являются микропроцессорными ограничителями грузоподъёмности и предназначены для установки на электротали, кран-балки, мостовые и козловые краны с целью исключения возможности их перегрузки и регистрации параметров работы крана, а также для ограничения скорости подъёма и предотвращения слабины каната при опускании груза.

Ограничители ОГШ-2 выпускаются трёх типов [50]:

- ОГШ-2.2W – для электроталей, кран-балок, простых мостовых и козловых кранов с одним или двумя датчиками (рис. 3.50, а);
- [ОГШ-2.7И\(Ц\)](#) – для мостовых кранов, имеющих одну или две лебёдки (рис. 3.50, б);
- [ОГШ-2.10И\(Ц\)](#) – универсальный для любых мостовых и козловых кранах всех типов с количеством датчиков от одного до четырёх при любом сочетании режимов работы (рис. 3.50, в).

Ограничитель осуществляет преобразование сигналов, поступающих с тензометрических датчиков, установленных в силовой цепи грузоподъёмных механизмов в запрещающие сигналы при выходе нагрузки за пределы заданных порогов для каждого из датчиков, суммарной нагрузки на лебёдки или кран в целом.

Встроенный в ОГШ-2 регистратор параметров отвечает требованиям РД 10-399–01 «Требования к регистраторам параметров грузоподъёмных кранов» и обеспечивает [50]:

- хранение идентификационной информации;
- обработку и накопление информации длительного хранения;
- регистрацию оперативной информации.

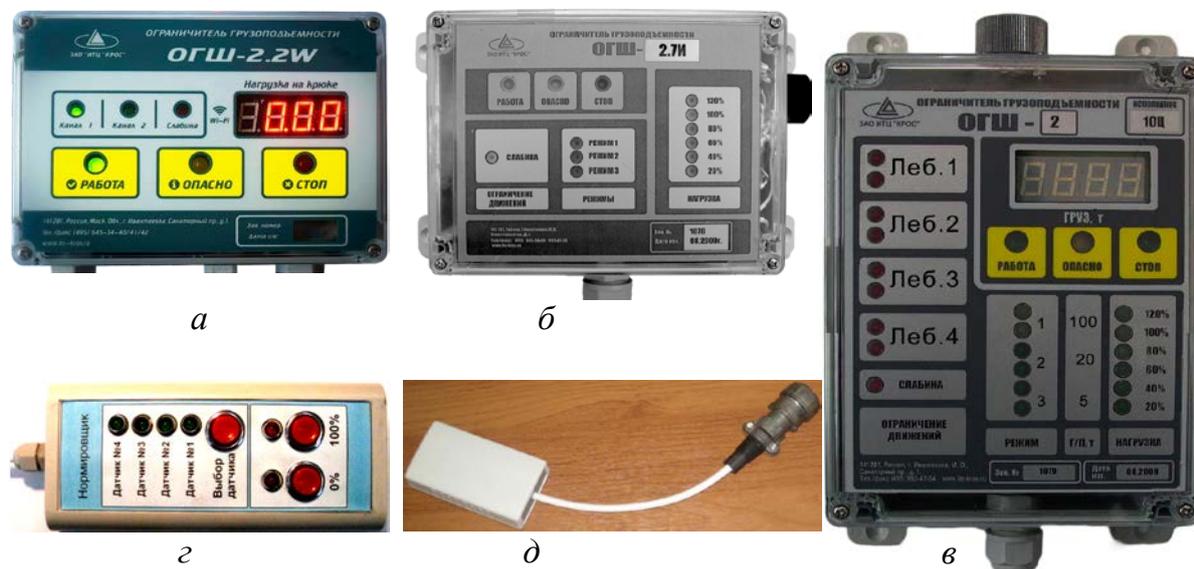


Рис. 3.50. Внешний вид ограничителей грузоподъёмности ОГШ-2

Ограничители грузоподъёмности ОГШ-2.x оснащены встроенным модулем Wi-fi для прямого подключения к ноутбуку или смартфону с ОС Android в качестве точки доступа. Wi-fi-соединение используется только для нормировки прибора и считывания информации. Обработка информации регистратора параметров ограничителя производится при помощи специальной программы обработки, работающей под ОС Windows и поставляемой в комплекте с ограничителем [50].

Ограничители грузоподъёмности ОГШ-2.7 и ОГШ-2.10 со светодиодной (И) и цифровой (Ц) индикацией нагрузки являются многофункциональными приборами безопасности и выполняют следующие функции [25]:

- запрет подъёма при перегрузке;
- снижение скорости подъёма;
- запрет опускания при слабине каната;
- выработка дополнительного порогового сигнала для снижения скорости для кранов с частотным приводом.

Останов подъёма груза при перегрузке является основной функцией для всех комплектаций ограничителя типа ОГШ-2. Отключение механизма подъёма груза должно происходить при превышении номинальной грузоподъёмности лебёдки более чем на 10% , при этом

ограничитель не должен допустить согласно ПБ 10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов» перегрузку более чем на 25%.

Эта функция обеспечивается подачей на реле подъёма управляющего сигнала предварительного останова при нагрузке, близкой к максимальной (по умолчанию 90%), подачей запрещающего сигнала при средней величине нагрузки, превышающей номинальную (по умолчанию на 10%), и подачей второго запрещающего сигнала при однократном превышении номинальной нагрузки (по умолчанию на 20%).

Функция *Контроль скорости* применяется, если в паспорте крана даются указания по скорости подъёма в зависимости от веса груза. Например, пустой крюк и груз, не превышающий 20% номинальной грузоподъёмности, могут подниматься с повышенной скоростью. При подъёме груза, вес которого превышает 90% номинальной грузоподъёмности, для повышенной безопасности может быть подан сигнал на снижения скорости. Данная функция реализуется установкой реле контроля скорости.

Функция *Контроль слабину* является функцией безопасности и обязательно используется в кранах-штабелёрах. Она рекомендуется для кранов, работающих с захватами, магнитных, грейферных и т.д. Например, на клещевом кране замыкание клещей возможно только при полном опускании их на груз, т.е. при появлении «слабины каната». Преждевременное замыкание клещей может привести к падению груза. На магнитных кранах функция *Слабина каната* используется для предотвращения падения груза при его транспортировке при ошибочных действиях крановщика, например, при случайном снятии напряжения с магнитов. На грейферных кранах использование функции *Слабина каната* предотвращает излишнее расслабление канатов, которые могут соскочить с барабана. Особенно это важно для грейферов, производящих захват груза под водой. На грейферных кранах с двумя грейферами (тележками) функция *Контроль слабину* производится для обеих тележек.

Функция *Дополнительный пороговый сигнал* используется для кранов с частотным приводом для подготовки привода к остановке при перегрузке крана. Частотный привод не может обеспечить своевременную остановку подъёма груза в нормальном режиме останова. Использование аварийного режима для «мгновенной» остановки недопустимо из-за больших токов, возникающих в этом случае. Дополнительный пороговый сигнал длительностью 1 с обеспечивает переключение привода на пониженную скорость подъёма при нагрузках

50 – 70% от номинальной и подготавливает привод к останову. При появлении перегрузки останов происходит на пониженной скорости. Если перегрузки нет, то продолжение работы происходит с любой скоростью, заданной крановщиком.

По требованию заказчика на базе ограничителя ОГШ-2.10 могут быть собраны специальные комплектации с реализацией дополнительных функций управления, например, весоизмерение, учёт наработки и т.д.

В базовый комплект ограничителя ОГШ-2.x входят [25]:

- блок микропроцессорный БМ;
- блок питания БП (блок питания и зажимов БПЗ);
- блок зажимов БЗ (может совмещаться с БП) или блок зажимов и реле БЗР (в зависимости от модификации);
- короб клеммный КК;
- пульт управления ПУ;
- комплект соединительных кабелей;
- датчики тензометрические (количество датчиков зависит от модификации ограничителя от 2 до 4);
- преобразователи тензометрические кода ПТК;
- нормировщик Н4 (см. рис. 3.50, з);
- прибор считывания информации ПСИ-03 (см. рис. 3.50, д);
- диск с программой обработки и документацией.

Общая электрическая схема ОГШ-2.7 изображена на рис. 3.51.

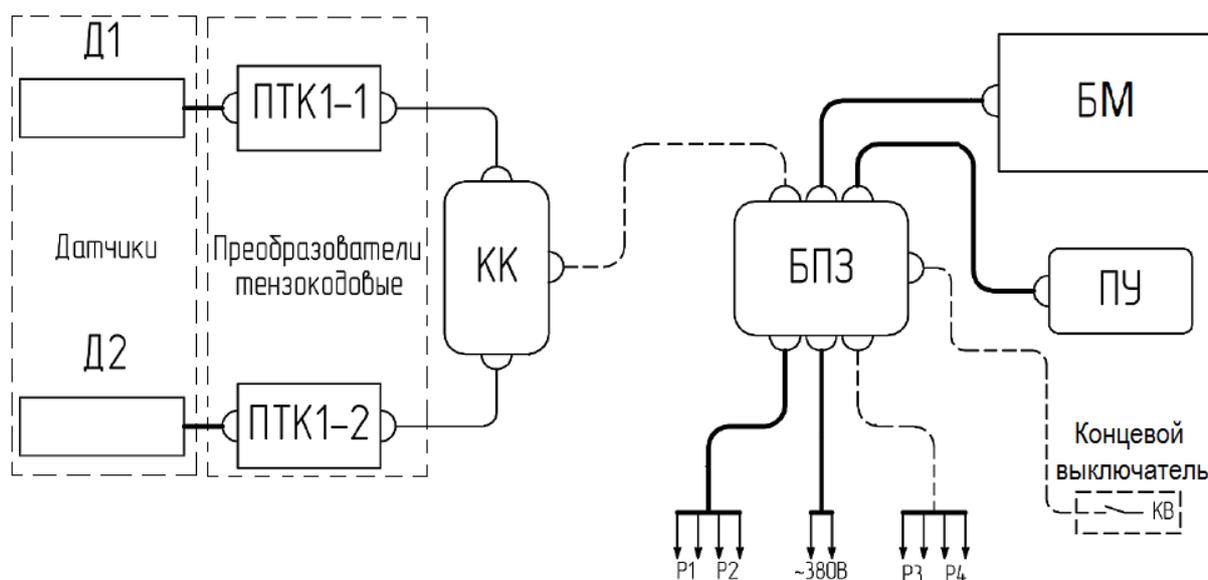


Рис. 3.51. Схема электрическая общая ограничителя ОГШ-2.7

Для реализации основных и дополнительных функций управления в ОГШ-2.x имеются 4 – 8 управляющих реле, предназначенных для коммутации цепей управления переменного тока напряжением 380 В. Управляющие реле расположены в блоке питания (2 – 3 реле) или в отдельных блоках (БПЗ, БЗР).

Ограничители ОГШ-2.7 могут комплектоваться дополнительным оборудованием, например светофором, анемометром, блоком светодиодной или цифровой индикации, выносным табло и т.д.

Рассмотрим принцип работы ограничителя ОГШ-2.10Ц с двумя лебёдками, принципиальная схема которого показана на рис. 3.52 [25].

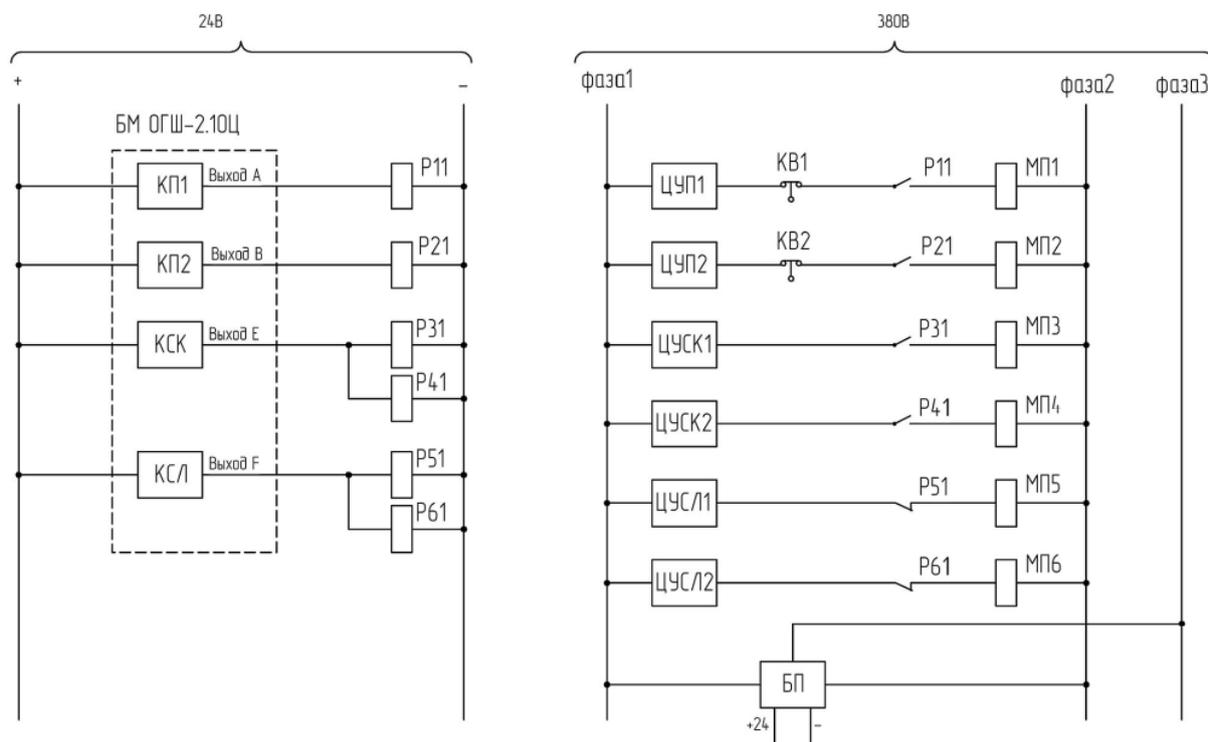


Рис. 3.52. Схема электрическая принципиальная ограничителя ОГШ-2.10Ц и электросхемы крана

На рис. 3.52 приведены следующие обозначения: ЦУП 1, 2 – цепь управления подъёмом (основной, вспомогательный); ЦУСК 1,2 – цепь управления скоростью подъёма (основного, вспомогательного); ЦУСЛ 1,2 – цепь управления слабиной каната (основной и вспомогательный подъём); КВ1, КВ2 – концевые выключатели; КП1, КП2 – ключи подъёма (основного, вспомогательного); КСК – ключ скорости основного подъёма; КСЛ – ключ слабины каната; Р11, Р21 – реле подъёма (основного и вспомогательного); Р31, Р41 – реле скорости подъёма (основного и вспомогательного); Р51, Р61 – реле слабины каната (основ-

ной и вспомогательный подъём); МП1, МП2 – магнитные пускатели; МП3, МП4 – магнитные пускатели скорости основного и вспомогательного подъёмов; МП5, МП6 – магнитные пускатели слабины основного и вспомогательного подъёмов; БП – блок питания [25].

Питание ограничителя включается при включении крана. Переключение режимов возможно только при отсутствии нагрузки на крюке, а при замене грузозахватного органа – только после выключения питания. Исходное состояние крана: кран готов к работе, включено питание, крюковая подвеска без груза, концевые выключатели КВ1, КВ2 ограничения высоты подъёма крюка замкнуты, сигналы датчиков усилия в пределах допустимых отклонений от «нуля». «Нуль» – величина сигнала, полученная при нормировке без нагрузки на крюке [25].

В исходном состоянии ключи подъёма КП1, КП2 замыкаются, включается световая сигнализация блока индикации, горит зеленый светодиод «РАБОТА» и раздается короткий звуковой сигнал, который свидетельствует об исправности ограничителя и готовности к работе. Появление трёх коротких звуковых сигналов при включении ограничителя свидетельствует о расслаблении каната, вызванном опусканием грузозахватного органа на землю или об изменении параметров настройки ограничителя по отношению к начальной установке, работа разрешена. Если при включении питания звучат три длинных звуковых сигнала с короткими перерывами, то работа крана разрешена. Указанная сигнализация появляется, как правило, в том случае, если на кране в предшествующем цикле было выключено питание с грузом на крюке. Если при включении питания звучит непрерывный звуковой сигнал, то подъём крюка запрещен. Указанная сигнализация свидетельствует о неисправности датчика или прибора. При количестве датчиков более одного неисправный датчик определяется с помощью блока индикации [25].

Далее в рабочем режиме замыкаются реле Р11, Р21– работа основного (лебёдка 1) и вспомогательного (лебёдка 2) подъёма разрешена. Совместная работа основного и вспомогательного подъёма без груза разрешена до тех пор, пока величина нагрузки на одном из них не достигнет нижнего порога регистрации рабочего цикла (5%). После этого разрешена работа только в соответствии с выбранным режимом [25].

При увеличении нагрузки до заданного значения порога предварительного останова при работе с крюком включаются предупредительная световая и звуковая сигнализации с кратковременным размы-

канием реле Р1 или Р2, что позволяет снизить динамическую нагрузку за счет снижения скорости подъема или кратковременной остановки двигателя механизма подъема (при работе с грейфером предварительная сигнализация не включается) [25].

Запрещение работы лебедок основного и вспомогательного подъемов происходит при перегрузке крана или отдельной лебедки. В этом случае ключи КП1, КП2 размыкаются и соответственно обесточиваются реле Р11, Р21. Контакты реле Р11, Р21 размыкаются [25].

Блок питания БП-2.7 обеспечивает бесперебойное питание микропроцессорного блока напряжением +24 В при колебаниях напряжения питания от ~300 до ~420 В, а также при кратковременном пропадании питания (на троллеях).

Блок микропроцессорный БМ содержит: плату микропроцессора и плату индикации. В ограничителях ОГШ-2.х сигнальные устройства размещаются на передней панели БМ. Назначение элементов индикации и сигнальных устройств БМ показано на рис. 3.53 [25].

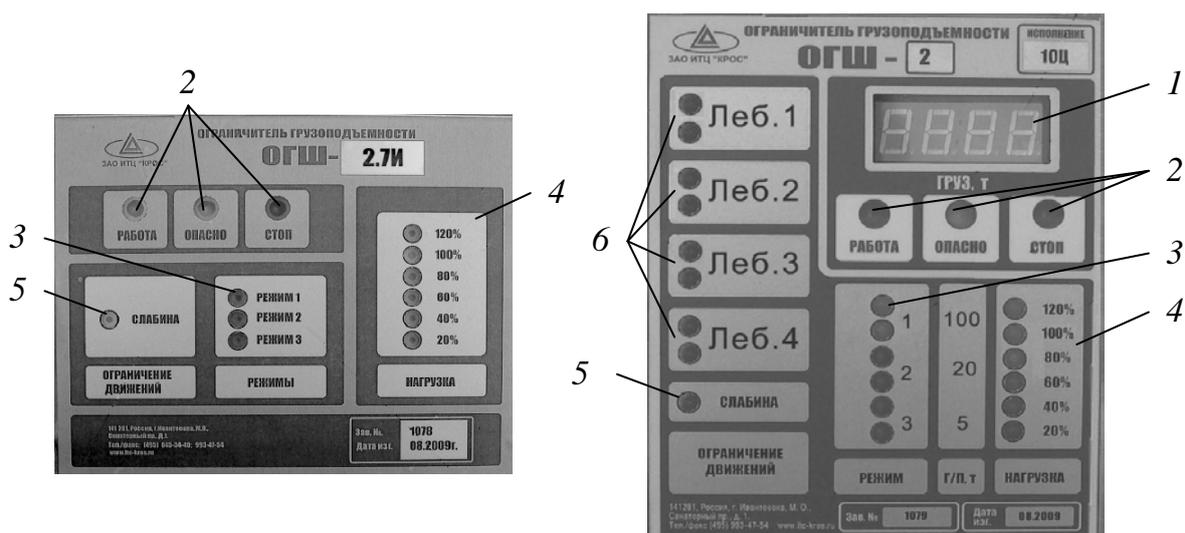


Рис. 3.53. Внешний вид передней панели БМ ОГШ-2.х:

- 1 – цифровой индикатор; 2 – индикаторы работы ограничителя;
- 3 – указатель режима работы; 4 – указатель процента загрузки;
- 5 – индикатор слабины; 6 – индикаторы работы лебедок (каналов)

Светодиод «РАБОТА» обозначает разрешение работы крана. Включение светодиода «ОПАСНО» свидетельствует о приближении нагрузки к максимальному значению или достижению порога снижения скорости. Включение светодиода «СТОП» соответствует запрещению работы крана вследствие перегрузки крана или лебедки, а также неисправности.

Светодиод «РЕЖИМ» (1, 2 или 3) ограничителей ОГШ-2.хИ начинает мигать при включении соответствующего режима работы. Непрерывное свечение светодиода соответствует рабочему циклу крана.

К индикаторам нагрузки относятся цифровая индикация (ОГШ-2.10Ц) и светодиодные индикаторы процента нагрузки. Цифровой индикатор при работе крана показывает суммарную нагрузку на кране или на одну из лебедок крана при отдельной их работе. Светодиодный индикатор показывает величину суммарной нагрузки на кран или на одну из лебедок крана при отдельной их работе с шагом 20%.

Светодиод «СЛАБИНА» сигнализирует о расслаблении грузового каната вследствие опирания грузозахватного органа на землю либо об уходе «нуля» вниз за пределы заданного порога.

Указатель работы механизмов имеет четыре группы светодиодов: по два светодиода в каждой группе. Каждая пара светодиодов (сверху) соответствует каналам 1, 2, 3, 4 (лебёдкам). Нижние светодиоды соответствующей пары загораются, если при включении выбранного режима предусмотрена работа данного канала. Включение верхнего светодиода соответствует началу рабочего цикла для данного канала. Мигание верхнего светодиода соответствует запрету работы по перегрузке данного канала.

Пульт ПУ предназначен для переключения режимов работы крана. ПУ ограничителей со светодиодной индикацией имеет только переключатель режимов, пульт ограничителей с цифровой индикацией имеет дополнительную кнопку управления цифровой индикацией.

Нормировщик Н4 предназначен для нормирования ограничителя. Н4 выполнен в виде коробки с кабелем и разъемом, на которой размещены кнопки для нормировки каналов. Нормировка производится в служебном режиме, вход в который происходит при включении питания и нажатой кнопке 0%. Кнопкой «ВЫБОР ДАТЧИКА» выбирается номер датчика, и загорается соответствующий светодиод. Нормировка производится кнопками «0%» при отсутствии нагрузки и «100%» – при номинальной нагрузке. Завершение нормировки индицируется загоранием соответствующего светодиода.

Для измерения нагрузки в силовой цепи грузоподъемного механизма используются тензометрические датчики промышленного изготовления различных фирм (FLINTEC, ТЕНЗО-М и др.) и датчики собственного изготовления (ДНК, ДДН, ДС, тензооси и др.) Характеристики датчиков, применяемых в составе ограничителей типа ОГШ, даны в приложениях. Все датчики поставляются в комплекте с преобразователями тензометрическими кода ПТК, которые могут быть автономными (ПТК-1, ПТК-2, ПТК-3) или встроенными в датчик.

Контрольные вопросы и задания

1. Каково общее назначение, область применения и принцип функционирования ограничителей грузоподъёмности?
2. Назовите допустимый процент перегрузки для ГПМ различных видов.
3. Какие механизмы крана должны отключаться ограничителем грузоподъёмности?
4. Какие виды ограничителей грузоподъёмности различают по принципиальному исполнению? Приведите примеры.
5. Перечислите параметры и понятия грузоподъёмных кранов, влияющих на устойчивость машины.
6. Что представляет собой грузовая характеристика крана?
7. Какой коэффициент запаса берется для максимально допустимой массы поднимаемого груза?
8. Какие косвенные методы измерения массы поднимаемого груза и вылета используются в ограничителях грузоподъёмности для кранов различных конструкций?
9. В каком виде представляются грузовые характеристики для кранов с телескопической стрелой?
10. Что называют «зоной отключения» ограничителей грузоподъёмности?
11. Назовите назначение, область применения, устройство и принцип работы электронных ограничителей ОГБ-2 и ОГБ-3.
12. Какие датчики параметров крана используются в ограничителях ОГБ-2 и ОГБ-3 и каковы их функции?
13. Сколько параметров индицируется на панели ОГБ-2 и ОГБ-3?
14. Опишите обобщенную типовую структуру ограничителей грузоподъёмности микропроцессорного типа.
15. Что называется каналом измерения в ограничителях грузоподъёмности микропроцессорного типа?
16. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя грузоподъёмности АСУ ОГП-31А?
17. Какие параметры индицируются на передней панели УРИ ограничителя грузоподъёмности АСУ ОГП-31А?
18. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя грузоподъёмности ПЗК-10?
19. В чём отличие модели ограничителя ПЗК-30 от ПЗК-10?
20. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителей грузоподъёмности ОГМК2?

21. Какие модификации приборов ОГМК2 выпускаются и каковы их функциональные отличия?
22. Опишите конструкцию тросового датчика усилия ДУОГП ограничителя грузоподъёмности ОГМК2.
23. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя предельной нагрузки Альфа-М?
24. Какая информация отображается на цифровом индикаторе БМК ограничителя предельной нагрузки Альфа-М?
25. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя грузоподъёмности ОГМ240?
26. Назовите основные особенности и технические характеристики блока индикации БИ04.4х ограничителя ОГМ240.
27. Для чего предназначены блоки входов и нагрузок БВНх.х ограничителя грузоподъёмности ОГМ240?
28. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителей грузоподъёмности ОНК-140 и ОНК-160?
29. Какие элементы ограничителей ОНК-140 и ОНК-160 защищают кран от опасного приближения к линиям электропередачи?
30. Какие параметры работы крана измеряются и индицируются на передней панели блоков ОНК-140 и ОНК-160?
31. В чём отличие ограничителя ОНК-160 от ОНК-140?
32. В чём функции контроллеров поворотной части и неповоротной части ограничителя ОНК-160?
33. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителей грузоподъёмности АС-АОГ-01м+ и АС-АОГ-02?
34. При каких уровнях фактической нагрузки в сравнении с номинальной ограничитель АС-АОГ-01м+ формирует сигналы прерывистой и непрерывной звуковой сигнализации?
35. Опишите конструкцию датчика длины стрелы АС-ДДЛ-02.2+ и тросового датчика усилия АС-ДУС-06.1 системы АС-АОГ-01м+.
36. Какие параметры работы крана индицируются на передней панели блока АОГ-01м+?
37. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителей грузоподъёмности ОГШ-2?
38. Какие типы ограничителей ОГШ-2 выпускаются и каковы их принципиальные и функциональные отличия?
39. Каким образом ограничители ОГШ-2 подключаются к компьютеру для нормировки прибора и считывания информации?
40. Для чего в ОГШ-2.10 имеются функции *Контроль скорости*, *Контроль слабину*, *Дополнительный пороговый сигнал*?

4. ОГРАНИЧИТЕЛИ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ ПОДЪЁМНИКОВ, КРАНОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ И ЛЕСТНИЦ

4.1. Ограничитель предельного груза ОПГ-2000М

Ограничитель предельного груза ОПГ-2000М, производимый ЗАО Научно-производственное объединение «Техкранэнерго», г. Владимир, предназначен для установки на автоподъёмники (вышки) и краны-манипуляторы и служит для предупреждения их разрушения и/или опрокидывания (для защиты их от перегрузок) при подъёме груза, а также для световой сигнализации о перегрузке подъёмника.

В состав устройства ОПГ-2000М (рис. 4.1) входят [51]:

- блок управления и контроля БУ – 1;
- тензометрический датчик усилия – 2;
- монтажные элементы;
- комплект соединительных кабелей.

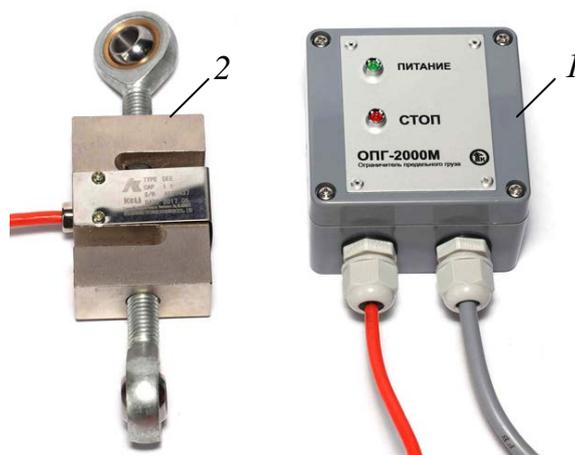


Рис. 4.1. Внешний вид ограничителя предельного груза ОПГ-2000М

Функциональные особенности ограничителя ОПГ-2000М [51]:

- возможность настройки порога срабатывания непосредственно на подъёмнике;
- индикация нормального режима работы;
- индикация запрещенного режима работы;
- два силовых реле для формирования сигналов блокирования механизмов подъёмника и звуковой сигнализации;
- включение внешнего звукового сигнала;
- отключение подъёмного механизма через 2 с при загрузке свыше 110%.

Технические характеристики ОПГ-2000М [51]:

- ✓ диапазон измерения массы поднимаемого груза – от 200 до 1000 кг;
- ✓ диапазон установки порога срабатывания – от 200 до 1000 кг;
- ✓ погрешность включения индикатора «СТОП» – 5 %.
- ✓ два силовых выхода, ток коммутации – до 1,5 А.
- ✓ напряжение питания – от 9 до 30 В.
- ✓ потребляемая мощность – не более 5 ВА;
- ✓ диапазон рабочих температур – от –40 до +50 °С;
- ✓ степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP54.

Принцип действия ограничителя основан на приеме и преобразовании аналогового сигнала с датчика первичной информации (преобразователя усилия), последующим его усилении и сравнении с предельно допустимым значением для данного типа подъемника [51].

При превышении номинальной грузоподъемности не более чем на 10% БУ вырабатывает прерывистый сигнал на включение исполнительного реле, прерывистого звукового сигнала подъемника и мигание индикатора «СТОП» на крышке БУ.

При достижении предельной грузоподъемности (при загрузке свыше 110%) ограничитель срабатывает: БУ вырабатывает сигнал на выключение реле защиты, загорается красный индикатор на лицевой панели БУ и звучит прерывистый звуковой сигнал подъемника.

Ограничитель ОПГ-2000М подключается к системе управления подъемника, цепям питания автомашины, цепям управления исполнительными механизмами подъемника и цепям управления звуковым сигналом.

4.2. Ограничитель предельной грузоподъемности ОПГ11

Ограничитель предельной грузоподъемности ОПГ11, производимый ООО НПП «Резонанс», г. Челябинск, предназначен для установки на подъемники (вышки) и краны-манипуляторы. Устройство ОПГ11 при перегрузке подъемника автоматически формирует электрические сигналы блокировки грузоподъемных механизмов и включение световой и звуковой сигнализации [52].

ОПГ11 состоит из набора унифицированных датчиков и блока управления. Выпускается в различных модификациях ОПГ11-0х и исполнениях для различных типов и моделей подъемников (с одной люлькой типа АГП-18, АГП-22, двумя люльками типа ПБСКМ-1 и ВС-22, кранов-манипуляторов и универсального исполнения).

Ограничитель ОПГ-11 соответствует требованиям правил ПБ 10-611–03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников (вышек)» и ПБ 10-257–98 «Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-манипуляторов».

Функциональные особенности ограничителя ОПГ11 [26]:

- возможность настройки порога срабатывания непосредственно на подъемнике;
- два силовых выхода («сухие контакты») для формирования сигналов блокирования механизмов подъемника и звуковой сигнализации;
- цифровой интерфейс для интеграции в систему управления;
- включение звукового и светового сигналов подъемника при его загрузке в диапазоне 100 – 110% относительно установленного порога срабатывания (номинальной грузоподъемности);
- отключение гидроподъемного механизма через 2 с при загрузке свыше 110%.

Ограничитель ОПГ-11 подключается к системе датчиков с помощью цифрового интерфейса RBus, к цепям питания автомашины, цепям управления исполнительными механизмами подъемника и цепям управления звуковым сигналом (рис. 4.2).

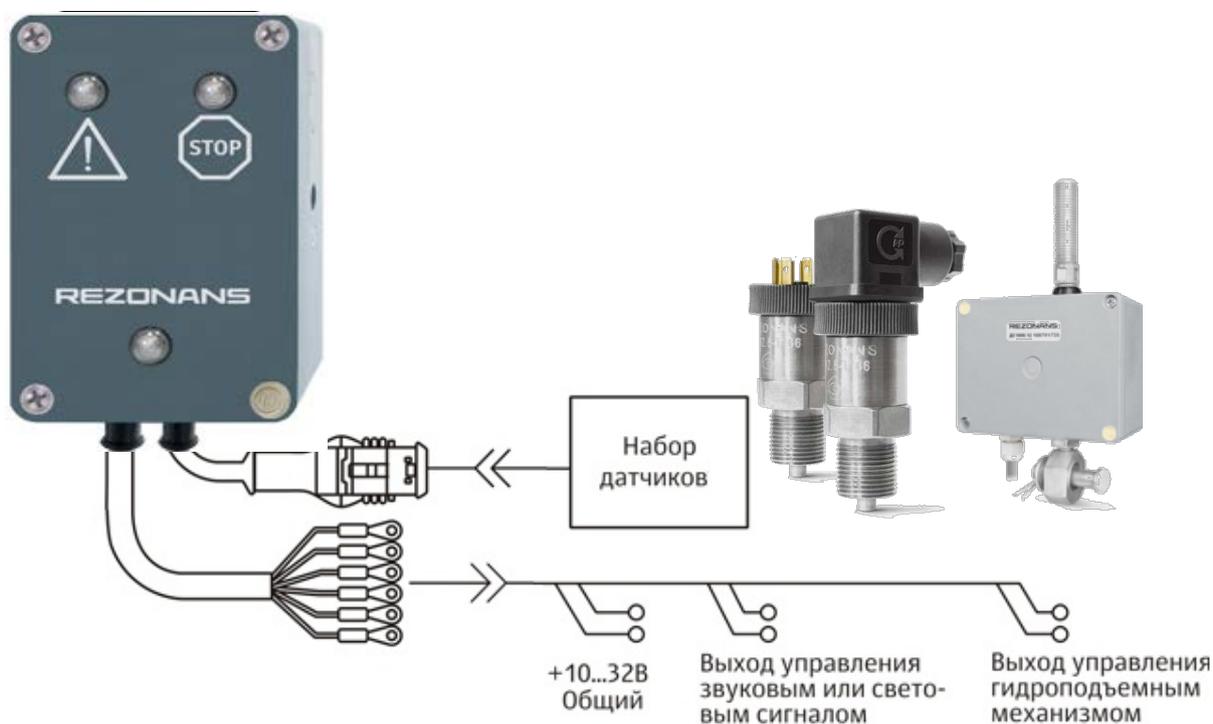


Рис. 4.2. Схема ограничителя ОПГ11

Технические характеристики ОПГ11 [26]:

- ✓ диапазон измерения массы поднимаемого груза – от 50 до 500 кг;
- ✓ диапазон установки порога срабатывания – от 100 до 450 кг;
- ✓ погрешность включения индикаторов «Предел» и «Стоп» – не более 5%;
- ✓ два силовых выхода, ток коммутации – до 5 А.
- ✓ цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- ✓ напряжение питания – от 10 до 32 В.
- ✓ потребляемый ток – не более 0,3 А;
- ✓ диапазон рабочих температур – от –40 до +55 °С;
- ✓ степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP67.

4.3. Ограничитель грузоподъемности ОКМ-1

Ограничитель грузоподъемности ОКМ-1, производимый ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка, предназначен для установки на краны-манипуляторы и подъемники и служит для защиты их от перегрузок, а также для предупреждения машиниста о перегрузке грузоподъемной машины путём включения предварительной и запрещающей сигнализации [53].

ОКМ-1 имеет световую и звуковую сигнализацию, оснащен встроенными реле для подключения исполнительного электрогидроклапана, микропроцессорный блок прибора комплектуется защитным кожухом от механических повреждений.

Ограничитель ОКМ-1 в зависимости от вида грузоподъемной машины имеет различные варианты исполнений (тип датчиков и дополнительное оборудование). Например, ограничитель ОКМ-1, предназначенный для крана-манипулятора, обычно оснащается датчиками давления MBS1250 фирмы «Danfoss», которые устанавливаются в гидроцилиндр подъема стрелы крана [53].

В состав различных исполнений ограничителя ОКМ-1 (рис. 4.3) входят [27]:

- блок микропроцессорный БМ – 1;
- датчики тензометрические на растяжение – 2;
- преобразователи тензометрические кода ПТК – 3;
- датчик давления в гидроцилиндре (для гидравлических кранов-манипуляторов) – 4;
- блок коммутации БК;
- нормировщик.

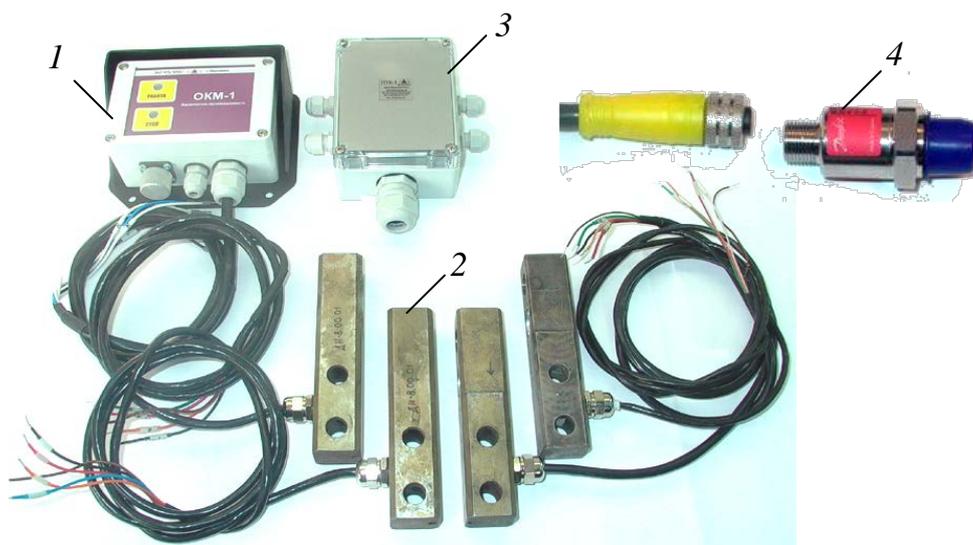


Рис. 4.3. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности ОКМ-1

Ограничитель ОКМ-1 выполняет функцию сравнения действующей нагрузки с заданной при настройке величиной порога срабатывания и вырабатывает [27]:

- предупредительный сигнал при нагрузке свыше 90%;
- запрещающий сигнал при нагрузке свыше 110%.

Конструкция ограничителя предусматривает возможность задания двух порогов срабатывания ограничителя – основного и дополнительного в зависимости от зоны вылета люльки или рабочего оборудования манипулятора. Дополнительный порог служит для задания повышенного уровня срабатывания ограничителя. Функция дополнительного порога осуществляется посредством концевого выключателя, устанавливаемого на грузоподъёмной машине и подключаемого к ограничителю через сервисный разъем. Дополнительный режим реализуется при замыкании концевого выключателя [27].

Ограничитель ОКМ-1 может оснащаться специальными тензометрическими датчиками, датчиками с цифровой связью, а также дополнительным блоком коммутации БК, при помощи которого возможно обрабатывать сигналы одновременно с нескольких датчиков. В этом случае контролируется как давление в гидроцилиндре подъёма стрелы, так и вес груза на крюке, что позволяет обеспечить надежную защиту крана-манипулятора, имеющего грузовую характеристику с переменным грузовым моментом в зависимости от вылета стрелы [27].

Общая электрическая схема ОКМ-1 изображена на рис. 4.4.

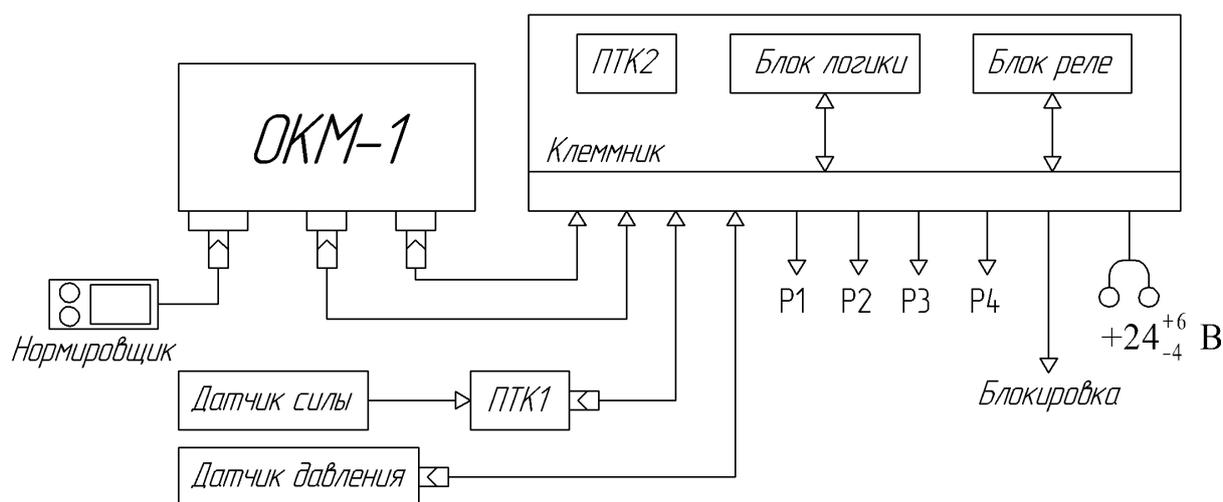


Рис. 4.4. Схема электрическая общая ограничителя ОКМ-1

Блок коммутации БК, входящий в комплект поставки ограничителя, предназначен для обеспечения получения и обработки сигнала от двух датчиков и удобства подключения ограничителя. Блок выполнен в виде отдельного металлического кожуха, оснащенного кабельными вводами, содержащего исполнительные реле (P1, P2, P3, P4), внутреннего тензометрического преобразователя ПТК2, плату блока логики и клеммник для соединения между собой компонентов ограничителя (датчиков, микропроцессорного блока, исполнительных реле) и включения его в систему управления крана-манипулятора [27].

Сигнал с датчиков поступает на вход БК. В случае использования отдельного тензокодового преобразователя сигнал с датчика сначала поступает на его вход, а затем в оцифрованном виде на вход БК. БК соединен с БМ цифровым каналом связи и сигнальным кабелем от внутренних транзисторных ключей БМ к блоку логики БК. В состав БМ входят: АЦП, микроконтроллер, транзисторные ключи с оптронной гальванической развязкой и светодиодные индикаторы.

4.4. Прибор безопасности лестниц ПБЛ240

Под ГПМ чаще всего подразумевают крановые установки и коммунальные гидropодъёмники. Однако класс этих машин значительно шире. Он включает в себя автопогрузчики, автомобильные вышки и, конечно же, пожарные автолестницы и пожарные автоподъёмники. Автолестница при полностью сдвинутом комплекте колен может работать также в крановом режиме, но этот режим является для нее вспомогательным.

Одной из микропроцессорных систем безопасности, устанавливаемых на пожарные и коммунальные автолестницы, является прибор безопасности лестниц ПБЛ240 ООО НПП «Резонанс», г. Челябинск. ПБЛ240 предназначен для защиты лестницы от повреждения и перегрузки, а также для обеспечения полудуплексной голосовой связью рабочего места оператора с вершиной лестницы.

Основные особенности прибора ПБЛ240 [54]:

- удобное представление информации – все основные параметры отображаются на дисплее;
- простота установки и замены датчиков – стыковка блоков и датчиков производится отдельными соединительными жгутами;
- простота настройки – для точной настройки определения массы груза достаточно одного эталонного груза;
- регистратор параметров с часами реального времени;
- наличие в комплекте переговорного устройства.

Функции, выполняемые ПБЛ240 [54]:

- автоматическая блокировка механизмов лестницы при достижении границ поля безопасности;
- защита лестницы от повреждения при максимальном ее выдвигании, предельной деформации и от столкновения с препятствиями (защита от лобового удара);
- защита лестницы от превышения грузоподъемности (ограничитель грузоподъемности);
- измерение и отображение на дисплее блока индикации основных рабочих параметров лестницы;
- обеспечение оператора лестницы голосовой полудуплексной связью с вершиной;
- управление фарами на вершине лестницы;
- автоматическое выравнивание лестницы;
- информирование оператора о совпадении продольной оси лестницы с осью базового шасси для упрощения укладки лестницы в транспортное положение;
- защита от столкновения с элементами крепления лестницы в транспортном положении (блокировка поворота в зоне над кабиной при угле наклона лестницы менее 10°).

В состав прибора ПБЛ240 (рис. 4.5) входят [54]:

- блок индикации БИ04.3 – 1;
- датчик угла наклона ДУГ45.5 – 2;
- датчик давления в полостях гидроцилиндра ДД250.11 – 3;

- блоки входов и нагрузок БВН1.3 – 4;
- датчик азимута ДУА180.2 – 5 или ДУА360.4 (см. рис. 3.24);
- датчик длины ДДС15 – 6;
- блок управления горизонтированием БУГ45.1 – 7;
- переговорное устройство ПУ5.1 – 8.



Рис. 4.5. Внешний вид элементов прибора ПБЛ240

Блок индикации БИ04.3 предназначен для работы в качестве центрального управляющего и вычислительного блока прибора безопасности ПБЛ240. Используется для ввода режимов работы прибора и вывода информации о работе лестницы, а также управления сигналами блокировки. БИ04.3 имеет жидкокристаллический дисплей 202x32 пикселя, динамический излучатель на задней стенке, цифровой последовательный интерфейс связи RS-485 и/или RBus, широкий диапазон питания постоянным напряжением 8 – 32 В или переменным напряжением $\sim 220 \pm 10\%$ В, высокую вибро- и удароустойчивость и степень защиты от внешних воздействующих факторов IP54 [54].

Помимо индикации основных параметров работы лестницы, таких как длина, высота, вылет, угол наклона, БИ04.3 содержит индикаторы, сигнализирующие:

- подход вершины лестницы к границе рабочего поля;
- перегрузку лестницы;
- совпадение лестницы с продольной осью шасси при переходе в транспортное положение;
- момент срабатывания ограничителей лобового удара;
- момент нахождения ступеней смежных колен друг над другом в одной поперечной плоскости;
- срабатывание различных блокировок движений лестницы;
- критические режимы работы двигателя (температуру охлаждающей жидкости и давление масла).

Датчик угла наклона ДУГ45.5 предназначен для измерения углов продольного и поперечного наклона относительно гравитационной нормали в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Применяется в составе прибора ПБЛ240 для измерения продольно-поперечного наклона базовой платформы автолестниц [54].

Основные особенности и технические характеристики ДУГ45.5:

- измерение углов наклона относительно гравитационной нормали в диапазоне $0 - 90^\circ$;
- стойкий к влаге, вибрациям и ударам герметичный корпус;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- погрешность измерения угла наклона – не более $0,5^\circ$;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока.

Датчик азимута ДУА180.2 предназначен для измерения угла поворота платформы лестницы относительно неподвижного шасси.

Основные особенности и технические характеристики ДУА180.2:

- установка на токосъёмное устройство крана;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- наличие дискретного управляющего входа;
- наличие индикатора нулевого положения;
- диапазон измерения угла поворота – $\pm 165^\circ$;
- погрешность измерения угла поворота – не более 1° ;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока.

Блок управления горизонтированием БУГ45.1 предназначен для автоматического управления механизмами выравнивания автолестниц, автоподъёмников и т.д. Выравнивание выполняется относительно гравитационной нормали. БУГ45.1 обеспечивает включение соответствующего электромагнитного клапана гидравлической системы машины и изменения длины аутриггера для компенсации крена, если отклонение измеряемого угла от горизонтали превышает допустимый уровень. После снижения отклонения электроклапан отключается [54].

Основные особенности и технические характеристики БУГ45.1:

- два защищенных силовых выхода, рассчитанных на индуктивную нагрузку;
- возможность настройки нулевого уровня непосредственно на механизме;
- настройка разных уровней срабатывания для левого и правого положений;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- диапазон измерения угла поворота – $\pm 15^\circ$;
- погрешность измерения угла поворота – не более $0,2^\circ$;
- максимально допустимый ток нагрузки – 4 А;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 0,02 А.

Переговорное устройство ПУ5.1 предназначено для обеспечения строительно-дорожной техники полудуплексной громкоговорящей связью для оперативной передачи голосовой информации [54].

Основные особенности и технические характеристики ПУ5.1:

- прочный и компактный алюминиевый корпус;
- трехпроводная линия связи;
- возможность коммутирования нагрузок;
- напряжение питания – от 8 до 16 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 1,5 А.

4.5. Ограничитель грузоподъёмности АС-АОГ-02.1

Также в качестве автоматизированных систем безопасности кранов-манипуляторов, автоподъёмников (вышек) и подъёмников автомотрис применяют ограничители серии АС-АОГ-02.х (см. рис. 3.39). Ту или иную модификацию прибора выбирают исходя их количества датчиков, индикаторов нагрузки и необходимости горизонтирования рабочей платформы [49].

Ограничитель АС-АОГ-02.1 устанавливается на гидравлических автомобильных подъемниках для защиты от перегрузок и опрокидывания путём автоматической остановки.

В базовый комплект поставки АС-АОГ-02.1, устанавливаемый на автогидроподъемник АГП-22.04, входят [28]:

- блок АОГ, включающий регистратор параметров крана;
- датчик угла АС-ДУГ-02;
- датчик угла повородковый АС-ДУГ-00;
- тензорезисторный датчик усилия ДДС-100 либо датчик давления АС-ДДав-01, либо датчик деформаций АС-ДДеф-01.

На рис. 4.6 приведена схема размещения элементов АС-АОГ-02.1 на автогидроподъемнике АГП-22.04.

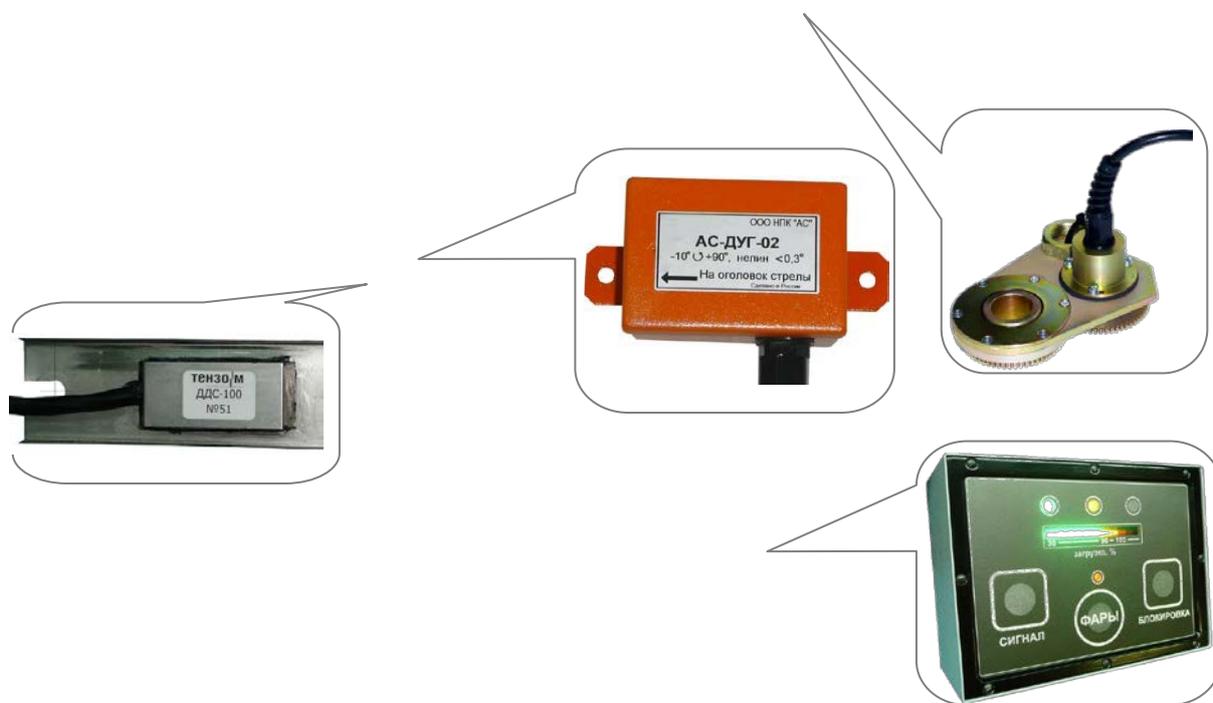


Рис. 4.6 Схема размещения АС-АОГ-02.1 на автогидроподъемнике АГП-22.04

В процессе работы система АС-АОГ-02.1 выполняет [28]:

- формирование сигнала автоматической остановки и управления зуммером при отключении питания АОГ, обрыве кабелей, наличии неисправностей в системе АОГ;
- приём до 3 сигналов от устройств блокировки и органов управления краном, входящих в систему электрооборудования крана;
- формирование сигналов управления внешними устройствами – 3 сухих релейных контакта;

➤ формирование сигналов управления электрогидравлическим распределителем подъёмника и встроенным звуковым сигналом, при превышении установленных предельных значений деформации верхнего колена автогидроподъёмника;

➤ блокирование работы механизмов, увеличивающих опасность повреждения или опрокидывания подъёмника;

➤ диагностирование состояния блока, кабелей и датчиков и вывод кодов отказов в случае неисправности.

Блок АОГ представляет собой микропроцессорный контроллер, воспринимающий информацию от входных цепей и вырабатывающий сигналы управления для реле и индикаторов состояния подъёмника.

На передней панели блока АОГ (рис. 4.7) расположены [28]:

- органы индикации режима работы подъёмника;
- кнопка включения дополнительного внешнего сигнала;
- кнопка, блокирующая работу ограничителя;
- кнопка включения/выключения осветительных фар.

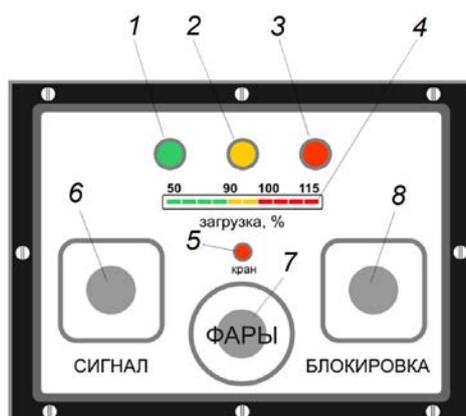


Рис. 4.7. Внешний вид передней панели блока АОГ-02.1:
1 – индикатор «НОРМА»; 2 – индикатор «ВНИМАНИЕ»;
3 – индикатор «ОПАСНО»; 4 – столбиковая диаграмма нагрузки крана; 5 – индикатор включения фар; 6 – кнопка включения звукового сигнала; 7 – кнопка включения фар; 8 – кнопка включения блокировки прибора

На лицевую панель прибора постоянно выводится информация о степени загрузки подъёмника с помощью трёх индикаторов режимов работы и линейной столбиковой диаграммы, обеспечивающей ориентировочный уровень информации о проценте загрузки.

Зеленый индикатор 1 загорается сразу по включении и свидетельствует как о самом факте включения, так и о работе в зоне допустимых нагрузок и об отсутствии неисправностей.

Желтый индикатор 2 загорается при достижении нагрузкой уровня 90% и гаснет при достижении уровня 100%. Одновременно с ним включается и, соответственно, выключается прерывистый (встроенный) звуковой сигнал.

Красный индикатор 3 загорается при достижении нагрузкой уровня 103% и более и горит непрерывно до тех пор, пока уровень нагрузки не снизится до величины менее 100%, после чего индикатор гаснет. Одновременно с красным индикатором включается и, соответственно, выключается непрерывный (встроенный) звуковой сигнал.

В случае возникновения неисправностей в системе красная и желтая лампы периодически загораются и гаснут, а на столбиковой диаграмме в виде последовательностей горящих и негорящих сегментов выводятся коды отказов.

На рис. 4.8 приведена схема соединений ограничителя АС-АОГ-02.1 с деформационным датчиком усилия АС-ДДеф-01 на автогидроподъемнике АГП-22.04 [28].

Для обеспечения автоматической остановки крана системой АОГ в гидросистеме крана должен быть предусмотрен блок аварийной остановки, например соленоидный клапан SL, установленный таким образом, чтобы при протекании тока по его обмотке осуществлялась работа крана, а при его обесточивании работа крана прекращалась.

Питание соленоидного клапана осуществляется через контакты реле RL1. При нормальной работе крана контакты реле замкнуты. При возникновении одной из аварийных ситуаций реле выключается, питание соленоидного клапана прекращается и кран останавливается.

Тензорезисторный датчик деформации представляет собой прибор, преобразующий величину деформации среднего колена подъемника под действием нагрузки в электрический сигнал. Датчик размещается на оси верхней грани среднего колена, в области существенных его изгибов (см. рис. 4.6). Такая схема исключает зависимость порога срабатывания ограничителя от места расположения груза в люльке и не требует узла встройки.

Датчик угла поводковый на базе резистивного преобразователя преобразует значение угла между средним и верхним коленом подъемника в электрический сигнал. Датчик размещается на оголовке средней секции так, чтобы рабочая ось датчика и ось поворота третьего колена подъемника были бы соосны. Сам датчик посредством кронштейна крепится к средней секции подъемника, а поводок – к третьей секции.

Датчик угла наклона представляет собой электронный потенциометр, приводимый в действие силой гравитации и преобразующий угол наклона среднего колена подъёмника в электрический сигнал. Датчик размещен на боковой поверхности колена вблизи основания.

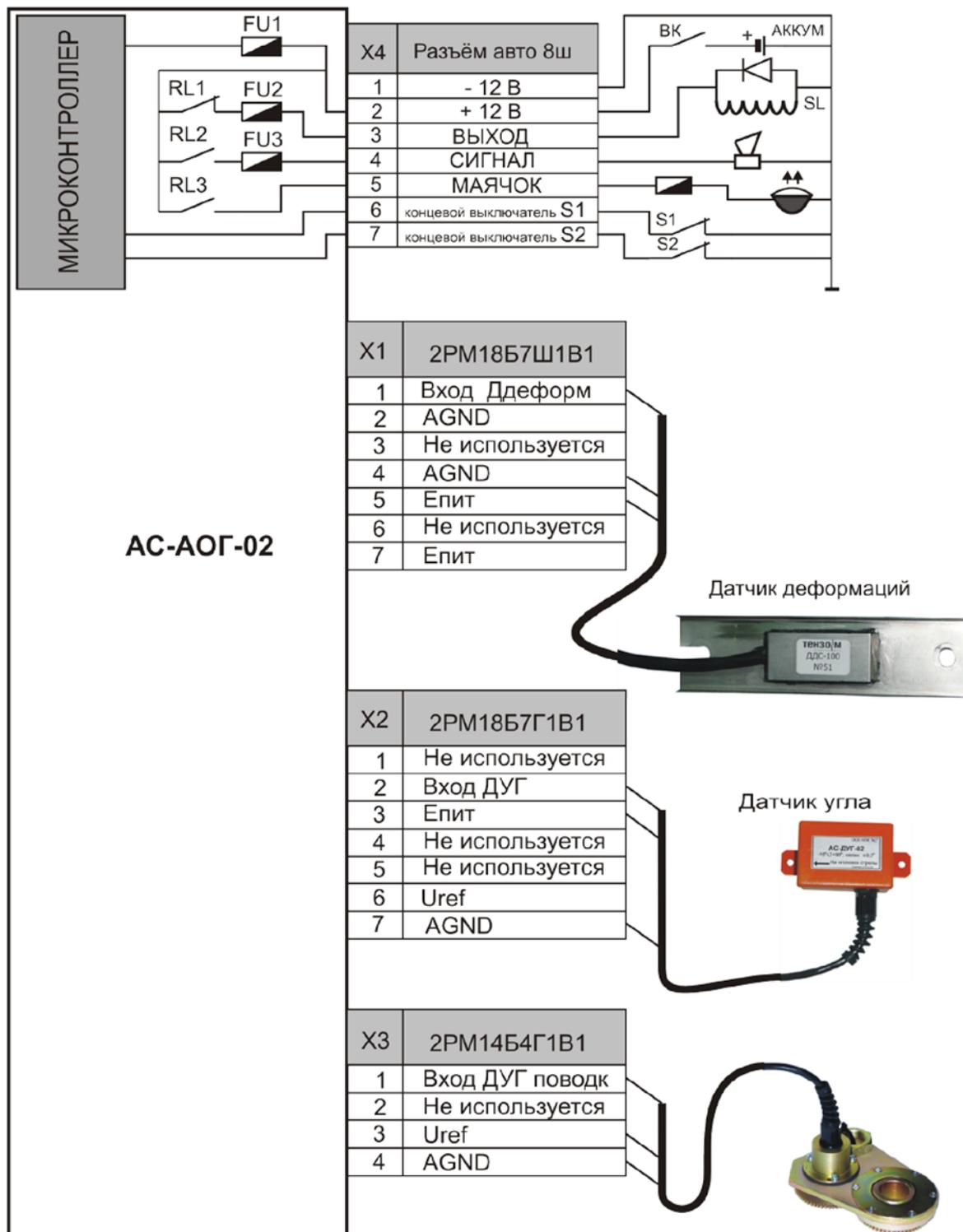


Рис. 4.8. Схема соединений ограничителя AC-AOG-02.1 на АПП-22.04

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя предельного груза ОПГ-2000М?
2. Какой тип датчика усилия используется в ОПГ-2000М?
3. Какие индикаторы имеет ограничитель ОПГ-2000М?
4. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя предельной грузоподъёмности ОПГ11?
5. В чём отличие ограничителей ОПГ11 и ОПГ-2000М?
6. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя грузоподъёмности ОКМ-1?
7. При каких уровнях фактической нагрузки в сравнении с номинальной ограничитель ОКМ-1 формирует предупредительный и запрещающий сигналы?
8. Для чего в ограничителе ОКМ-1 применяются тензометрические преобразователи ПТК?
9. Сколько исполнительных реле имеет блок коммутации ограничителя ОКМ-1?
10. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы прибора безопасности лестниц ПБЛ240?
11. Перечислите функции прибора безопасности ПБЛ240.
12. Какая информация отображается на передней панели блока индикации БИ04.3 прибора безопасности лестниц ПБЛ240?
13. Для чего предназначен блок управления горизонтированием БУГ45.1 прибора безопасности лестниц ПБЛ240?
14. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя грузоподъёмности АС-АОГ-02.1?
15. Каким образом измеряется фактическая нагрузка в ограничителе грузоподъёмности АС-АОГ-02.1?
16. Опишите места установки датчиков ограничителя грузоподъёмности АС-АОГ-02.1 на автогидроподъемнике АГП-22.04.
17. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели блока АОГ ограничителя АС-АОГ-02.1?

5. ОГРАНИЧИТЕЛИ ГРУЗОПОДЪЁМНОСТИ КРАНОВ-ТРУБОУКЛАДЧИКОВ

5.1. Прибор безопасности ПБТ-1

Современные требования к оснащению грузоподъемных машин приборами безопасности предопределили создание изделий на базе микропроцессорной техники с расширенными функциональными, информационными, диагностическими и регистрационными возможностями. Таковым изделием является многофункциональный прибор безопасности ПБТ-1, выпускаемый ООО «Яуза-10», г. Мытищи.

Прибор безопасности ПБТ-1 (рис. 5.1) предназначен для защиты кранов-трубоукладчиков от перегрузки и опрокидывания, а также обеспечения машиниста информацией о загруженности трубоукладчика, положении его рабочего оборудования (в том числе относительно ЛЭП) и допустимых движениях этого оборудования [55].

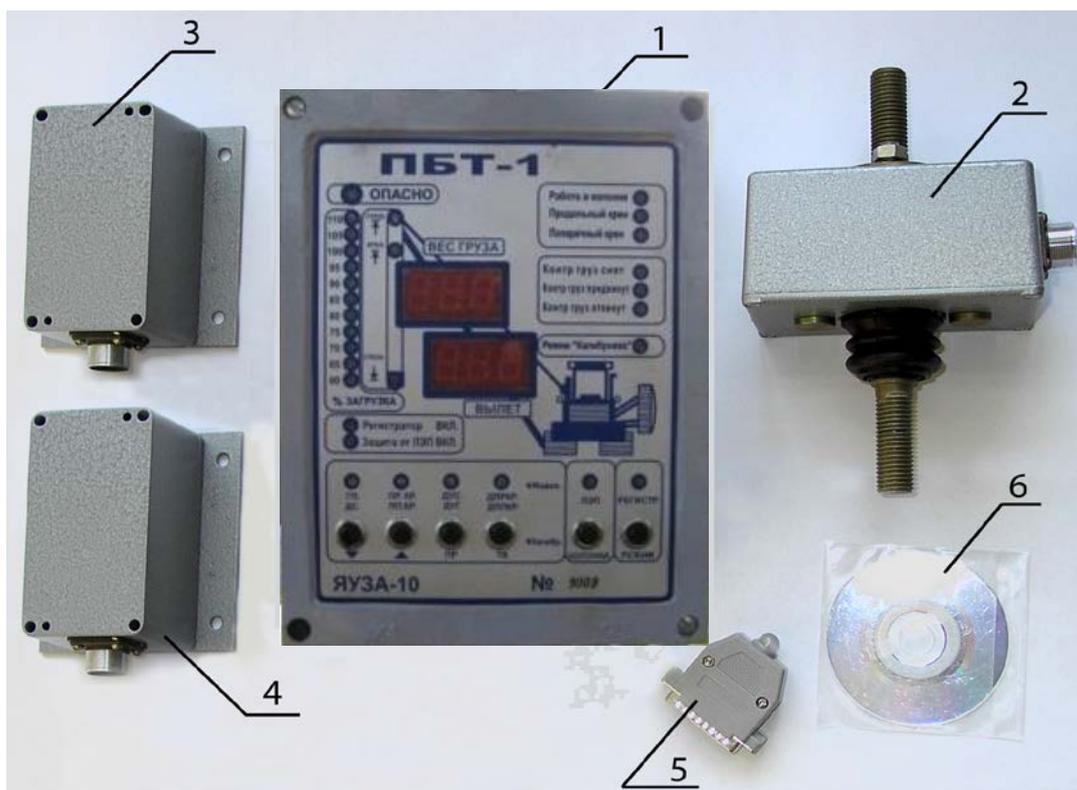


Рис 5.1. Внешний вид прибора безопасности ПБТ-1:
1 – блок обработки данных БОД, 2 – датчик усилия ДНТ-У, 3 – датчик угла наклона стрелы ДУНС, 4 – датчик угла наклона платформы ДУНП, 5 – прибор считывания информации регистратора, 6 – диск с программой обработки на ПЭВМ информации регистратора

Прибор обеспечивает выполнение требований ПБ 10-157-97 «Правил устройства и безопасной эксплуатации кранов-трубоукладчиков», согласно которым проходит работа трубоукладчика в следующих технологических режимах [29]:

- в режиме указателя, когда обеспечивается только информирование машиниста о параметрах работы крана-трубоукладчика (при работе в колонне);
- в режиме ограничителя, когда, помимо информационных сигналов, создается управляющий сигнал на отключение механизмов (при работе крана-трубоукладчика вне колонны и при наличии на нем исполнительных устройств), если фактическая нагрузка на кран-трубоукладчик превысит допустимое значение.

Прибор также обеспечивает регистрацию и хранение информации о работе трубоукладчика.

Прибор ориентирован на установку как на выпускаемых, так и находящихся в эксплуатации кранах-трубоукладчиках, оснащенных различным составом технических средств. Поэтому он выполняется из унифицированных модулей, обеспечивающих возможность его применения на различных типах машин. На конкретную модель крана-трубоукладчика ориентировано соответствующее исполнение прибора [29].

Конструктивно прибор выполнен из унифицированных модулей, состав которых определяется конкретным исполнением [29]:

- блок обработки данных, информации и питания БОД предназначен для приема и последовательного преобразования сигналов датчиков в цифровой код, обработки и создания информационных и управляющих сигналов, регистрации и хранения информации.
- датчик нагрузки тензометрический (усилия) ДНТ-У предназначен для преобразования в электрический сигнал усилия в канатной подвеске стрелы (исполнение для кранов-трубоукладчиков с канатной подвеской стрелы);
- датчики нагрузки тензометрические (давления) ДНТ-Дш и ДНТ-Дп предназначены для преобразования в электрический сигнал давления соответственно в штоковой и поршневой полостях гидроцилиндра на кранах-трубоукладчиках с жесткой подвеской стрелы;
- датчик угловых перемещений ДУНС предназначен для преобразования в электрический сигнал угла наклона стрелы крана-трубоукладчика;
- датчик угла наклона рамы (портала) ДУНП предназначен для преобразования в электрический сигнал углового перемещения рамы

(портала) относительно горизонта; датчик ДУНП контролирует наклон рамы в двух (продольной и поперечной) вертикальных плоскостях крана-трубоукладчика;

➤ антенный блок АБ предназначен для контроля наличия напряжения ЛЭП вблизи крана-трубоукладчика;

➤ концевые выключатели подъёма крюка (КВПК) и положения контргруза (КВ1 и КВ2) предназначены для контроля положения указанного оборудования;

Все модули прибора соединяются между собой посредством кабелей, оканчивающихся разъёмными соединениями (рис. 5.2) [29].

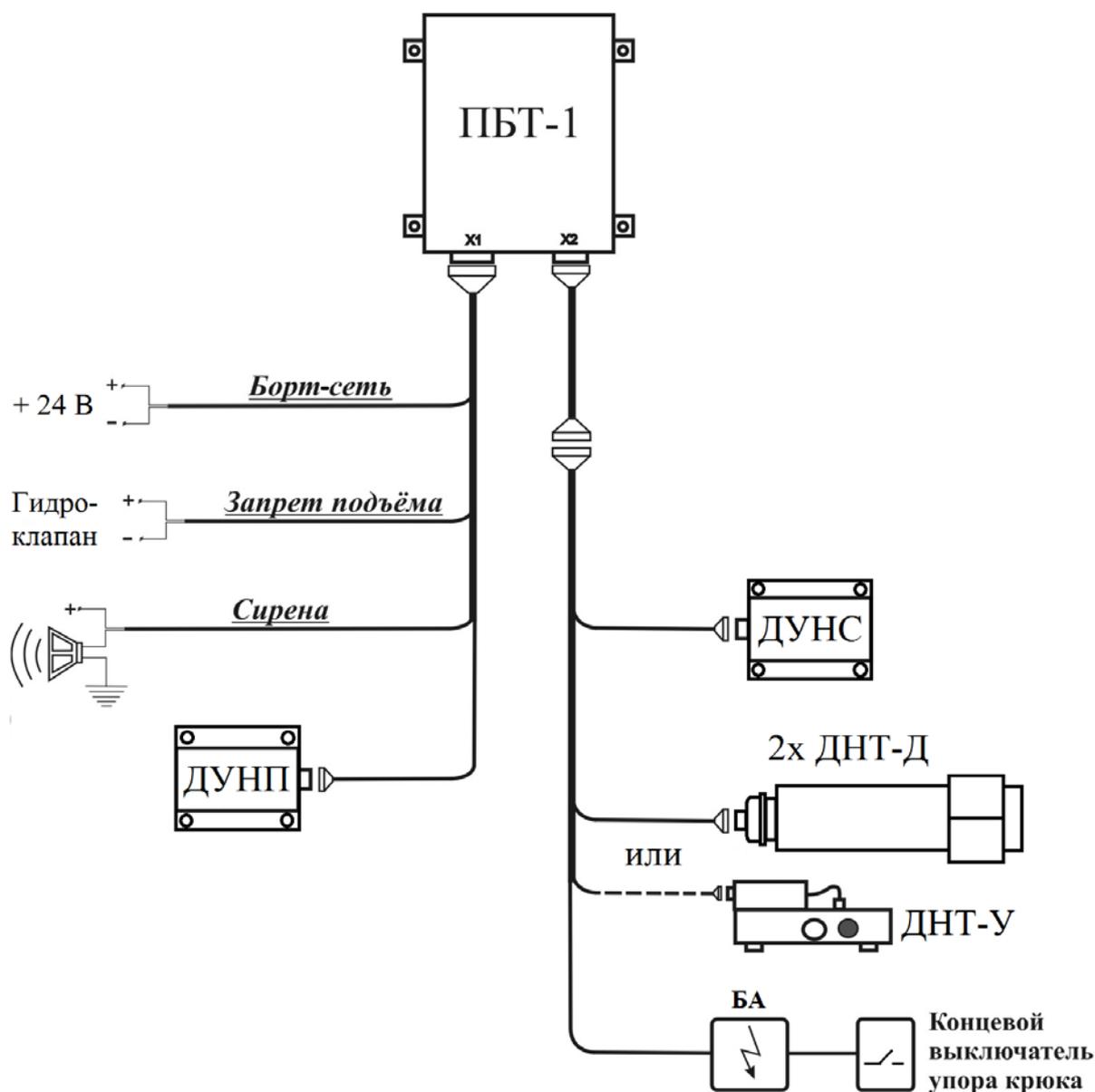


Рис. 5.2. Схема электрическая общая прибора ПБТ-1

Структурная схема ПБТ-1 изображена на рис. 5.3 [29].

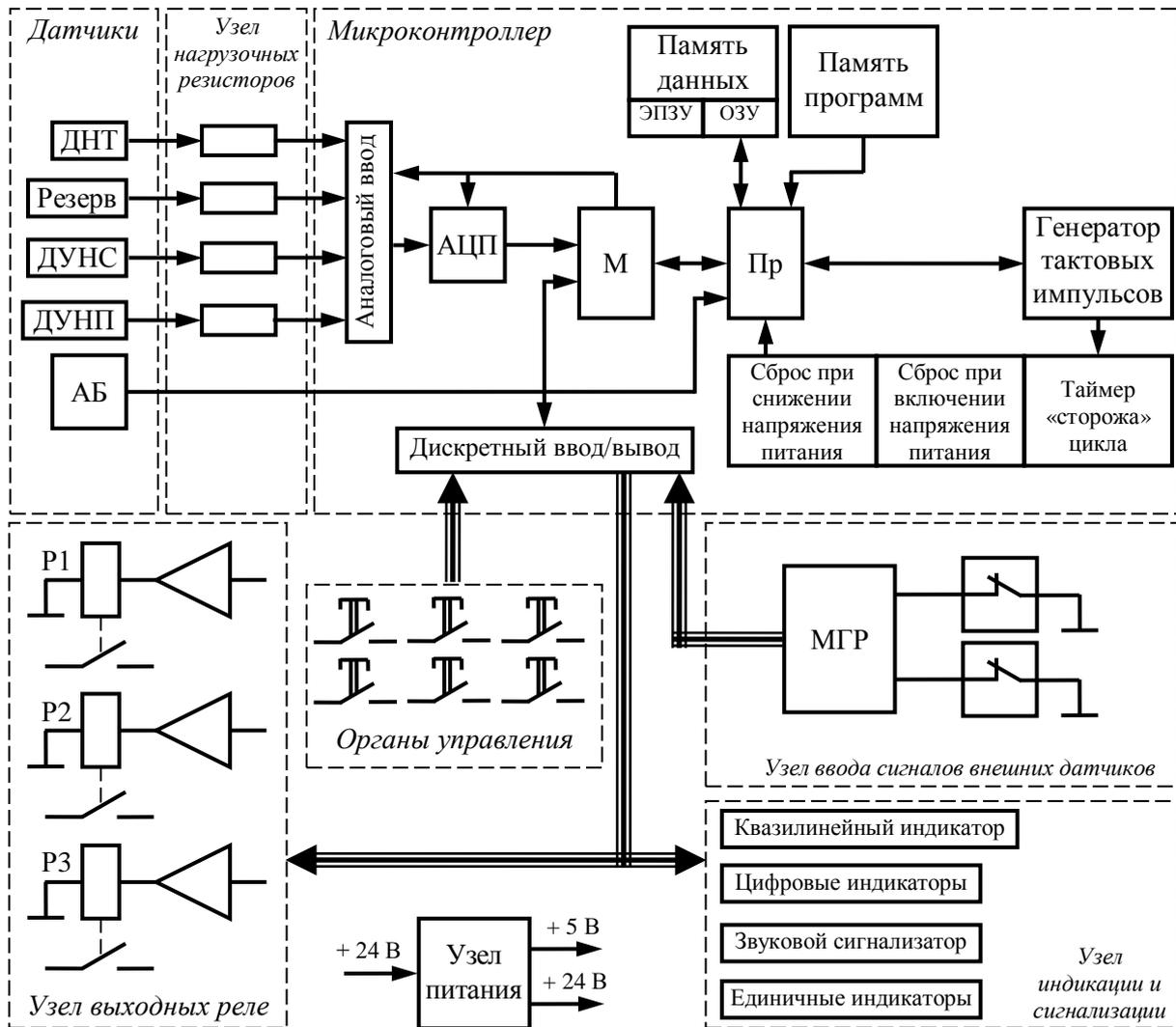


Рис. 5.3. Схема структурная прибора ПБТ-1

В соответствии со структурной схемой ПБТ-1 (см. рис. 5.3) блок БОД содержит следующие узлы [29]:

- Микроконтроллер, выполненный на базе PIC-процессора и содержащий в своем составе собственно процессор Пр, аналого-цифровой преобразователь АЦП, мультиплексор М, генератор тактовых импульсов, запоминающие устройства (в том числе энергонезависимое постоянное ЭПЗУ) с памятью программ и данных, дискретный ввод/вывод и схемы установки исходного состояния программы при включении прибора, а также при снижении напряжения питания и нарушении цикла программы;

- узел нагрузочных резисторов, предназначенный для нормализации сигналов датчиков, имеющих выходной сигнал по току;
- узел органов управления (кнопки) для выбора режима работы (при различной конфигурации оборудования крана-трубоукладчика), выбора индицируемых параметров и обеспечения настройки (калибровки) прибора на кране-трубоукладчике;
- узел индикации и сигнализации, содержащий два цифровых индикатора количественной информации, квазилинейный индикатор (светодиодная линейка) для индикации степени загрузки, единичные индикаторы для сигнализации о выбранном режиме работы, индицируемых параметрах и условиях безопасной работы, а также звуковой сигнализатор;
- узел ввода сигналов внешних дискретных датчиков МГР, обеспечивающий гальваническую развязку штатных органов контроля крана-трубоукладчика от цепей блока БОД;
- узел выходных реле содержит дискретные усилители, три коммутирующих реле, переключающие цепи управления и сигнализации крана-трубоукладчика, и самовосстанавливающиеся предохранители для защиты выходных контактов реле;
- узел питания, создающий стабилизированные напряжения для цепей блока БОД и обеспечивающий их гальваническую развязку от бортовой сети крана-трубоукладчика, а для поддержания информации о реальном времени регистрации параметров – автономный источник напряжения (литиевая батарея).

Работа прибора основана на последовательном опросе и преобразовании аналоговых и дискретных сигналов датчиков первичной информации ДНТ, ДУНС, ДУНП и различных концевых выключателей в цифровой код, определении угла наклона стрелы и рамы, расчете цифровыми методами величины вылета и величины загрузки крана-трубоукладчика с последующим их сравнением с предельнодопустимыми значениями при выбранном режиме работы.

Характеристики допустимой нагрузки на крюке для конкретных типов кранов-трубоукладчиков и режимов их работы (видов оборудования) заложены в виде грузовых характеристик в ЭПЗУ. Эти характеристики используются для информирования машиниста о фактических и предельных значениях нагрузки, а также для автоматического отключения механизмов подъема крюка и изменения вылета при перегрузках.

Для записи калибровочных таблиц и регистрации параметров работы крана-трубоукладчика также используется ЭПЗУ, а для поддержания информации о реальном времени – таймер (часы реального времени) с автономным источником напряжения (литиевой батареей).

К блоку БОД подключаются датчики ДНТ (ДНТ-У или два ДНТ-Д), ДУНС и ДУНП, а также в соответствующей модификации может быть подключен АБ для контроля приближения к ЛЭП. Сигналы антенного блока АБ в кодированной форме поступают непосредственно в микропроцессор БОД.

Расчет параметров грузоподъемности крана-трубоукладчика и степени его загрузки осуществляется в блоке БОД по значениям информационных сигналов датчиков (ДНТ, ДУНС). По результатам расчета, при достижении предельных режимов работы крана-трубоукладчика (по углу наклона стрелы и грузоподъемности) или предельных положений стрелы или рамы, блок БОД создает сигналы на индикаторы, а при работе крана-трубоукладчика с отдельными грузами (вне колонны) – управляющие сигналы на реле отключения механизмов с нормально открытыми контактами. Эти сигналы в систему управления крана-трубоукладчика выводятся через отдельный соединитель. К другому соединителю подключены аналоговые и дискретные датчики [29].

Для считывания показаний регистратора прибор содержит специальный соединитель, к которому исключен несанкционированный доступ.

Программное обеспечение прибора включает в себя подпрограмму тестирования и рабочую подпрограмму. При запуске подпрограммы тестирования (при включении прибора) процессор Пр после режима самоконтроля проверяет исправность цифровых и единичных индикаторов, засвечивая их на 1 – 2 секунды. Кроме того, после подачи напряжения питания и в процессе работы ведется контроль состояния цепей датчиков.

БОД устанавливается в кабине крана-трубоукладчика в удобном для обозрения месте и для улучшения восприятия информации должен быть защищен от засвечивания прямыми солнечными лучами. Он обеспечивает контроль работоспособности прибора как автоматически, так и по запросу машиниста (отключением и повторным включением питания). Управление переключением рабочих режимов и переключением выводимой информации осуществляется с лицевой панели блока БОД группой кнопок, которым в зависимости от режима *Калибровка* или *Работа* приданы различные функции.

На лицевой панели располагаются также (рис. 5.4) два цифровых индикатора 3, группа точечных индикаторов и кнопки управления прибором с соответствующими им мнемосимволами, которые указывают на двойное назначение кнопок, зависящее от положения переключателя «Р/К» (режимы *Работа* или *Калибровка*) [29].

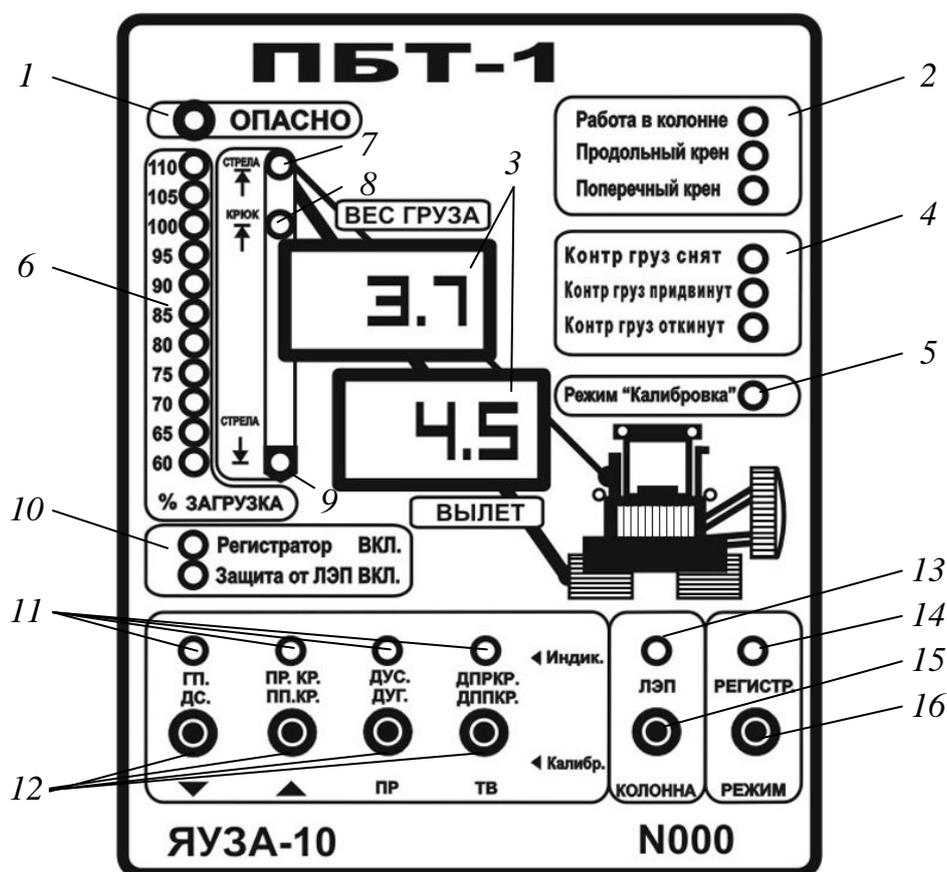


Рис. 5.4. Внешний вид передней панели БОД ПБТ-1

В режиме *Работа* функции кнопок обозначены надписями над кнопками; выбор соответствующей функции подтверждается засвечиванием единичных индикаторов.

Кнопка «ЛЭП/КОЛОННА» 15 обеспечивает путём нажатия с удержанием на 2 с перевод управляющего сигнала прибора в режим ограничителя или в режим индикатора; этой кнопкой при работе крана-трубоукладчика в составе колонны оператором задается режим блокирования срабатывания реле перегрузки или предельного угла наклона платформы.

Кнопка «РЕГИСТР/РЕЖИМ» 16 обеспечивает путём последовательного нажатия с удержанием на 2 с ввод положения и соответствующее этому положению переключение грузовой характеристики.

Выбранная грузовая характеристика индицируется тремя индикаторами 4:

- ✓ «Контргруз снят»;
- ✓ «Контргруз придвинут»;
- ✓ «Контргруз откинут».

Кнопки «ГП./ДС.», «ПР.КР./ПП.КР.», «ДУС./ДУГ.», «ДПРКР./ДППКР.» 12 обеспечивают переключение информации на цифровых индикаторах 3 [29]:

- в основном режиме, когда кнопки не нажаты, на верхнем цифровом индикаторе отображается вес подвешенного груза в тоннах (усилие на крюке в (тс) при «косой» нагрузке) и вылет в метрах;

- при нажатии и удерживании кнопки «ГП./ДС.» на верхнем цифровом индикаторе отображается текущая грузоподъемность в тоннах; на нижнем индикаторе высветится текущая длина стрелы в метрах;

- при нажатии и удерживании кнопки «ПР.КР./ПП.КР.» на верхнем индикаторе отображается угол продольного наклона крана-трубоукладчика (подъем при движении машины вперед отображается со знаком плюс), а на нижнем индикаторе – угол поперечного наклона крана-трубоукладчика (наклон в сторону груза отображается со знаком минус).

- при нажатии и удерживании кнопки «ДУС./ДУГ.» на верхнем индикаторе отображается текущее напряжение, поступающее от датчика усилия, в вольтах; на нижнем индикаторе – напряжение, поступающее от датчика угла наклона стрелы, в вольтах.

- при нажатии и удерживании кнопки «ДПРКР./ДППКР.» на верхнем индикаторе отображается текущее напряжение, поступающее от датчика продольного крена, в вольтах; на нижнем индикаторе – напряжение, поступающее от датчика поперечного крена, в вольтах.

Кнопка «ЛЭП/КОЛОННА» 15 обеспечивает переключение информации и ввод параметров защиты от опасного приближения к ЛЭП. На верхнем цифровом индикаторе высвечивается обозначение ЛЕР, а на нижнем – задаваемый уровень напряжения ЛЭП. При последовательном нажатии кнопки происходит переключение диапазонов чувствительности прибора, начиная с наивысшего (который устанавливается автоматически при первом нажатии). На нижнем индикаторе отображается переключаемый диапазон, начиная с 0,22, затем 6, 35, 110, 500 кВ; после установки диапазона и отпускания кнопки через 5 – 6 с на индикаторах вновь отображается вес груза и вылет [29].

Кнопка «РЕГИСТР./РЕЖИМ» 16 обеспечивает путём последовательного нажатия вывод и переключение информации на цифровых индикаторах данных регистратора и текущей даты и времени [29].

Индикация состояния крана-трубоукладчика и положения его механизмов, осуществляемая автоматически в режиме *Работа*, представлена следующими единичными светодиодными индикаторами. В частности [29]:

- при срабатывании исполнительного реле по условиям перегрузки крана-трубоукладчика или недопустимых перемещениях оборудования, засвечивается красным светом индикатор с надписью «ОПАСНО» 1;

- засвечивание индикаторов «СТРЕЛА↑» 7, «КРЮК↑» 8 и «СТРЕЛА↓» 9 свидетельствует о срабатывании физических или программных концевых выключателей предельного верхнего положения стрелы, предельного верхнего положения крюка и предельного нижнего положения стрелы соответственно;

- засвечивание светодиодной линейки 6 производится относительно шкалы (60 – 110%), отражающей в процентах степень загрузки крана-трубоукладчика; светодиоды зеленого свечения – при нормальной загрузке и красного свечения – при перегрузке.

При неисправностях прибора блок БОД создает управляющий сигнал на исполнительное реле. Вместе с этим загорается индикатор перегрузки «ОПАСНО» 1, создается непрерывный звуковой сигнал, и на верхний цифровой индикатор выводится сигнал неисправности Err, а на нижний индикатор – код неисправности [29].

Датчик нагрузки тензометрический (усилия) ДНТ-У (рис. 5.5, а) устанавливается на канат подвески стрелы. Датчик служит для определения усилия, создаваемого грузом и стрелой, и представляет собой тензобалку с тензорезисторным мостом внутри 1, сигнал которого определяет статическую характеристику датчика. Под действием внешней нагрузки в чувствительном элементе датчика возникают упругие деформации, которые он преобразует в электрический сигнал, пропорциональный величине действующей нагрузки. В корпусе 2 расположена плата со стабилизатором напряжения и усилителем, сигнал с которого передаётся в блок БОД через соединитель 3. Для механического соединения с канатом 6 на датчике находится хомут 5, с помощью которого трос зажимается между двух опор 4 [29].

Датчики нагрузки тензометрические (давления) ДНТ-Д (рис. 5.5, а) устанавливаются в переходные узлы, обеспечивающие подключение их в поршневую и штоковую полости гидроцилиндра подъёма стре-

лы. Датчик, подключаемый в штоковую полость, служит для определения давления, создаваемого грузом и стрелой, а датчик, подключаемый в поршневую полость, служит для компенсации избыточного давления, возникающего при движении стрелы [29].

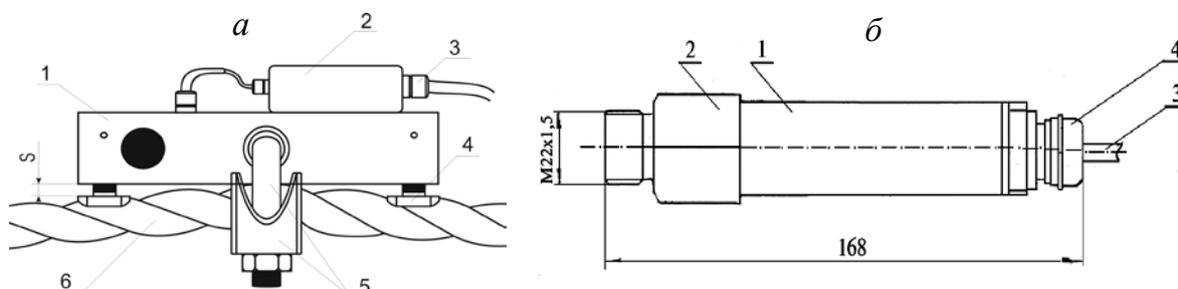


Рис. 5.5. Вид общий датчиков нагрузки прибора ПТБ-1:
a – датчик усилия ДНТ-У; *б* – датчики давления ДНТ-Д

Датчик ДНТ-Д представляет собой упругий элемент с наклеенным на него тензорезисторным мостом, сигнал которого определяет статическую характеристику датчика. Под действием внешней нагрузки в чувствительном элементе датчика возникают упругие деформации, которые он преобразует в электрический сигнал, пропорциональный величине действующего давления. Чувствительный элемент заключен в корпус *1*, заканчивающийся шестигранником *2* для обеспечения возможности вкручивания в переходные гидравлические узлы. Для механического соединения с узлами, передающими давление на датчик, на его торце имеется резьба М22х1,5. Сигнал датчика выводится кабелем *3*, сальниковый ввод которого закрыт гайкой *4* [29].

Датчик угла наклона стрелы ДУНС монтируется с любой стороны стрелы, при этом измерительная плоскость датчика должна быть параллельна плоскости поворота (наклона) стрелы. Чувствительный элемент датчика представляет собой консольную балку со смещенным центром тяжести, на которой наклеен тензометрический мост. Механическое напряжение балки зависит от наклона корпуса датчика, с которым связан защемленный конец балки. Датчик преобразует упругие деформации балки в электрический сигнал, пропорциональный величине синусу угла наклона, который выводится через соединитель.

Датчик угла наклона рамы ДУНП устанавливается на раме (портале) крана-трубоукладчика, при этом плоскость его установки должна быть параллельна горизонтальной плоскости рамы. Датчик аналогичен по принципу действия датчику ДУНС, но содержит два преобразователя, ориентированных в двух ортогональных плоскостях [29].

Антенный блок представляет собой высокопрочный пластмассовый корпус, закрепляемый на головке стрелы через стальную подставку. Внутри корпуса размещена антенна и печатная плата со схемой преобразования сигнала ЛЭП в кодированный сигнал, передаваемый в блок БОД [29].

Корпуса всех датчиков выполнены в пыле-, водозащищенном исполнении, что обеспечивается применением уплотнительных прокладок и герметиков. Все составные части корпусов покрыты лакокрасочными материалами [29].

5.2. Прибор безопасности АЗК110

Прибор безопасности АЗК110, выпускаемый ООО НПП «Резонанс», г. Челябинск, предназначен для защиты крана-трубоукладчика от перегрузок и опрокидывания при подъёме груза, измерения и отображения информации о параметрах машины. Прибор даёт информацию о фактической массе поднимаемого груза и предельной грузоподъёмности, о степени загрузки машины и величине вылета, угле наклона стрелы и высоте подъёма её оголовка, углах продольного и поперечного наклонов базового трактора [56].

Устанавливается на кранах-трубоукладчиках различной грузоподъёмности с механическим или гидравлическим приводом стрелы на гусеничном или пневмоколесном ходу. Для различных моделей трубоукладчиков выпускаются соответствующие модификации прибора [56].

Основные особенности прибора АЗК110 [56]:

- удобное представление информации с отображением всех основных параметров машины на дисплее блока индикации;
- регистратор параметров с часами реального времени и USB-интерфейсом для считывания регистратора параметров;
- простота установки и защита соединений узлов за счёт использования «тракторного» исполнения соединительных жгутов, включая применение металлорукавов, и герметичных разъёмов AMP;
- прочные герметичные корпуса всех блоков и датчиков, обеспечивающие степень защиты от внешних воздействующих факторов IP54 по ГОСТ 14254–96;
- повышенная устойчивость всех составных частей и соединительных жгутов к воздействию агрессивных сред, вибрационных и ударных нагрузок;
- защита от перенапряжений в бортовой сети и защита всех выходов от короткого замыкания нагрузки.

АЗК110 как система защиты крана-трубоукладчика [56]:

- автоматически формирует сигнал отключения механизмов машины при подъёме груза, масса которого превышает максимальную грузоподъёмность для текущего вылета. При этом сохраняется возможность обратного движения механизмов с целью уменьшения степени загрузки трубоукладчика;
- производит остановку механизмов подъёма крюка при его подходе к крайним верхнему и нижнему положениям;
- производит остановку механизмов изменения вылета в крайних положениях стрелы крана (координатная защита);
- обеспечивает своевременное обнаружение ЛЭП и блокирование механизмов трубоукладчика при вхождении оголовка стрелы в опасную зону и позволяет совершать обратные движения с целью выхода оголовка стрелы из опасной зоны.

Регистратор параметров состоит из трёх областей памяти, предназначенных для хранения:

- оперативной информации;
- информации о перегрузках трубоукладчика;
- долговременной информации.

Оперативная информация и информация о перегрузках состоит из набора записей и включает в себя следующие параметры: дату и время записи; значение степени загрузки трубоукладчика; значение массы груза; значение максимально допустимой массы груза для текущего вылета; значение угла наклона стрелы; значение вылета; значение высоты подъёма оголовка стрелы; информацию о сработавших ограничениях; информацию о дискретных входах и выходах; информацию о принудительном снятии ограничения.

Долговременная информация включает в себя: общую наработку крана в моточасах; суммарное число рабочих циклов; статистику поднятых грузов; характеристическое число; номер прибора безопасности; номер трубоукладчика; дату установки прибора безопасности на кран.

В состав прибора АЗК110 (рис. 5.6) входят [56]:

- блок индикации БИ110.2 – 1;
- датчики усилия ДСТ5.2 – 2;
- выключатель концевой серии ВМ – 3.
- контроллер СБУК СМ5 – 4 (для кранов-трубоукладчиков с гидравлическим приводом стрелы);
- датчик угла наклона ДУГ45.4 – 5;
- датчик угла наклона ДУГ45.5 – 6;
- датчик опасного приближения к ЛЭП ДЛ220.3 – 7.



Рис. 5.6. Внешний вид элементов прибора АЗК110

На рис. 5.7 приведена схема оснащения крана-трубоукладчика с механическим приводом стрелы прибором АЗК110.

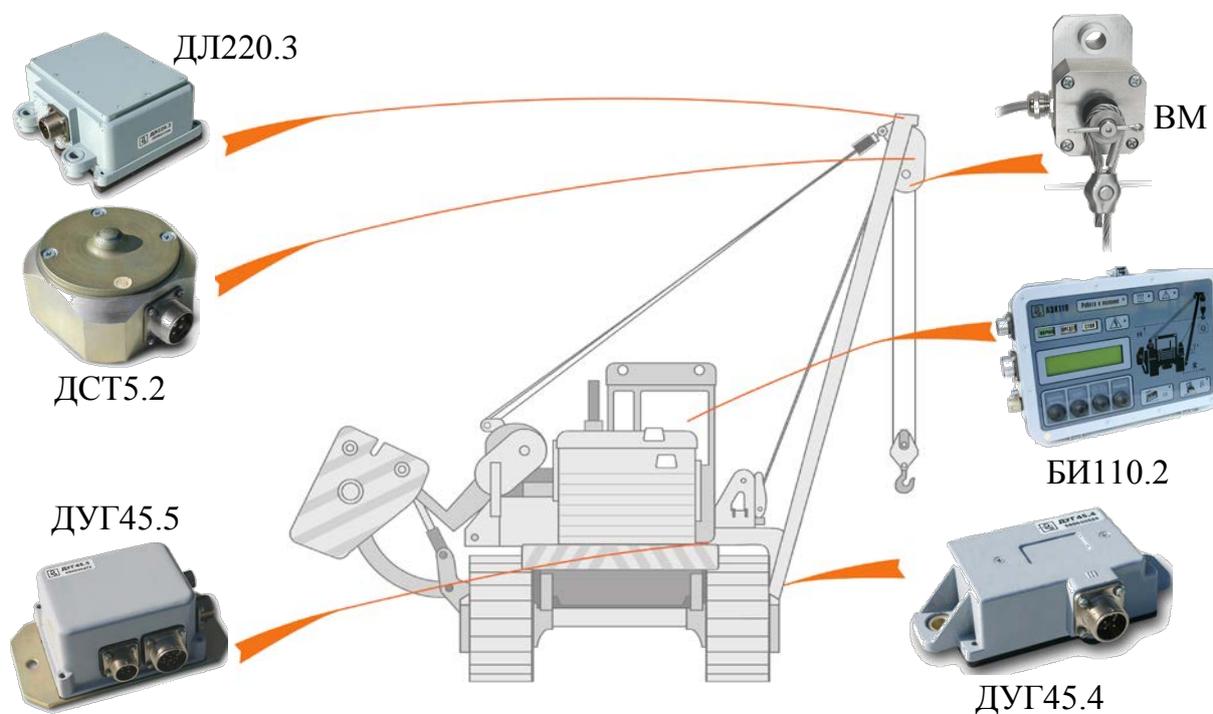


Рис. 5.7. Схема расположения прибора АЗК110 на кране-трубоукладчике

Блок индикации БИ0110.2 предназначен для работы в качестве центрального управляющего и вычислительного блока прибора безопасности АЗК110. Используется для ввода режимов работы прибора и вывода информации о работе крана-трубоукладчика, а также управления сигналами блокировки. С кнопок блока индикации задаются режимы работы прибора (работы в колонне, режимы индикации, диапазон напряжения ЛЭП и т.п.). Содержит ЖК-дисплей, световые табло и светодиодные индикаторы для вывода информации о работе трубоукладчика.

Основные особенности и технические характеристики БИ0110.2:

- звуковая сигнализация в виде пьезоизлучателя;
- двухстрочный знакосинтезирующий дисплей (2 строки по 16 символов) с отображением четырёх параметров крана;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- 7 дискретных входов;
- 5 силовых выходов с током коммутации до 4 А;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP54;
- напряжение питания – от 18 до 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 2 А.

Назначение элементов индикации и органов управления БИ0110.2 показано на рис. 5.8.

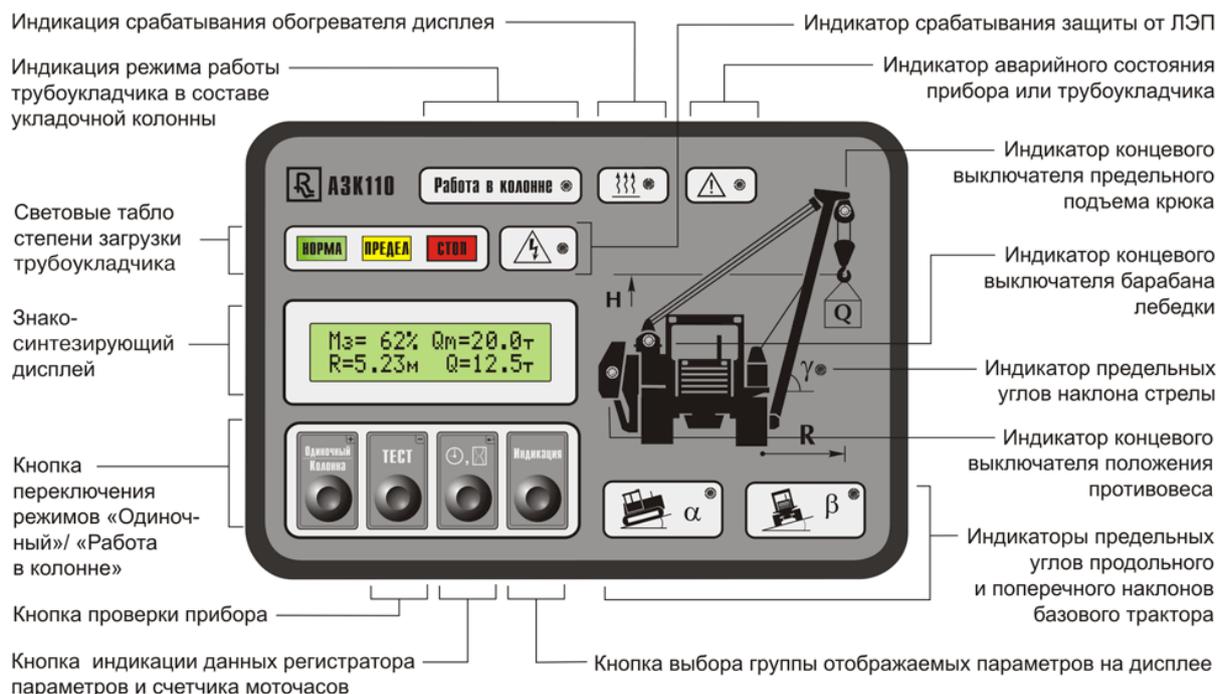


Рис. 5.8. Внешний вид передней панели БИ0110.2 прибора АЗК110

Датчик усилия ДСТ5.2 предназначен для измерения осевого усилия растяжения. Применяется в составе прибора АЗК110 для измерения усилия, создаваемого массой поднимаемого груза [56].

Основные особенности и технические характеристики ДСТ5.2:

- диапазон измерения усилия – от 0 до 5000 кгс;
- допустимая перегрузка – не более 7000 кгс;
- погрешность измерения – не более 3%;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока.

Датчик угла наклона ДУГ45.4 предназначен для измерения угла наклона относительно гравитационной нормали. Применяется в составе прибора АЗК110 для измерения угла наклона стрелы крана-трубоукладчика [56].

Основные особенности и технические характеристики ДУГ45.4:

- измерение углов наклона относительно гравитационной нормали – в диапазоне $0^\circ - 45^\circ$;
- погрешность измерения угла наклона – не более $0,5^\circ$;
- стойкий к влаге, вибрациям и ударам герметичный корпус;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока.

Датчик угла наклона ДУГ45.5 предназначен для измерения углов продольного и поперечного наклона относительно гравитационной нормали в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Применяется в составе прибора АЗК110 для измерения продольного и поперечного углов наклона рамы крана-трубоукладчика (см. подразд. 4.4).

Датчик опасного приближения к ЛЭП ДЛ220.3 предназначен для измерения напряженности электромагнитного поля воздушных ЛЭП переменного тока частотой 50 Гц. Применяется в составе приборов безопасности для защиты от опасного приближения к ЛЭП оголовка стрелы грузоподъемных кранов [56].

Основные особенности и технические характеристики ДЛ220.3:

- диапазон измерения напряженности ЛЭП – от 0,22 до 1 кВ;
- наличие дискретного управляющего входа;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP56;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 0,02 А.

Концевой выключатель серии ВМ применяется в составе прибора АЗК110 для ограничения высоты подъема крюковой подвески крана-трубоукладчика (см. подразд. 2.4).

Контроллеры СБУК СМ5 разработаны для выполнения задач управления строительно-дорожными, землеройно-транспортными и тяговыми машинами с гидравлическим приводом. Предназначены для коммутации активных и индуктивных нагрузок, а также для обработки аналоговых и дискретных входных сигналов.

Применение контроллеров СБУК СМ5 позволяет [56]:

- управлять исполнительными механизмами (пропорциональными и дискретными гидравлическими клапанами и т.п.);
- осуществлять контроль параметров работы машины;
- осуществлять реализацию задач повышения безопасности, производительности и топливной экономичности.

Основные особенности и технические характеристики контроллеров СБУК СМ5:

- до 12 аналоговых пропорциональных PWM выходов 3 А;
- до 15 дискретных силовых выходов 2,1 А;
- до 15 дискретных входов;
- до 4 входов для измерения сопротивления от 20 до 900 Ом;
- до 2 входов для измерения напряжения от 0,5 до 4,5 В;
- до 2 токовых и частотных входов;
- цифровые интерфейсы передачи данных RBus и CAN 2.0 В;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP67;
- напряжение питания – от 10 до 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток (без учёта тока нагрузки) – не более 0,1 А.

5.3. Ограничитель грузоподъёмности ОГШ-4

Ограничитель грузоподъёмности ОГШ-4, выпускаемый ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка, является микропроцессорным прибором безопасности с цифровой передачей данных и встроенным регистратором параметров. Он предназначен для установки на краны-трубоукладчики с канатной подвеской стрелы с целью исключения возможности его перегрузки и регистрации параметров работы крана [57].

Ограничитель ОГШ-4 в исполнении 1Ц (рис. 5.9) осуществляет преобразование сигналов, поступающих с тензометрического датчика, установленного в силовой цепи грузоподъёмного механизма, и

датчиков угла наклона крана и стрелы в запрещающий сигнал при превышении заданных порогов нагрузки в зависимости от режима работы и положения противовеса.



Рис. 5.9. Внешний вид ограничителя грузоподъёмности ОГШ-4

Основные особенности ограничителя ОГШ-4 [30]:

- использование тензооси в качестве датчика нагрузки;
- защищенное от механических повреждений исполнение;
- бесконтактные датчики ограничителя высоты подъема крюка и положения противовеса;
- возможность демонтажа при перебазировании трубоукладчика;
- полнокомплектная поставка ограничителя, не требующая дополнительных материалов при установке;
- возможность настройки ограничителя без использования специальных грузов.

Программное обеспечение ограничителя ОГШ-4 предусматривает работу как отдельного крана, так и в колонне со снижением его грузоподъёмности. Разрешенная грузоподъёмность крана меняется также в зависимости от положения противовеса и угла наклона крана.

В качестве датчика усилия в ограничителе крана-трубоукладчика применяется тензоось, установленная в полиспастную систему механизма подъёма груза. Наклон крана и наклон стрелы контролируются датчиками угла. В качестве датчиков положений используются индуктивные датчики (ограничение высоты подъёма крюка, положение противовеса).

Ограничитель ОГШ-4 оснащен встроенным регистратором параметров, выполненным с учетом РД 10-339–01 «Требования к регистраторам параметров грузоподъёмных кранов». Встроенный регистратор обеспечивает возможность адаптации ограничителя к различным типам кранов, а также [30]:

- хранение идентификационной информации;
- накопление и обработку информации долговременного хранения;
- регистрацию оперативной информации.

Ограничитель ОГШ-4 включает в себя [30]:

- блок микропроцессорный БМ;
- датчик нагрузки тензометрический Д1 с преобразователем тензометрические кода ПТК1;
- датчик угла наклона стрелы ДУ1;
- датчик угла наклона крана ДУ2;
- индуктивные датчики ограничения высоты подъёма крюка К1 и положения противовеса К2 и К3.
- нормировщик Н4 (см. рис. 3.50, з);
- прибор считывания информации ПСИ-03 (см. рис. 3.50, д);
- коммутационные устройства: блок зажимов БЗ, размещенный в БМ; короб клеммный КК; кабели сигнальные Кс и силовой СК.

Общая электрическая схема ОГШ-4 изображена на рис. 5.10. Для защиты кабелей для передачи информации Кс используются защитные гибкие металлорукава и трубы. Для управления исполнительными механизмами крана-трубоукладчика БМ содержит четыре исполнительных реле (Р1, Р2, Р3, Р4) [30].

На рис. 5.11 приведена схема оснащения ограничителем ОГШ-4 крана-трубоукладчика с механическим приводом стрелы. На схеме обозначены: 1 – датчик усилия Д1; 2 – датчик ограничения высоты подъёма крюка К1; 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 – кабели сигнальные; 4.1, 4.2, 4.3 – коробка клеммные; 5.1, 5.2 – датчики угла ДУ1 и ДУ2; 6 – блок микропроцессорный с блоком зажимов 7 и пультом управления режимом 9; 8.1, 8.2 – датчики положения противовеса К2 и К3.

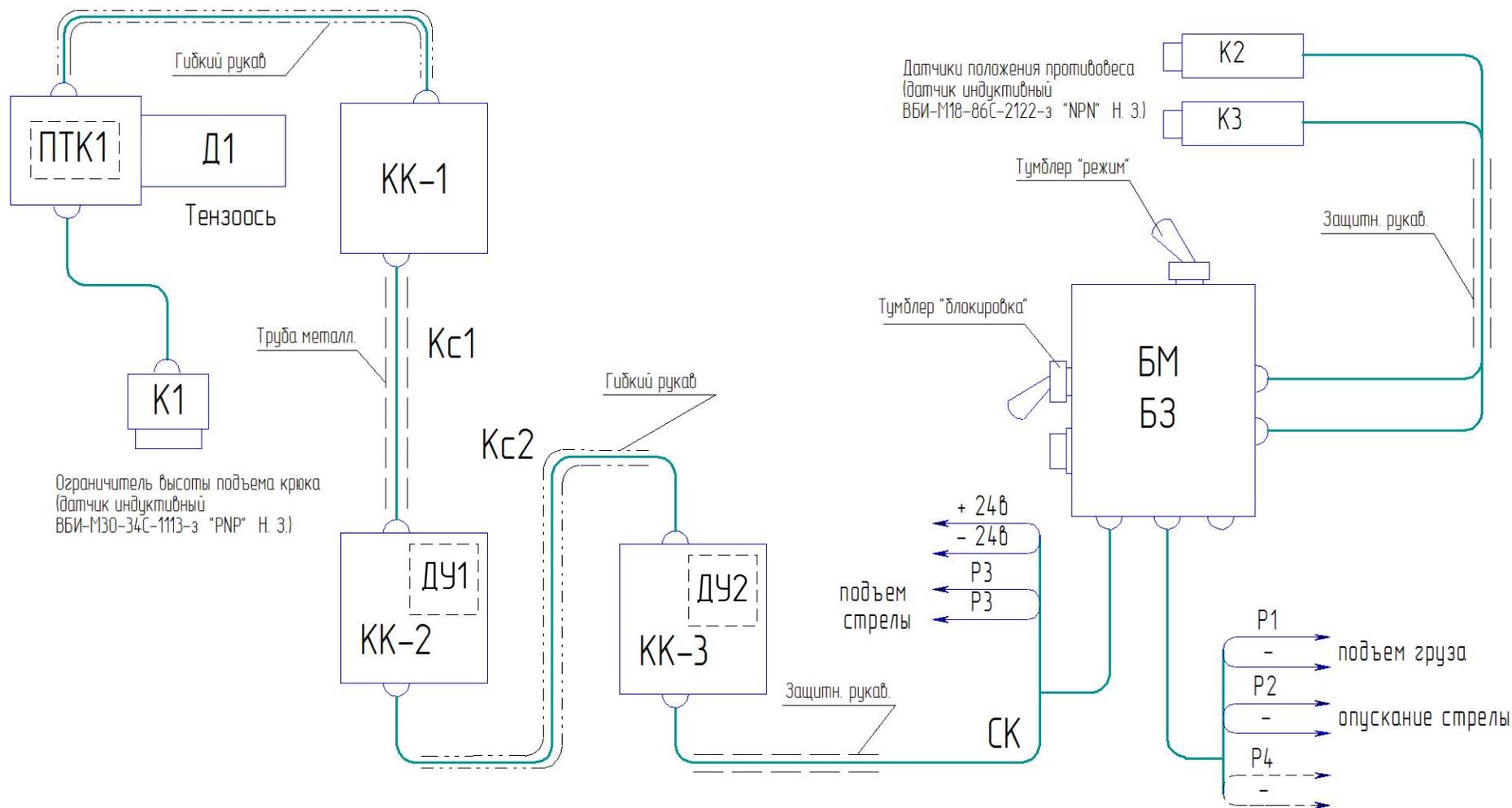


Рис. 5.10. Схема электрическая общая ограничителя ОГШ-4

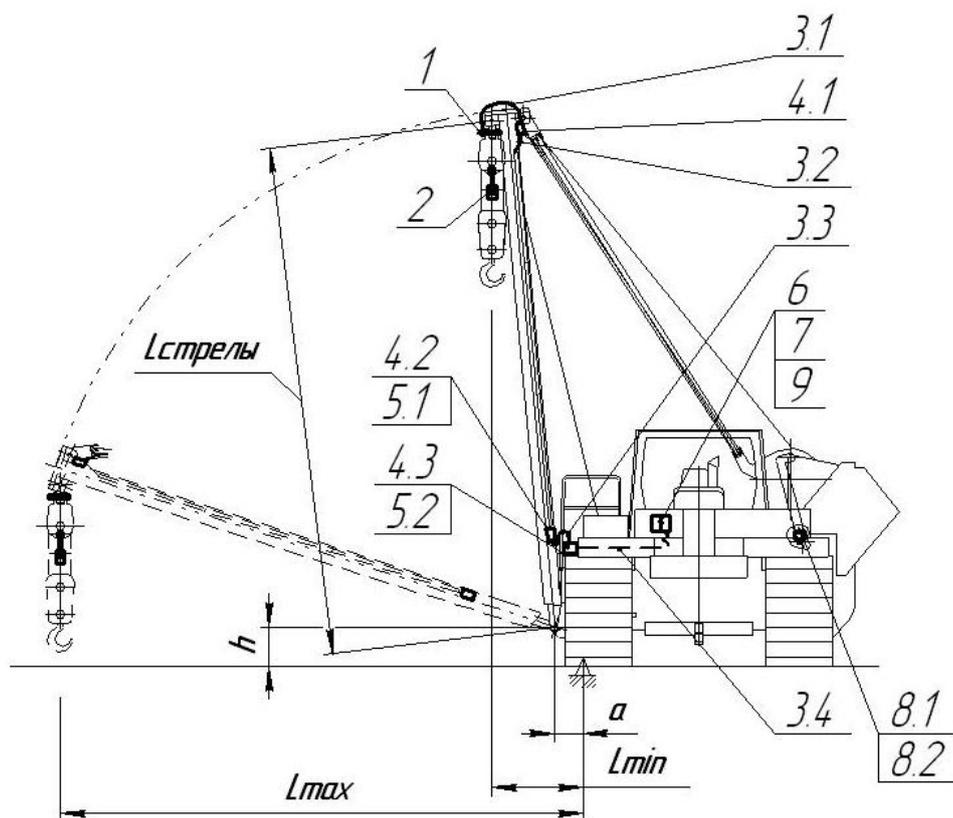


Рис. 5.11. Схема расположения элементов ОГШ-4 на кране-трубоукладчике

Принципиальная схема включения ограничителя в электросхему крана-трубоукладчика показана на рис. 5.12. На схеме обозначены: БМ – блок микропроцессорный; Д1, ПТК – блок датчика усилия; ДУ1 – датчик угла наклона стрелы; ДУ2 – датчик угла наклона крана; К1 – ограничитель высоты подъёма крюка; К2, К3 – датчики положения противовеса; Р – переключатель режимов; БЛ – блокировка; К_{ПГ} – ключ подъёма груза; К_{ОГ} – ключ опускания груза; К_{ОС} – ключ опускания стрелы; К_{ПС} – ключ подъёма стрелы; Р1 – реле подъёма груза; Р2 – реле опускания стрелы; Р3 – реле подъёма стрелы; Р4 – реле опускания груза; Р1, Р2, Р3, Р4 – контакты реле; К – концевой выключатель подъёма стрелы; З – заглушка блокировки реле.

В исходном состоянии кран готов к работе, включено питание, крюковая подвеска без груза, индуктивные выключатели контроля положения противовеса К2, К3 замкнуты, сигналы датчика усилия в пределах допустимых отклонений от «нуля». («Нуль» – величина сигнала, заданная при нормировке без нагрузки на крюке). Ключи груза, стрелы и опускания груза К_{ПГ}, К_{ОС}, К_{ПС} замыкаются, ключ К_{ОГ} нормально замкнут, проходит тест с включением световой и звуковой сигнализации. Работа разрешена.

При подъёме груза по мере увеличения нагрузки происходит два предварительных останова: при нагрузке 90% и 100% от номинального.

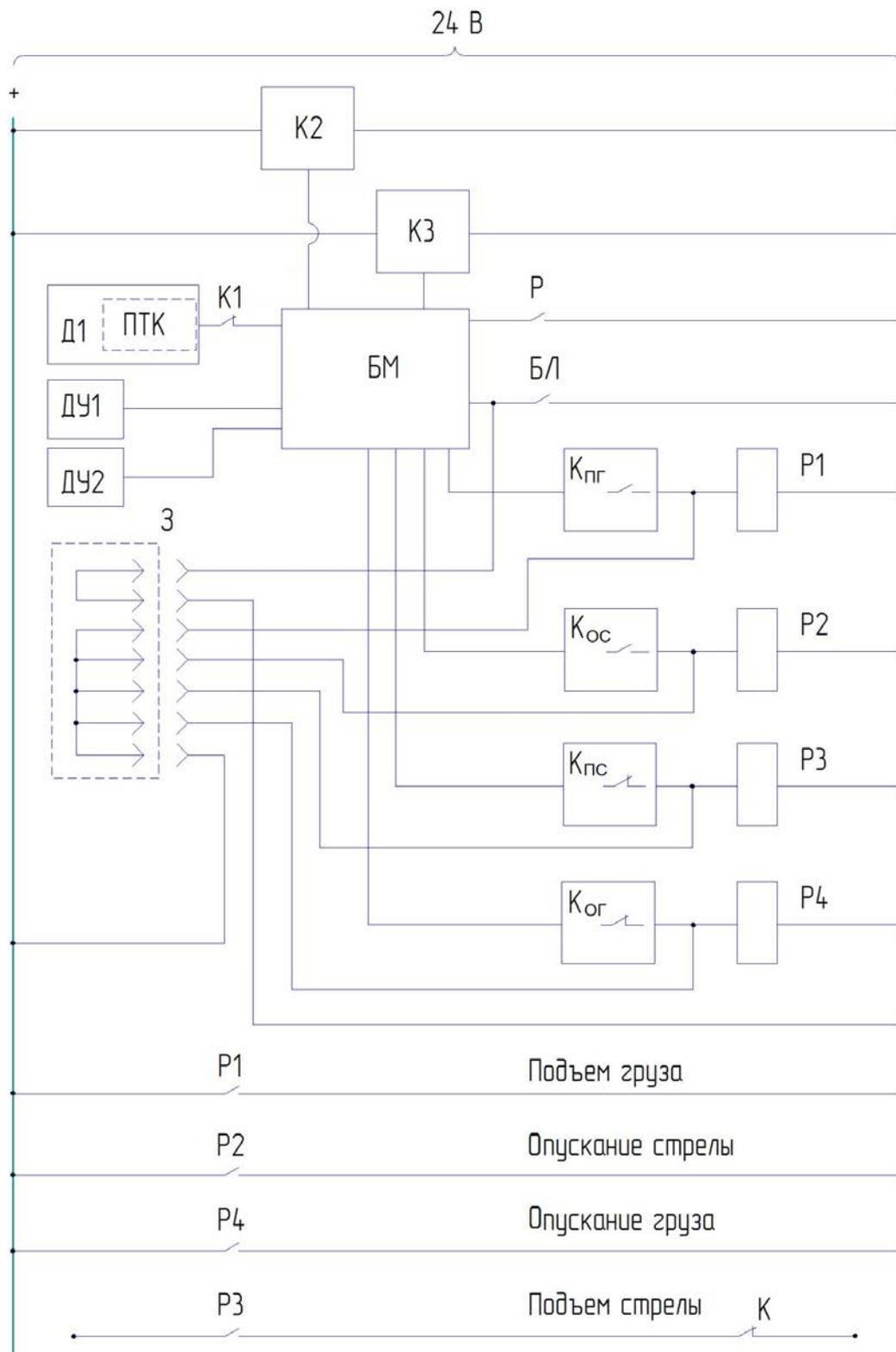


Рис. 5.12. Схема электрическая принципиальная ограничителя ОГШ-4 и электросхемы крана-трубоукладчика

Полное запрещение подъёма груза происходит:

- при подъёме груза, масса которого превышает номинальное значение на 10%;
- при размыкании цепи управления индуктивного датчика ограничителя подъёма крюка К1;

При запрещении подъёма груза размыкается ключ подъёма груза $K_{ПГ}$ и контакты реле Р1.

Запрещение опускания груза происходит:

- при наличии слабины каната;
- при срабатывании ограничителя сматывания каната (в базовую комплектацию не входит).

Запрещение подъёма стрелы происходит:

- при размыкании концевого выключателя подъёма стрелы К;
- после запрещения подъёма груза лебедкой;
- при нагрузке, превышающей 110% от номинальной.

При запрещении опускания и подъёма стрелы размыкаются соответственно ключи $K_{ОС}$ и $K_{ДС}$ и контакты реле Р3 или Р4.

Блок микропроцессорный БМ содержит: узел питания, микропроцессор, блок интерфейса, энергонезависимую память и внутреннюю звуковую сигнализацию. В ограничителе ОГШ-4 сигнальные устройства размещены на передней панели БМ. Назначение элементов индикации и сигнальных устройств БМ показано на рис. 5.13 [30].



Рис. 5.13. Внешний вид передней панели БМ ОГШ-4

В ограничителе ОГШ-4ХЦ сигнальные устройства разбиты на 5 групп [30].

1 группа – указатели работы крана. Светодиоды «РАБОТА», «ОПАСНО», «СТОП» 2, светодиоды выбора режима работы 5 (*Кран, Колонна*), указатели запрета работы 6, 7 и указатель положения противовеса 8.

Светодиод «РАБОТА» обозначает разрешение работы крана. Включение светодиода «ОПАСНО» свидетельствует о приближении нагрузки к максимальному значению и соответствует команде предварительного останова груза или стрелы. Включение светодиода «СТОП» соответствует запрещению работы крана вследствие перегрузки крана или лебедки, а также неисправности. Включение одного из светодиодов выбора режима 5 показывает установленный режим: *Кран, Колонна*. При установке режима *Колонна* грузоподъемность крана на всех вылетах снижается. Величина коэффициента снижения грузоподъемности задается при изготовлении ограничителя параметрами программы, установленными для данной модели крана-трубоукладчика. Включение одного из светодиодов 6 и 7 (крюк, стрела) свидетельствует о запрещении движения соответствующего органа вверх или вниз. Включение светодиодов противовеса 8 показывает положение противовеса: противовес откинут, противовес поднят. Когда не горит ни один из светодиодов, то противовес находится в промежуточном положении. При откинутом противовесе грузоподъемность крана соответствует паспортной характеристике крана. В промежуточном и поднятом положениях противовеса грузоподъемность крана снижается. Величины коэффициентов снижения грузоподъемности задаются при изготовлении ограничителя параметрами программы, установленными для конкретной модели крана-трубоукладчика.

2 группа – индикаторы нагрузки. К индикаторам нагрузки относится цифровая индикация 1 и светодиодные индикаторы процента нагрузки 4.

Цифровой индикатор 1 показывает нагрузку на крюке при работе крана и разрешенную грузоподъемность для соответствующего вылета при отсутствии нагрузки. Светодиодный индикатор 4 показывает величину процента загрузки крана с шагом 20%.

3 группа – светодиод «СЛАБИНА» 9 сигнализирует о расслаблении грузового каната вследствие полного опирания грузозахватного органа на землю либо об уходе «нуля» вниз за пределы заданного порога.

4 группа – указатель угла наклона крана 3. Указатель угла наклона имеет шесть светодиодов, соответствующих углам наклона 0, 3, 6, 9, 12, 15 градусов, которые загораются в соответствии с фактическим углом наклона крана. В промежуточных положениях могут гореть два светодиода, один из которых мигает.

5 группа – звуковая сигнализация, являющаяся основным источником информации для машиниста крана.

К органам управления БМ относятся:

- переключатель режимов *Кран – Колонна*;
- тумблер блокировки;
- заглушка для блокировки реле.

Переключатель режимов имеет кнопку блокировки, при нажатии которой блокируется работа реле. Звуковая и световая индикация функционирует в штатном режиме. Тумблер блокировки переводит работу ограничителя в режим указателя. Все запрещающие функции блокируются. Заглушка устанавливается для блокировки реле при неисправности ограничителя [30].

Нормировщик Н4 (см. рис. 3.50, з) предназначен для контроля настройки ограничителя. Контроль настройки производится в служебном режиме, вход в который происходит при включении питания при нажатой кнопке 0%. Кнопкой «ВЫБОР ДАТЧИКА» выбирается номер датчика, загорается соответствующий светодиод. Контроль настройки для всех датчиков производится по показаниям АЦП на цифровом табло ограничителя [30].

Прибор считывания ПСИ-03 предназначен для обеспечения связи блока микропроцессорного и персонального компьютера при внесении служебной информации и считывании информации из регистратора параметров при настройке прибора изготовителя. В комплект прибора считывания входит программное обеспечение [30].

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы прибора безопасности ПБТ-1?
2. Что используется в приборе безопасности ПБТ-1 для обработки, хранения информации и выработки управляющих сигналов?
3. Какие концевые выключатели имеются в приборе ПБТ-1?
4. Каким образом измеряется фактическая нагрузка в приборе безопасности ПБТ-1?

5. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели блока обработки данных прибора безопасности ПБТ-1?
6. Сколько исполнительных реле имеет блок обработки данных прибора безопасности ПБТ-1?
7. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы прибора безопасности АЗК110?
8. Перечислите функции прибора безопасности АЗК110.
9. Каковы функции контроллера СБУК СМ5 прибора АЗК110?
10. Назовите основные особенности и технические характеристики блока индикации БИ0110.2 прибора АЗК110.
11. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели блока индикации БИ0110.2 прибора АЗК110?
12. Какой элемент прибора АЗК110 защищает кран-трубоукладчик от опасного приближения к линиям электропередачи?
13. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы ограничителя грузоподъемности ОГШ-4?
14. Какой тип датчика усилия используется в ограничителе грузоподъемности ОГШ-4?
15. Опишите места установки датчиков ограничителя грузоподъемности ОГШ-4 на кране-трубоукладчике.
16. Какие концевые выключатели имеются в ограничителе грузоподъемности ОГШ-4?
17. Сколько исполнительных реле имеет микропроцессорный блок ограничителя ОГШ-4?
18. Для чего в ограничителе ОГШ-4 применяются тензометрические преобразователи ПТК?
19. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели микропроцессорного блока ограничителя ОГШ-4?
20. В каком случае ограничитель ОГШ-4 запрещает подъем и опускание груза?

6. ПРИБОРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОПАСНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ К ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

В соответствии с правилами ПБ 10-382-00 стреловые краны должны быть оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматического отключения механизмов подъема, поворота и выдвижения стрелы на безопасном расстоянии от крана до проводов ЛЭП [12].

Современные приборы защиты от ЛЭП определяют приближение к линии электропередач не напрямую, а косвенно – через увеличение напряженности электромагнитного поля, которую они и фиксируют своими антеннами.

6.1. Устройство защиты крана от опасного напряжения «Барьер-1М»

Устройство «Барьер-1М» (рис. 6.1), выпускаемое ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка, устанавливается на стреловые самоходные краны (кроме гусеничных) для выполнения требований ГОСТ 12.1.013–78 «Строительство. Электробезопасность» и ст. 4.9.18. ПБ 10-382–00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» и служит для предупреждения крановщика и автоматического отключения приводов механизмов крана при приближении оголовка стрелы на опасное расстояние к проводам воздушных ЛЭП переменного тока частотой 50 Гц и напряжением от 0,22 кВ до 750 кВ [31].



Рис. 6.1. Внешний вид устройства «Барьер-1М»

Устройство «Барьер-1М» позволяет [31]:

- обнаружить ЛЭП;
- уточнить границы опасной зоны;
- произвести остановку всех механизмов крана при вхождении головки стрелы в опасную зону;
- обеспечить возможность обратного движения (возможность выхода из опасной зоны);
- исключить возможность ошибочного выбора диапазона и сознательного занижения чувствительности.

Устройство защиты «Барьер-1М» не защищает от ЛЭП постоянного тока, не во всех случаях может защитить крюковую подвеску, длиномерный груз, канат, в связи с чем оно не должно использоваться как рабочее средство для остановки механизмов крана.

Характеристики прибора «Барьер-1М» [31]:

1. Расстояние от антенного блока устройства до ближайшего провода ЛЭП при включении предварительной сигнализации и отключении приводов механизмов крана приведены в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Характеристики срабатывания устройства «Барьер-1М»

Напряжение воздушной линии, кВ	Расстояние от антенного блока до провода ЛЭП, м	
	Предварительная сигнализация не менее, м	Отключение приводов механизмов крана, м
0,22 – 1,0	5	1,5 – 5
6 – 10	10	2 – 7
20 – 35	15	4 – 10
110 – 450	20	6 – 13
500 – 750	30	9 – 18

2. Электропитание устройства осуществляется от бортовой сети крановой установки напряжением постоянного тока 24 В с колебаниями номинального значения от –4 до +6 В.

3. Ток, потребляемый устройством, – не более 0,3 А.

4. Величина тока, протекающего через контакты выходного реле, должна быть не более 10 А при напряжении постоянного тока до 30 В и не более 5 А при напряжении переменного тока до 250 В.

Состав устройства «Барьер-1М»:

- блок обработки сигнала БОС;
- антенный блок АБ;
- кабель для подключения к бортовой сети крана.

АБ представляет собой закрепленный на изолирующем основании стальной колпак, внутри которого размещена печатная плата. АБ крепится на оголовке стрелы.

БОС устанавливается в кабине крановщика и имеет пластмассовый корпус, внутри которого размещена печатная плата. На передней панели БОС расположены кнопки «ДИАПАЗОН», «БЛОКИРОВКА», светодиодные индикаторы «РАБОТА», «СТОП», а также пять индикаторов диапазонов напряжения ЛЭП: «0,22 – 1,0»; «6 – 10»; «20 – 35»; «110 – 450»; «500 – 750».

Устройство «Барьер-1М» может быть дополнено комплектом дополнительных устройств для монтажа АБ и БОС, а также кабельным барабаном 12 или 24 м и преобразователем напряжения 12/24 В.

Принцип действия устройства основан на выделении АБ электрической составляющей электромагнитного поля ЛЭП, преобразовании её в частотный сигнал и на передаче её по линиям связи в БОС. БОС вырабатывает сигналы на предупреждение крановщика и отключение всех основных крановых движений при заданных порогах срабатывания [31].

Функциональная схема устройства «Барьер-1М» представлена на рис. 6.2. По линии связи *KB* поступает напряжение питания в АБ. По линии связи *AB* частотный сигнал передается в БОС, который вырабатывает сигналы на предупреждение крановщика и отключение механизмов крана при заданных порогах срабатывания. Сигнал, наведенный на металлическом колпаке АБ, поступает на антенный усилитель 1, с выхода которого подается на блок 2 преобразования напряжения в частоту. С выхода блока 2, а также блока питания 3 сигналы передаются в БОС на фильтр частотного сигнала 4. В фильтре 4 происходит отделение частотного сигнала от постоянной составляющей. В микроконтроллере 5 происходит обработка информации, поступающей с фильтра частотного сигнала 4 и блока управления 7. Чем ближе находится АБ к проводам ЛЭП, тем выше уровень наведенного в АБ сигнала и тем выше частота сигнала на выходе блока 2 [6, 31].

Если частотный сигнал, поступающий на вход БОС, меньше порогового значения предупредительной сигнализации первого диапазона (0,22 – 1,0 кВ), микроконтроллер 5 удерживает транзистор *T*, работающий в ключевом режиме, в открытом состоянии. При этом протекает ток через обмотку исполнительного реле *10*, которое своими контактами замыкает цепь питания исполнительных механизмов крана, на передней панели БОС высвечивается светодиод «РАБОТА».

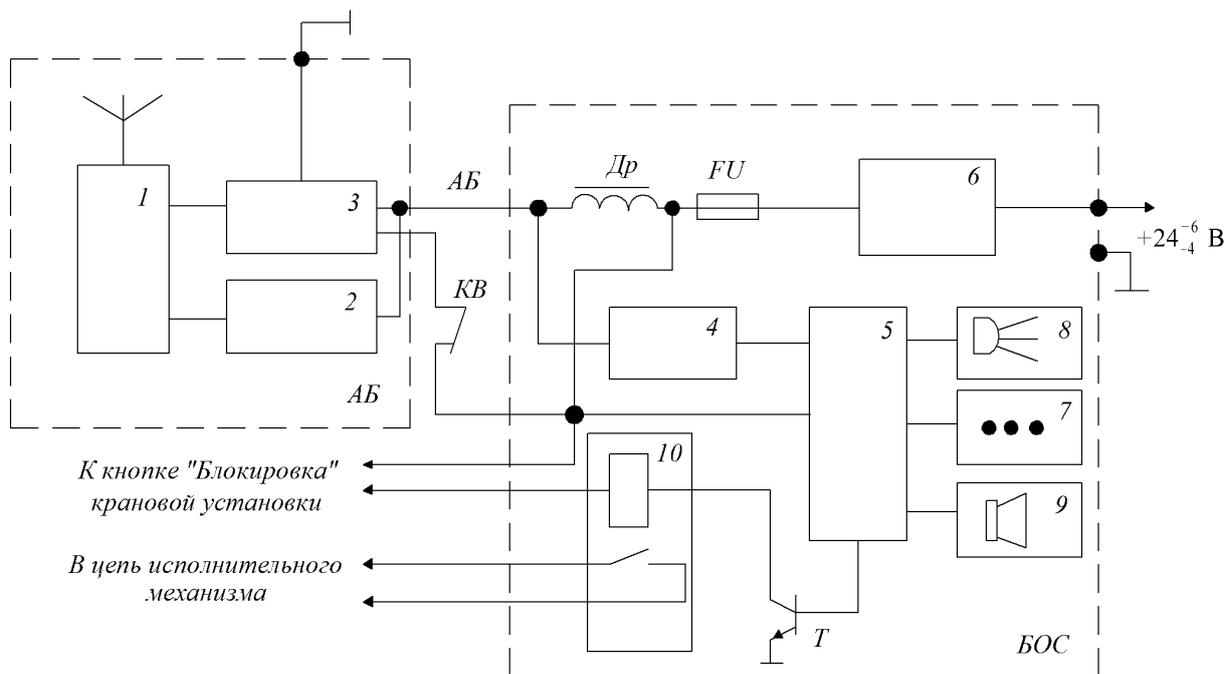


Рис. 6.2. Схема функциональная устройства «Барьер-1М»

При достижении частотным сигналом порогового значения предупредительной сигнализации первого диапазона микроконтроллер 5 включает прерывистый звуковой 9 и световой 8 сигналы (светодиод «РАБОТА» мигает с частотой звукового сигнала).

При достижении частотным сигналом порогового значения отключения на первом диапазоне микроконтроллер 5 через транзистор T размыкает цепь питания обмотки исполнительного реле 10 (реле своими контактами обесточивает цепь питания исполнительных механизмов крана) и включает непрерывный звуковой 9 и световой 8 сигналы (на передней панели БОС гаснет светодиод «РАБОТА», загорается светодиод «СТОП»).

После останова крана устройство дважды включается на разрешение работы для вывода стрелы из опасной зоны. Если во время первого включения при выполнении движений величина наведенного напряжения возрастает, устройство запрещает работу крана и через несколько секунд вновь включается на разрешение работы. Если во время второго включения при выполнении движений величина наведенного напряжения возрастает, устройство блокирует работу крана. В этом случае работа крана возможна при нажатой кнопке «БЛОКИРОВКА» на передней панели БОС.

Размыкание цепи питания обмотки реле 10 происходит также при обрыве линий связи между АБ и БОС (или при размыкании концевого

выключателя ограничителя высоты подъёма крюка, включенного в цепь *KB*). Блокировка концевого выключателя осуществляется кнопкой блокировки крановой установки (на рис. 6.2 не показана), через которую от блока питания *б* подается напряжение на обмотку реле *10*. Защита блока питания *б* от частотного сигнала осуществляется дросселем *Др*. Для защиты цепи питания от перегрузки при коротком замыкании служит самовосстанавливающийся предохранитель *Пр*.

В тех случаях, когда наведенный потенциал создается ЛЭП напряжением более 1 кВ и величина наведенного напряжения вызывает срабатывание устройства (запрещение работы), возможно переключение *БОС* на следующий диапазон (6 – 10 кВ). Переключение на второй (6 – 10 кВ) и последующие диапазоны происходит только в случае запрещения работы на предыдущем диапазоне при нажатии кнопки «ДИАПАЗОН» на передней панели *БОС*.

Когда включен не первый диапазон и наведенный потенциал меньше, чем граничное значение предварительной сигнализации на включенном диапазоне, происходит автоматический переход на более низкий диапазон, что предотвращает преднамеренное занижение чувствительности прибора.

Для удобства работы при выполнении краном нескольких однородных циклов вблизи ЛЭП и исключения лишних остановов, вызванных автоматическим переходом на более низкий диапазон, в устройстве имеется возможность блокировки такого режима. Для этого при переходе на более высокий диапазон необходимо кнопку «ДИАПАЗОН» удерживать в нажатом состоянии не менее 2 с.

Для выключения звуковой сигнализации, если она мешает работе, следует нажать кнопку «БЛОКИРОВКА». Световая сигнализация работает в обычном режиме.

При работе на диапазоне (0,22 – 1,0 кВ) следует учитывать малую величину сигнала, наводимую на антенну от ЛЭП, вследствие чего при удалении головки стрелы от проводов, например при установке стрелы максимальной длины, защитные свойства устройства резко уменьшаются. В связи с этим при работе вблизи линий напряжением до 1 кВ следует обратить особое внимание на определение границ опасной зоны, которые должны быть установлены с учетом габаритных размеров груза, длины подвеса, возможной раскачки и других факторов.

При наличии в зоне работы других ЛЭП высокого напряжения, защитные свойства устройства по обнаружению ЛЭП напряжением до 1 кВ могут быть заблокированы наведенным сигналом более мощной

ЛЭП. В этом случае, при появлении запрещающего сигнала на диапазоне (0,22 – 1,0 кВ) перед переходом на следующий диапазон, необходимо визуально убедиться в отсутствии в предполагаемой зоне работы ЛЭП напряжением до 1 кВ и только после этого переключаться на следующий диапазон.

При наличии в районе работ (расстояние несколько сотен метров) высоковольтных ЛЭП напряжением 110 – 500 кВ предварительная сигнализация и сигнал запрещения работы на диапазоне (0,22 – 1,0 кВ) могут включаться при подъеме головки стрелы на высоту более 10 – 15 м даже при отсутствии ЛЭП напряжением 0,22 кВ. В этом случае, для устранения помех в работе, предварительную сигнализацию можно выключить нажатием кнопки «Блокировка», а запрещающий сигнал – переходом на диапазон 6 – 10 кВ путем нажатия кнопки «Диапазон».

6.2. Прибор защиты крана от опасного приближения к ЛЭП «Барьер-2000К»

Прибор защиты крана «Барьер 2000К(м)» (рис. 6.3), выпускаемый в настоящее время ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка, является дальнейшим развитием и сменой устройства «Барьер-1М». Как и «Барьер-1М» он служит для предупреждения крановщика и автоматического отключения приводов механизмов крана при приближении оголовка стрелы на опасное расстояние к проводам воздушных ЛЭП переменного тока частотой 50 Гц и напряжением от 0,22 кВ до 750 кВ [58].

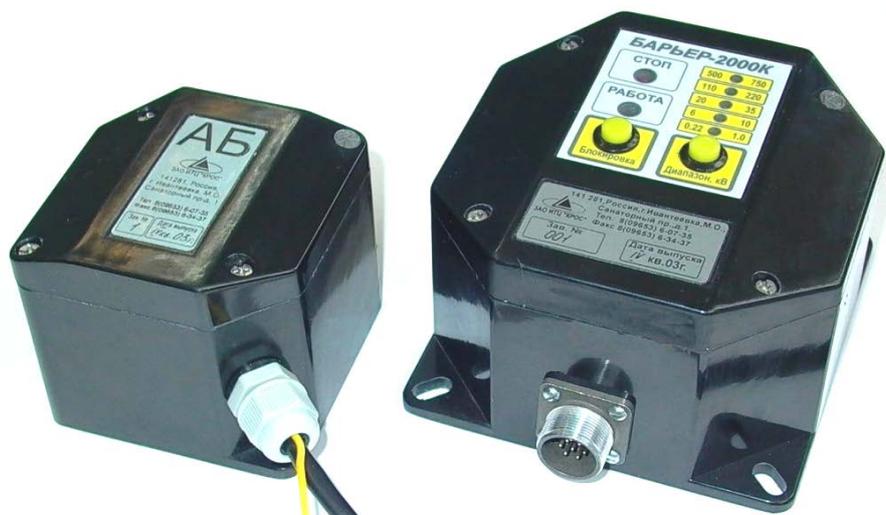


Рис. 6.3. Внешний вид устройства «Барьер-2000К»

Конструктивное исполнение, функции и основные характеристики приборов «Барьер-2000К» и «Барьер-1М» идентичны. Прибор «Барьер-2000К» обладает повышенной помехозащищенностью, осуществляет контроль исправности всех элементов и линий связи, имеет световую и звуковую сигнализации, выполняет отключение приводов механизмов крана при попадании оголовка стрелы в опасную зону ЛЭП [58].

Однако в отличие от устройства «Барьер-1М», «Барьер-2000К» работает не с частотным сигналом, а с цифровым кодом благодаря наличию аналого-цифрового преобразователя АЦП.

На передней панели БОС «Барьер-2000К» расположены [32]:

- зеленый индикатор «РАБОТА»;
- красный индикатор «СТОП»;
- светодиоды диапазонов напряжения ЛЭП;
- кнопки «ДИАПАЗАН» и «БЛОКИРОВКА».

Принцип работы устройства «Барьер-2000К» во многом аналогичен принципу работы устройства «Барьер-1М» и поясняется функциональной схемой (рис. 6.4) [6, 32].

Питание АБ и БОС осуществляется через блоки питания 2 и 8 соответственно от бортовой сети грузоподъемной машины [6, 32].

Сигнал, наведенный в антенне А, поступает через фильтр 1 и коммутатор 4 в АЦП 5. Для корректной работы АЦП в АБ имеется схема установки опорного напряжения АЦП 3. Выходной сигнал АЦП передается в микропроцессор 6, где преобразуется в код. Кодовый сигнал с выхода микропроцессора 6 через блок последовательного интерфейса 7 передается в БОС на фильтр кодового сигнала 10. В фильтре 10 происходит отделение импульсов кода от постоянной составляющей. При приближении антенны к проводам ЛЭП уровень наведенного напряжения возрастает. Соответственно изменяется и значение кодового сигнала.

В микропроцессоре 9 происходит обработка информации, поступающей с фильтра 10 и кнопок управления 13. Если кодовый сигнал, поступающий на вход БОС, меньше порогового значения предупредительной сигнализации первого диапазона (0,22 – 1,0 кВ), то микропроцессор 9 удерживает под током обмотку исполнительного реле 14, которое своими контактами замыкает цепь питания исполнительных механизмов крана, на передней панели БОС высвечивается светодиод «РАБОТА».

При достижении кодовым сигналом порогового значения предупредительной сигнализации первого диапазона (см. табл. 6.1.) микропроцессор 9 включает прерывистый световой 11 и звуковой 12 сигналы (светодиод «РАБОТА» мигает).

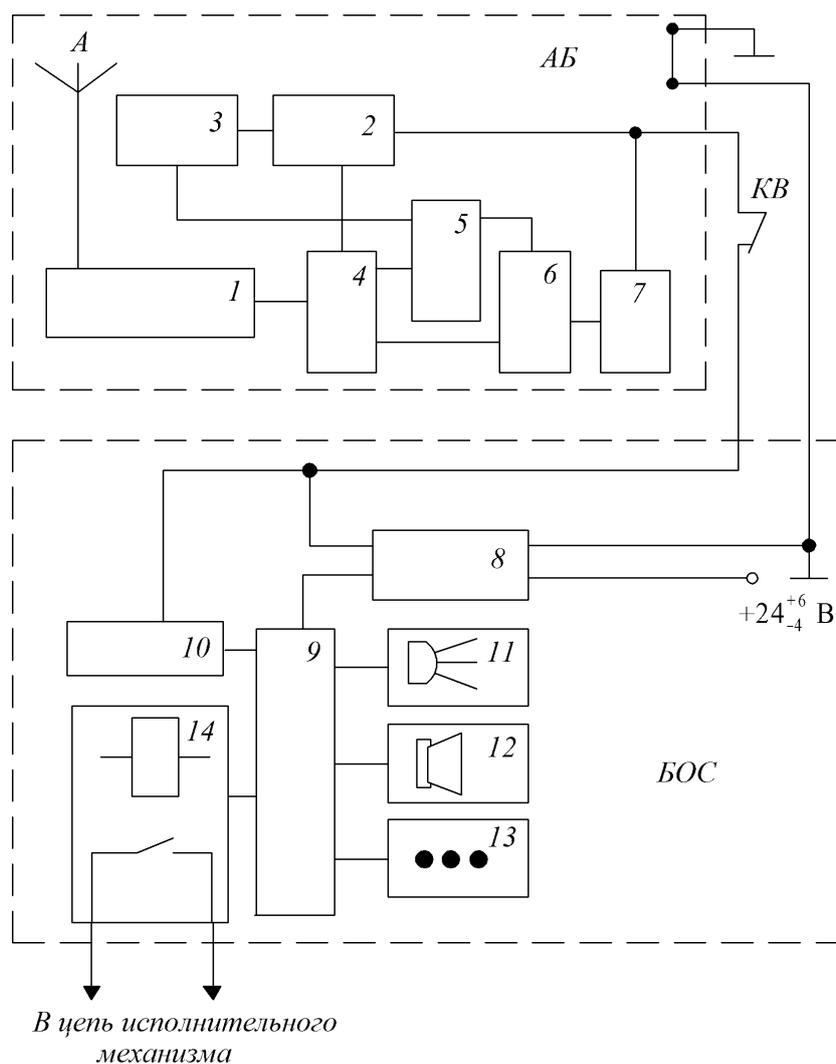


Рис. 6.4. Схема функциональная прибора «Барьер-2000К»

При достижении наведенным напряжением порогового значения первого диапазона микропроцессор 9 обесточивает обмотку исполнительного реле 14 (при этом размыкаются контакты реле, запрещая выполнение всех крановых операций) и включает непрерывную световую 11 и звуковую 12 сигнализации.

После останова крана устройство дважды включается на разрешение работы для вывода стрелы из опасной зоны. Если во время первого включения при выполнении движений величина наведенного напряжения возрастает, устройство отключает работу крана. Через несколько секунд устройство вновь включается на разрешение работы. Если во время второго включения при выполнении движений величина наведенного напряжения возрастает, устройство блокирует работу крана. В этом случае работа крана возможна при нажатой кнопке «БЛОКИРОВКА» 13 на передней панели БОС.

Обмотка исполнительного реле обесточивается также при размыкании концевого выключателя ограничителя подъёма крюка *КВ* или при обрыве линии связи между АБ и БОС.

В тех случаях, когда наведенный потенциал создается ЛЭП напряжением более 1 кВ и величина наведенного напряжения вызывает срабатывание устройства (запрещение работы), возможно переключение БОС на следующий диапазон (6 – 10 кВ). Переключение на второй (6 – 10 кВ) и последующие диапазоны происходит только в случае запрещения работы на предыдущем диапазоне при нажатии кнопки «ДИАПАЗОН» 13 на передней панели БОС.

Когда включен не первый диапазон и наведенный потенциал меньше, чем граничное значение предварительной сигнализации на включенном диапазоне, происходит автоматический переход на более низкий диапазон, что предотвращает преднамеренное занижение чувствительности прибора.

Для удобства работы при выполнении краном нескольких однородных циклов вблизи ЛЭП и исключения лишних остановов, вызванных автоматическим переходом на более низкий диапазон, в устройстве имеется возможность блокировки такого режима. Для этого при переходе на более высокий диапазон необходимо кнопку «ДИАПАЗОН» удерживать в нажатом состоянии не менее 2 с. Для выключения звуковой сигнализации, если она мешает работе, следует нажать кнопку «БЛОКИРОВКА». Световая сигнализация работает в обычном режиме.

Отличительной особенностью прибора ««Барьер-2000К»» является то, что он может работать в режиме сигнализатора. Перевод устройства в режим сигнализатора возможен при запрещении работы крана на диапазоне напряжения ЛЭП 500 – 750 кВ нажатием кнопки «ДИАПАЗОН» на время не менее 2 с.

6.3. Устройство защиты крана УЗК1-2А

Устройство защиты крана от опасного напряжения УЗК-1-2А (рис. 6.5), выпускаемое АО «НИИ измерительных приборов – Новосибирский завод им. Коминтерна», г. Новосибирск, в целом аналогично прибору «Барьер-1М» по функциям, но имеет ряд отличий по исполнению [59].

Блок сигнализации литой, из алюминия (у «Барьер-1М» – пластиковый). УЗК-1-2А имеет свою проводку в отличие от «Барьера», который подключается к цепи концевого выключателя. Плюс подоб-

ного решения – не нужно ремонтировать проводку в случае, если она повреждена.

Минус – нужно прокладывать дополнительный кабель на стрелу. У крана с решетчатой стрелой это относительно просто, а если стрела телескопическая, то придется устанавливать дополнительный кабельный барабан или прокладывать гибкий подвод внутри стрелы.

В отличие от устройства «Барьер-1 М» в АБ УЗК1-2А амплитуда наведенного напряжения преобразуется не в частоту, а в кодовый сигнал (как в АБ устройства ««Барьер-2000К»»).

УЗК1-2А в отличие от устройств «Барьер-1 М» и ««Барьер-2000К»»:

➤ не предотвращает преднамеренное занижение чувствительности;

➤ не имеет возможности отключения звукового сигнала.

УЗК1-2А работает как сигнализатор (как и ««Барьер-2000К»») при подключении к нему специального ключа в виде заглушки.



Рис. 6.5. Внешний вид устройства УЗК1-2А

Функции УЗК1-2А [6, 59]:

- выбор рабочего диапазона, соответствующего напряжению ЛЭП;
- индикация выбранного крановщиком диапазона, в котором производятся работы в зоне ЛЭП;

- включение звуковой и световой предупредительной сигнализации при приближении стрелы крана к проводам ЛЭП;
- блокирование движения крана при приближении стрелы на опасное расстояние к линии ЛЭП.

Характеристики прибора УЗК1-2А [6, 59]:

1. Расстояние от антенного блока устройства до ближайшего провода ЛЭП, при включении предварительной сигнализации и отключении приводов механизмов крана, приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Характеристики срабатывания устройства УЗК1-2А

Напряжение ЛЭП, кВ	Расстояние от провода ЛЭП до антенны устройства в момент подачи предупредительного сигнала, м	Расстояние от провода ЛЭП до антенны устройства в момент его срабатывания, м
0,22 – 1,0	3,2 – 4,5	1,7 – 2,5
6 – 20	7 – 9	4 – 6
35 – 150	14 – 18	8 – 11
220 – 330	18 – 24	10 – 14
500 – 1150	24 – 30	15 – 20

2. Питание прибора осуществляется от бортовой сети 24 ± 6 В или 12 ± 3 В.

3. Потребляемый ток – до 0,25 А.

4. Коммутационная способность реле – 10 А.

5. Потребляемый ток – до 1,0 А.

В состав устройства УЗК1-2А входят [6]:

- блок сигнализации БС;
- антенный блок АБ;
- ключ электронный;
- комплект кабелей.

Подвод питания и подключение устройства к цепям исполнительного механизма крана осуществляются через разъём «ПИТАНИЕ» БС. Подключение АБ к БС осуществляется через разъём «АНТЕННА» посредством кабельного жгута.

На лицевой панели БС расположены светодиод красного цвета «ЗАПРЕТ», светодиод зеленого цвета «РАБОТА», пять светодиодов красного цвета диапазонов напряжения ЛЭП «0,22 – 1», «6 – 20», «35 – 150», «220 – 330», «500 – 1150», два светодиода красного цвета

«ОТКАЗ АНТЕННЫ» и «ОТКАЗ БЛОКА». Для управления БС и контроля его исправности предусмотрены кнопки «КОНТРОЛЬ РЕЛЕ», «ПУСК В РАБОТУ», «ДИАПАЗОН».

Для вывода стрелы крана из опасной зоны необходимо нажать кнопку блокировки «ПУСК В РАБОТУ» и, удерживая ее в нажатом положении, выполнить движение, обеспечивающее удаление стрелы от ближайшего к крану провода ЛЭП на расстояние, при котором погаснет светодиод «ЗАПРЕТ» и загорится светодиод «РАБОТА».

При приближении оголовка стрелы кран к проводу ЛЭП, находящемуся под напряжением от 0,22 кВ до 750 кВ переменного тока частотой 50 Гц, на расстояния, указанные в таблице, устройство обеспечивает включение звуковой и световой предупредительной сигнализации.

При достижении оголовком стрелы крана расстояния до линии ЛЭП, опасного для работы и жизни крановщика, происходит отключение всех приводов механизмов крана с включением тревожной звуковой и световой сигнализации. В данной ситуации устройство позволяет произвести разблокировку работы крана для вывода стрелы из зоны опасного напряжения.

Чтобы исключить преднамеренное занижение чувствительности прибора, устройство позволяет переходить на более высокий диапазон напряжения ЛЭП только при запрещении работы на установленном ранее диапазоне напряжения ЛЭП.

При работе на распределительных высоковольтных подстанциях или иных местах, где результирующие электромагнитные поля не позволяют однозначно выставить диапазон ЛЭП, устройство снабжается индивидуальным электронным ключом блокировки, который позволяет заблокировать работу прибора.

Контрольные вопросы и задания

1. Каким образом современные приборы защиты определяют приближение к линии электропередач?

2. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы устройств «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А?

3. Перечислите функции устройств «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А.

4. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели блоков устройств «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А?

5. На сколько диапазонов напряжения ЛЭП рассчитаны устройства «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А?
6. В какой сигнал преобразуется электрическая составляющая электромагнитного поля ЛЭП в антенном блоке устройств «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А?
7. В какую цепь включается концевой выключатель ограничения высоты подъёма крюка в устройстве «Барьер-1М»?
8. Для чего предназначен фильтр частотного сигнала в блоке обработки сигналов устройства «Барьер-1М»?
9. Для чего в блоке обработки сигнала устройства «Барьер-2000К» имеется схема установки опорного напряжения?
10. В каких случаях обесточивается обмотка исполнительного реле устройства «Барьер-2000К»?
11. Как реагируют устройства «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А на электрическое поле ЛЭП постоянного тока?
12. При каких условиях возможно переключение устройств «Барьер-1М», «Барьер-2000К», УЗК1-2А на следующий более высокий диапазон напряжения ЛЭП?
13. В каких устройствах защиты предусмотрено намеренное занижение чувствительности?
14. Как влияет на работу устройств обрыв линий связи между АБ и БОС?
15. Каково назначение кнопки «БЛОКИРОВКА» на передней панели блоков устройств «Барьер-1М» и «Барьер-2000К»?
16. Как переводится устройство «Барьер-2000К» в режим сигнализатора?
17. В чем отличие УЗК1-2А от устройства «Барьер-1М»?
18. Чем отличается устройство «Барьер-2000К» от устройства «Барьер-1М»?

7. ПРИБОРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПАДЕНИЯ ГРУЗА И СТРЕЛЫ ПРИ ОБРЫВЕ ФАЗ ПИТАЮЩЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

7.1. Устройство защиты электродвигателя от обрыва фаз УЗОФ-3М

Устройство защиты электродвигателя от обрыва фаз УЗОФ-3М, выпускаемое ЗАО «Инженерно-технический центр «КРОС», г. Ивантеевка, предназначено для защиты электрических кранов от падения груза или стрелы в случае обрыва любой из трёх фаз питающей электрической сети, а также при обрыве любой из фаз в цепи питания электродвигателя в соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов» ПБ10-382-00 [60].

Прибор УЗОФ-3М выпускается в двух исполнениях: в виде металлического блока (рис. 7.1, а) со стационарными или выносными трансформаторами тока и в пластиковом корпусе под ДИН-рейку с выносными трансформаторами тока (рис. 7.1, б) [60].

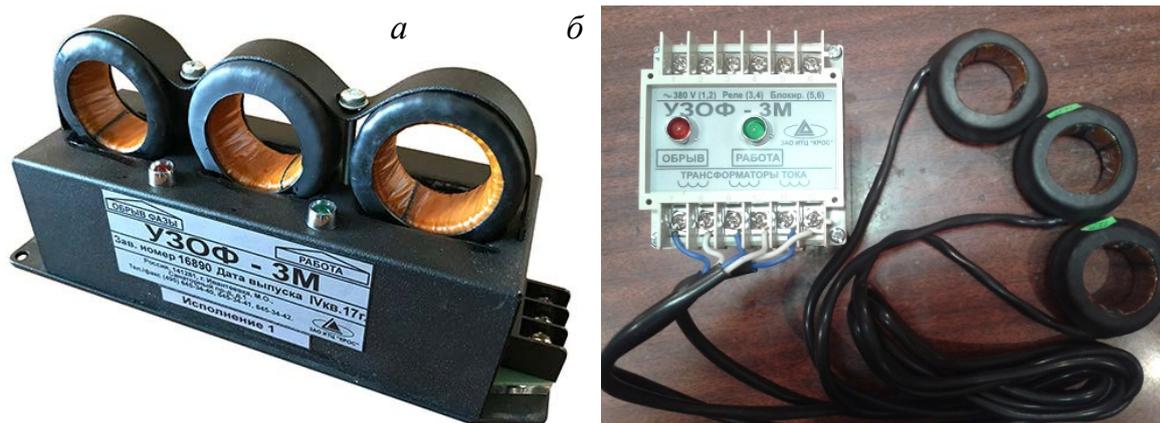


Рис. 7.1. Внешний вид устройства УЗОФ-3М

УЗОФ-3М применяется для установки на грузоподъёмные механизмы с электроприводом переменного тока и общепромышленных механизмов с током нагрузки от 5,5 до 900А. Область применения устройства УЗОФ: мостовые, козловые, башенные, порталные краны, автокраны с электроприводом и другие грузоподъёмные и общепромышленные механизмы с электроприводом переменного тока.

Устройство обеспечивает автоматическую блокировку трёхфазных электроприводов грузоподъёмных механизмов кранов в случае обрыва любой из трёх фаз питающей электрической сети, а также при обрыве любой из фаз в цепи питания электродвигателя с целью исключения аварий и защиты электродвигателей грузоподъёмных механизмов от повреждения.

В приборе имеется функция блокировки исполнительного реле при включении двигателя в режим динамического торможения. При отсутствии на кране режима динамического торможения указанная функция прибора не используется и прибор работает в обычном режиме.

Устройство УЗОФ-3М (рис. 7.2) состоит из блока питания 1, подключенного к сети напряжением 380 В, трёх трансформаторов тока 2, контролирующих наличие тока во всех трёх фазах, блока обработки сигнала 3, блока логики 4 и исполнительного реле 5 [33].

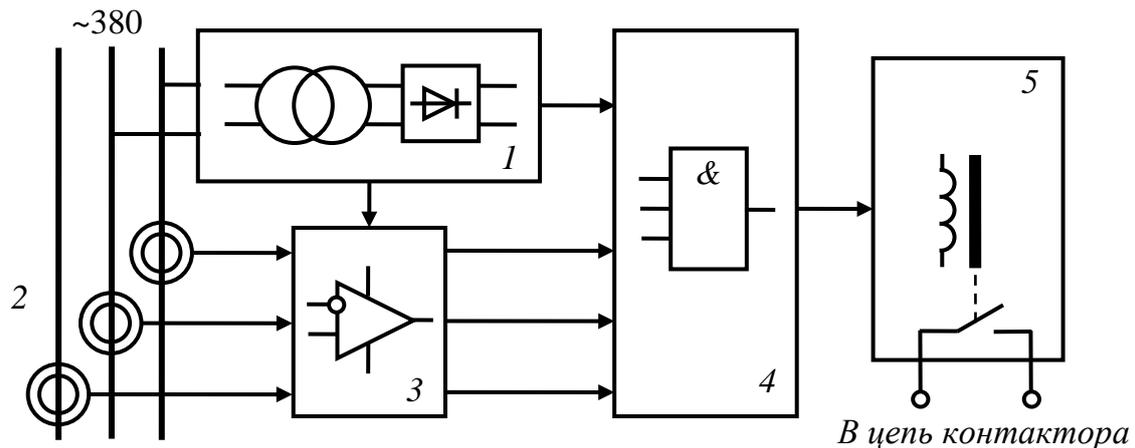


Рис. 7.2. Структурная схема УЗОФ-3М

Исполнительное реле 5 УЗОФ-3М, как правило, коммутирует цепь катушки трёхфазного линейного контактора электропривода грузоподъёмного механизма. Величина тока нагрузки на выходные контакты исполнительного реле [33]:

- при напряжении переменного тока до 380 В – до 3 А;
- при напряжении постоянного тока до 48 В – до 5 А.

Принцип действия устройства основан на контроле наличия тока в каждой из фаз и напряжения в питающей электрической сети. При протекании тока по проводам, пропущенным в окна трансформаторов тока, в обмотке трансформаторов наводится напряжение, которое подается в блок обработки сигналов прибора [33].

Блок обработки сигналов формирует управляющие сигналы о наличии тока в каждой фазе с учетом задержки срабатывания, выбранной из соображений безопасности, чем обеспечивается защита от ложных срабатываний при кратковременном пропадании тока в фазах, например в переходных режимах переключения.

Время отключения реле электронного блока с момента обрыва фазы составляет 0,5 – 1,0 с. Прибор не теряет работоспособности при

симметричных колебаниях питающего напряжения от +10% до –20% номинального значения и однофазном снижении напряжения до 30%. Прибор не реагирует на перекося фаз.

Принципиальная электрическая схема прибора выполняется по следующему алгоритму: выходное реле электронного блока включается при наличии тока во всех трех фазах (логика 1,1,1) и при отсутствии тока (логика 0,0,0), например при выключенном двигателе.

Отключение выходного реле электронного блока происходит при отсутствии тока в одной или двух фазах, т.е. при логических сигналах (1,1,0) или (1,0,0), а также при обрыве фазы питания УЗОФ-3М.

Световая индикация при включении электронного блока обозначает следующее [33]:

- загорание красного светодиода «0» – отсутствие тока в одной или двух фазах грузоподъемного механизма;
- загорание зеленого светодиода «1» – включение силовой цепи и наличие тока в трех фазах грузоподъемного механизма.
- одновременное загорание красного и зеленого светодиодов означает работу УЗОФ в режиме динамического торможения.

Выключение реле при обрыве фазы питания обеспечивает защиту при отсутствии напряжения в питающей электрической сети при условии подключения цепи управления тормозом грузоподъемного механизма к фазе, не связанной с цепью питания прибора УЗОФ-3М.

Электронный блок прибора устанавливается в электрическом шкафу крана. Прибор подключается к внешним цепям крана согласно типовой схеме подключения, приведенной в паспорте (рис. 7.3) [33].

Трансформаторы тока включаются в силовую цепь крана, как правило, на отходящих линиях кабелей после максимальных реле крана, но только при условии раздельного включения электродвигателей. В зависимости от использования прибора через окна трансформаторов тока пропускают либо провода кабеля отдельного электродвигателя, либо провода отходящих кабелей всей группы электродвигателей крана. В случае, если величина тока в приводе менее 5,5 А, через трансформатор тока пропускается несколько витков провода. Количество витков выбирается таким образом, чтобы результирующий ток был во всех случаях более 5,5 А.

Цепь питания электронного блока подключается к зажимам 1, 2 (380 В). Контакты выходного реле прибора (зажимы 3 и 4) подключаются в разрыв цепи управления контактора привода. Контакты блокировки реле (зажимы Б, Б) подключаются в цепь контактора динамического торможения.

7.2. Приборы защиты при обрыве фаз ПЗФ1

Прибор ПЗФ1 (рис. 7.4), выпускаемый ООО Научно-производственное предприятие «АСКБ», г. Ивантеевка, предназначен для защиты от падения груза и стрелы кранов с электроприводом при обрыве любой из трёх фаз питающей сети путём блокирования работы соответствующих механизмов грузоподъёмной машины в соответствии с требованиями правил ПБ 10-382-00 [61].



Рис. 7.4. Внешний вид устройства ПЗФ1

Область применения ПЗФ1: грузоподъёмные краны с электроприводом (мостовые, козловые, башенные, стреловые, порталные), лифты, а также другие машины и механизмы с электроприводом переменного тока [61].

ПЗФ также предназначен для защиты трёхфазных асинхронных электродвигателей мощностью от 1 до 500кВт в системах переменного тока частотой 50Гц, номинальным напряжением 380 В и токами от 1 до 1000 А [34].

ПЗФ1 обеспечивает выдачу команд на отключение электродвигателя (исполнительного механизма грузоподъёмной машины) или на запрет включения электродвигателя, или другого электрооборудования от внешней питающей сети, а также блокирование их от повторного включения при возникновении и сохранении любой из следующих аварийных ситуаций [34]:

- обрыв фазы по току;
- обрыв фазы по напряжению;
- нарушение чередования фаз;
- перекос фаз по напряжению.

Отличительные особенности ПЗФ1 [34]:

- прибор контролирует как наличие входных фазных напряжений, так и обрыв фаз в цепях обмоток электродвигателя;
- самовосстанавливающийся прибор – после устранения аварийной ситуации разрешает дальнейшую работу электродвигателя.

В отличие от приборов аналогичного класса (УЗОФ-М, УЗОФ-3М, УЗОФ-5М) ПЗФ1 обладает следующими преимуществами:

- применены датчики тока накладного типа (патент на изобретение № 2100811), что существенно упрощает монтаж;
- имеет выносной индикационный пульт;
- обеспечивает защиту не только при обрыве фаз по току, но и по напряжению, перекосу фаз и нарушению чередования фаз.

Электропитание ПЗФ осуществляется от трёх фаз переменного тока напряжением $380_{-20\%}^{+10\%}$ В, частотой 50 Гц.

Исполнительное реле ПЗФ1 коммутирует цепь катушки трёхфазного линейного контактора электропривода грузоподъёмного механизма. Величина тока нагрузки на выходные контакты исполнительного реле [34]:

- при напряжении переменного тока 220 В – от 0,1 до 2,5 А;
- при напряжении переменного тока 380В – от 0,1 до 1,5 А.

Конструктивно ПЗФ1 выполнен в виде электронного блока, выносного пульта ПДКУ и трёх измерительных зондов (датчиков тока).

Структурная схема ПЗФ1 приведена на рис. 7.5. Принцип действия прибора основан на контроле наличия тока в каждой из фаз и напряжения в питающей электрической сети [34].

Информация о наличии тока в каждой из фаз трехфазной нагрузки поступает в виде напряжений квазисинусоидальной формы, пропорциональных величине тока в каждой из фаз, с измерительных зондов *I* на входы трёхканального преобразователя сигналов ПС1 4. Преобразователь ПС1 формирует управляющие логические сигналы о наличии тока в каждой из фаз (1 – ток есть, 0 – тока нет), которые поступают на вход схемы сравнения 5 [34].

Алгоритм работы ПЗФ построен таким образом, что в дежурном режиме (нагрузка отключена от внешней сети) ток отсутствует во всех фазах (лог. 0,0,0) и в рабочем режиме (ток присутствует во всех фазах (лог. 1,1,1)) – исполнительное реле б замкнуто.

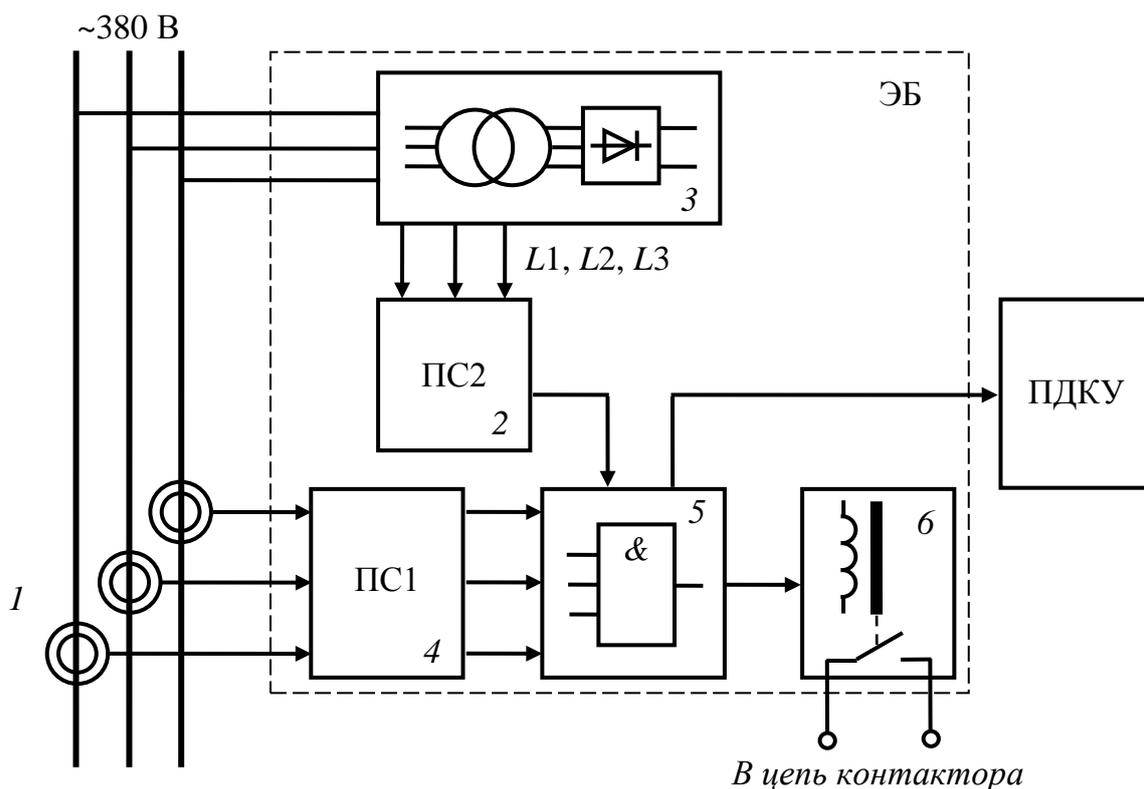


Рис. 7.5. Структурная схема ПЗФ1

При пропадании тока в одной или двух фазах (обрыв фазы по току) кратковременно загораются индикаторы аварийной ситуации на электронном блоке ЭБ ПЗФ1, пульте ПДКУ и размыкается исполнительное реле б, что приводит к отключению электродвигателя (нагрузки) от внешней питающей сети.

При попытке повторно подключить электродвигатель (нагрузку) к питающей сети при сохранении аварийной ситуации произойдет кратковременное её подключение с последующим отключением от внешней питающей сети.

Контроль фазных напряжений внешней питающей сети происходит следующим образом: напряжения фаз $L1$, $L2$, $L3$ поступают на вход преобразователя сигналов ПС2 2, который выполняет контроль правильности чередования фаз, обрыва фаз по напряжению, перекоса фаз и формирует логический управляющий сигнал (0 – соответствует наличию любой из вышеперечисленных аварийных ситуаций, 1 – аварийные ситуации отсутствуют), поступающий на вход схемы сравнения 5.

Алгоритм работы ПЗФ1 при контроле фазных напряжений следующий: при отсутствии аварийных ситуаций исполнительное реле б

замкнуто, а при возникновении любой из аварийных ситуаций (обрыв фазы по напряжению, нарушение чередования фаз, перекос фаз) загораются индикаторы аварийной ситуации и размыкается исполнительное реле б, что приводит к блокировке подключения электродвигателя (нагрузки) к внешней питающей сети в *дежурном режиме* или к отключению нагрузки от внешней питающей сети в *рабочем режиме*.

Индикаторы аварийной ситуации высвечиваются постоянно, и повторное подключение нагрузки к внешней питающей сети при сохранении аварийной ситуации невозможно.

После устранения аварийной ситуации по напряжению (обрыв фазы по напряжению, перекос фаз, нарушение чередования фаз) происходит самовозврат ПЗФ1 в состояние готовности к дальнейшему отслеживанию параметров питающей сети.

В *рабочем режиме* после возникновения аварийной ситуации (обрыв фазы по току) и отключения нагрузки от внешней питающей сети (блокировки исполнительного механизма грузоподъемной машины) ПЗФ1 переходит в *дежурный режим*.

Следовательно, после устранения аварийной ситуации при подключении ПЗФ1 в цепь катушки контактора электропривода грузоподъемной лебедки контактор возвращается в замкнутое состояние и дополнительных действий от крановщика для продолжения работы не требуется, а при подключении ПЗФ1 в цепь катушки линейного контактора крановщику требуется включить линейный контактор и продолжить работу.

ПЗФ1 может использоваться для защиты как отдельного электропривода грузоподъемного механизма (например, лебедки), так и группы электроприводов, но только при условии раздельного включения электродвигателей.

Прибор подключается к внешним цепям крана согласно типовой электрической схеме подключения (рис. 7.6). Исполнительное реле электронного блока может коммутировать или цепь катушки линейного контактора, или цепь индивидуального контактора электропривода механизма подъема при групповом подключении приводов. В зависимости от использования прибора через измерительные зонды пропускаются либо провода кабеля отдельного электродвигателя, либо провода отходящих кабелей группы электродвигателей крана [34].

При подключении ПЗФ1 к реальным электроприводам, имеющим отличия от типовой схемы, должна быть сохранена идеология подключения, заложенная в типовой схеме подключения.

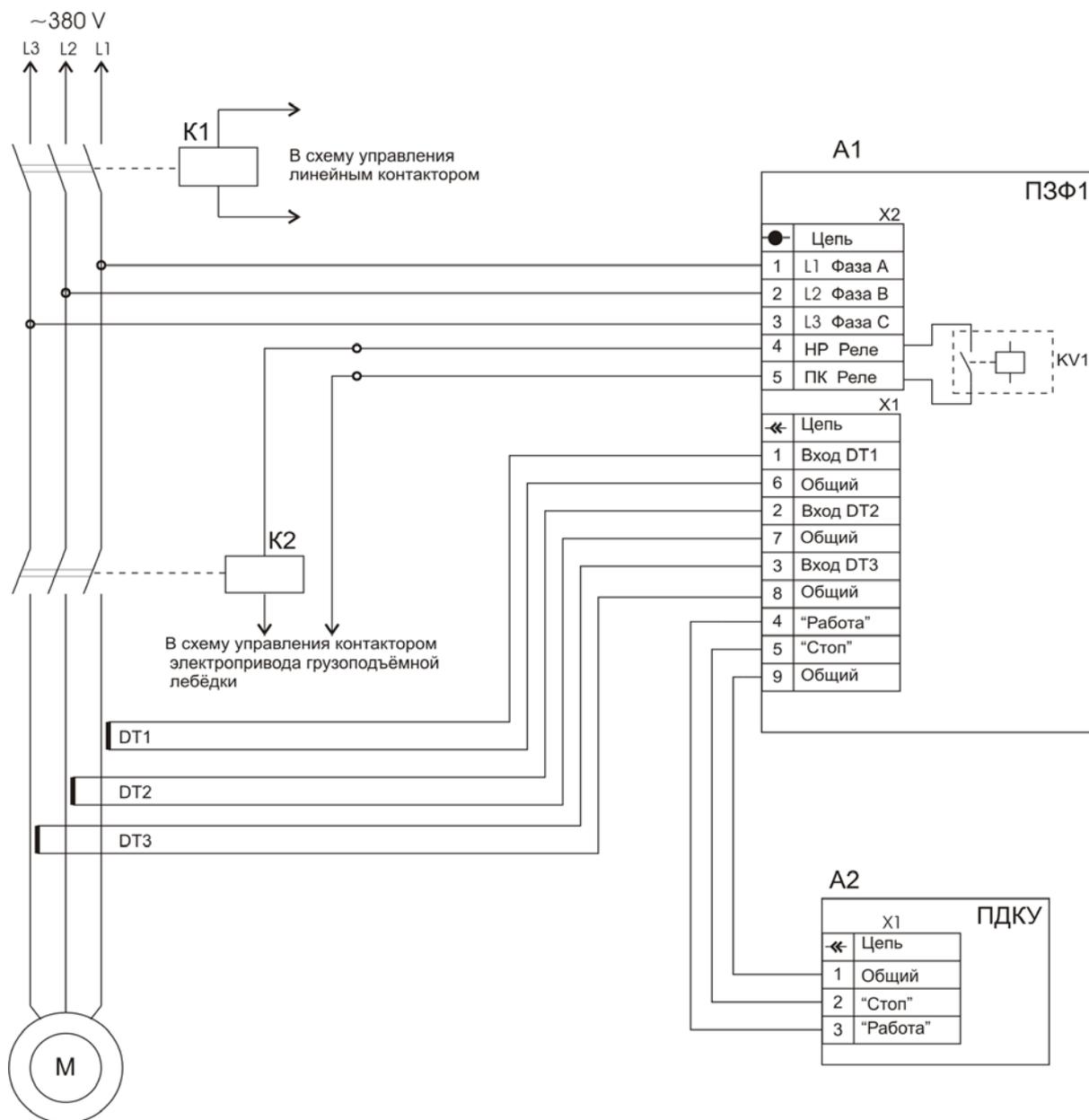


Рис. 7.6. Схема электрическая подключения ПЗФ1:

A1 – электронный блок ПЗФ1; A2 – пульт ПДКУ; DT1, DT2, DT3 – измерительные зонды (датчики тока); KV1 – внутреннее исполнительное реле; K1 – контактор линейный; K2 – контактор электропривода грузоподъемной лебедки; M – электродвигатель

Таким образом, прибор ПЗФ1 подходит для защиты электроприводов практически с любыми релейно-контакторными системами пуска двигателя.

Контрольные вопросы и задания

1. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы устройства УЗОФ-3М и прибора ПЗФ1?
2. В каких исполнениях выпускается прибор УЗОФ-3М?
3. Какой вид электроприводов защищают УЗОФ-3М и ПЗФ1?
4. Какие индикаторы расположены на устройствах УЗОФ-3М и ПЗФ1?
5. В чем отличие прибора ПЗФ1 от устройства УЗОФ-3М?
6. Каковы функции выносного пульта ПДКУ прибора ПЗФ1?
7. Для чего в устройстве УЗОФ-3М имеется время задержки срабатывания?
8. При каких симметричных колебаниях питающего напряжения прибор УЗОФ-3М не теряет работоспособности?
9. Объясните устройство и принцип работы трансформатора тока устройства УЗОФ-3М.
10. Какую цепь коммутируют контакты выходного реле прибора ПЗФ1?
11. Какие параметры, кроме тока фаз электродвигателя, контролирует прибор ПЗФ1?
12. Какой из приборов защиты может работать при динамическом торможении двигателя? Каким образом это реализовано?
13. В чем отличие схем питания устройства УЗОФ-3М и прибора ПЗФ1?

8. КРЕНОМЕРЫ И СИГНАЛИЗАТОРЫ КРЕНА

Условия устойчивости грузоподъемных машин ухудшаются, если основа, на которой они стоят, имеет наклон больше допустимого. При этом сила тяжести раскладывается на две составляющие, одна из которых, параллельная опорной поверхности, создает дополнительный опрокидывающий момент, неучтенный при расчётах крана. Угол наклона (крена) в любом направлении при работе не может превышать, указанный в паспорте заводом-изготовителем (обычно 3°). Крен крана более 3° безопасен при работе с грузом до 0,75 величины предельной грузоподъемности и опасный при работе с большими грузами.

В соответствии с «Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов» ПБ 10-382–00 в кабине стрелового крана должны быть установлены указатели угла наклона крана. В случае, когда управление выносными опорами крана осуществляется вне кабины, на неповоротной раме крана должен быть установлен дополнительный указатель угла наклона крана.

Указатель крена монтируется в кабине крана. Вместо указателя угла наклона могут быть установлены сигнализаторы угла наклона, предупреждающие крановщика о превышении допустимой величины наклона крана, с возгоранием красной лампы или включением звукового сигнала.

В большинстве случаев креномеры являются указателями, работа которых основана на свойстве свободно подвешенного маятника сохранять вертикальное положение либо на свойстве свободной жидкости сохранять горизонтальное положение. Маятниковые указатели обычно устанавливаются на ходовой раме, жидкостные – как на ходовой раме, так и в кабине.

8.1. Механические указатели крена

Маятниковые указатели наклона обычно располагаются на задней балке ходовой рамы. Острие груза, подвешенного на шнуре, обращено вниз к шкале, на которой нанесены три концентрические окружности. При наклоне крана на 1° груз острием оказывается направлен в контур наименьшей окружности, на 2° – в контур средней и на 3° – в контур наибольшей окружности. Сбоку приварена трубка с замком, куда вставляют груз во время движения крана. На некоторых кранах (КС-2561Д, КС-2561К) шкала имеет две кольцевые риски: внутренняя соответствует углу наклона $1^\circ 30'$ и наружная – 3° .

Жидкостные (пузырьковые) указатели представляют собой замкнутую капсулу из стекла в форме диска со спиртом внутри. Капсула заключена в пластиковый корпус. Спирт занимает не всю полость, остается пузырек воздуха. При наклоне пузырек перемещается по сферической поверхности стекла, которая размечена рисками.

Указатели наклона УН-1.3 (рис. 8.1, *а*) и УН-1.5 (рис. 8.1, *б*), выпускаемые ЗАО «ИТЦ «КРОС», г. Ивантеевка, предназначены для определения угла наклона крана в поперечном и продольном направлениях. Могут устанавливаться на всех стреловых кранах, подъемниках, манипуляторах. Предельный угол измерения для УН-1.3 – 3° (1 риска – 1°), для УН-1.5 – 5° (1 риска – 2°) [62].

Указатели УН-1.хКП оснащены светодиодной подсветкой, что позволяет использовать их в условиях недостаточной освещенности. Светодиодная подсветка питается от бортовой сети автомобиля напряжением 24 В или 12 В.

Креномер пузырьковый КП-1.5 (рис. 8.1, *в*), выпускаемый ООО Научно-производственное предприятие «АСКБ», г. Ивантеевка, предназначен для определения горизонтальности установки кранов, подъемников и другой грузоподъемной техники при её установке на рабочей площадке. Предельный угол измерения для КП-1.5 – 5° [63].

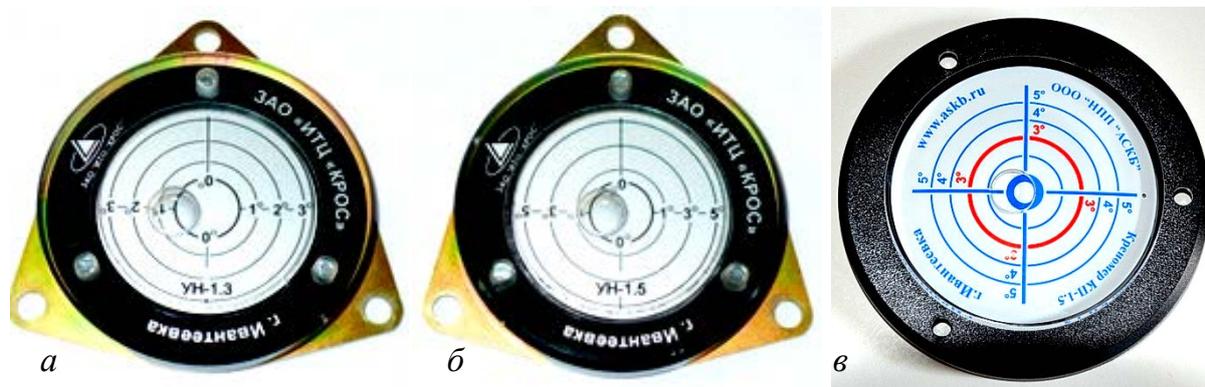


Рис. 8.1. Внешний вид пузырьковых указателей наклона

Шариковые указатели представляют из себя корпус со сферическим дном, герметично закрытый крышкой из оргстекла и заполненный маслом. Внутри помещен стальной шарик. На тыльной стороне дна нанесены концентрические риски, образующие шкалу с ценой деления 1°. При работе крана на неровной площадке шарик перемещается по сферическому дну, указывая наклон крана. Шкала указателя имеет подсветку.

Указатель угла наклона УНШ-1 (рис. 8.2) предназначен для указания действительного угла наклона в продольном и поперечном направлениях [64].



Рис. 8.2. Внешний вид указателя наклона УНШ-1

Указатель УНШ-1 представляет собой металлический корпус с прозрачной крышкой и металлическим шариком внутри. Шарик перекатывается по внутренней сферической поверхности дна и указывает угол наклона. Полость залита демпфирующей жидкостью: ВМГЗ или веретенным маслом. Деления шкалы нанесены на дно корпуса и видны через прозрачную крышку. Шкала подсвечивается лампочкой и имеет желтую (рабочую) и красную (уклон более 3°) зоны. Предельный угол измерения УНШ-1 – 5° .

8.2. Креномер сигнальный цифровой КСЦ-1

Креномер сигнальный цифровой КСЦ-1, производимый ЗАО научно-производственное объединение «Техкранэнерго», г. Владимир, является микропроцессорным прибором безопасности, обеспечивающим контроль установки рабочей платформы грузоподъемных машин в горизонтальное положение и включение внешнего исполнительного устройства при достижении предельного угла наклона [65].

КСЦ-1 предназначен для установки на грузоподъемные машины, безопасность работы которых связана с контролем горизонтального состояния рабочей платформы (автоподъемники, манипуляторы, автомобильные краны, трубоукладчики и др.). КСЦ-1 может устанавливаться на рабочей платформе машины или в кабине. По дополнительному требованию креномер может быть дооборудован выносным индикатором углового положения механизма КСЦ-1И (рис. 8.3, а) [35].

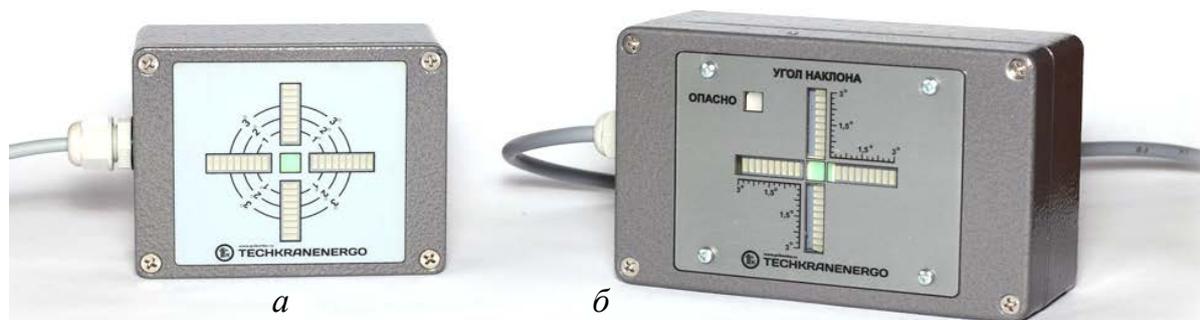


Рис. 8.3. Внешний вид креномера КСЦ-1

Функции креномера КСЦ-1 [35]:

- индикация угла наклона платформы подъёмного агрегата по двум координатам;
- включение внешних сигнальных устройств, обеспечивающих оператора эксплуатационной информацией;
- включение противоаварийных устройств, ограничивающих функционирование грузоподъёмного механизма.

КСЦ-1 состоит из платы датчика, платы контроля и индикации, платы питания, платы термокомпенсации, объединенных в едином корпусе (рис. 8.3, б).

С помощью датчика информация о перемещении корпуса креномера по двум взаимно перпендикулярным направлениям X , Y обрабатывается процессором и преобразуется в световую индикацию.

Для контроля порогов *Внимание* и *Опасно* обеспечивается расчет суммарного угла по правилу векторного сложения угловых значений по осям X , Y . При наклоне креномера на угол свыше $2,5^\circ$ от предельного угла контроля срабатывает прерывистая звуковая сигнализация выносного индикатора. При наклоне креномера на угол свыше 3° от предельного угла контроля срабатывает световая сигнализация (непрерывно горит индикатор «ОПАСНО»), контакты реле замыкаются. В выносном индикаторе звучит непрерывная звуковая сигнализация [35].

Основные особенности и технические характеристики КСЦ-1 [35]:

- световая индикация креномера и его выносного индикатора; линейная светодиодная шкала из четырёх взаимно перпендикулярных светодиодных линеек (оси X , Y) с центральным индикатором горизонтального положения;
- звуковая сигнализация опасных и предельных углов отклонения;

- диапазон индикации углов наклона по осям X, Y:
 - креномер – $0^\circ \pm 3,0^\circ$.
 - выносной индикатор – $0^\circ \pm 4,5^\circ$.
- дискретность индикации углов наклона по осям X, Y:
 - креномер – $0,3^\circ$.
 - выносной индикатор – $0,5^\circ$.
- погрешность срабатывания прибора и индикации дискретных значений углов по осям X, Y – не более 0,85%;
 - напряжение и ток коммутации внешних исполнительных устройств – 30 В, 3 А;
 - степень защиты от внешних воздействующих факторов креномера и индикатора выносного – IP65;
 - напряжение питания – от 12 до 24 В постоянного тока;
 - потребляемая мощность креномера – не более 6 Вт; индикатора выносного – не более 5 Вт.

8.3. Сигнализатор предельного крена СМА.20

Прибор СМА.20 (рис. 8.4), разработанный ООО НТЦ «Строймаш-автоматизация», г. Москва, представляет собой электронный прибор, позволяющий контролировать угол наклона технического устройства, в т.ч. рабочей платформы относительно горизонта, предупреждать оператора о значениях, близких к предельным и критическим [66].

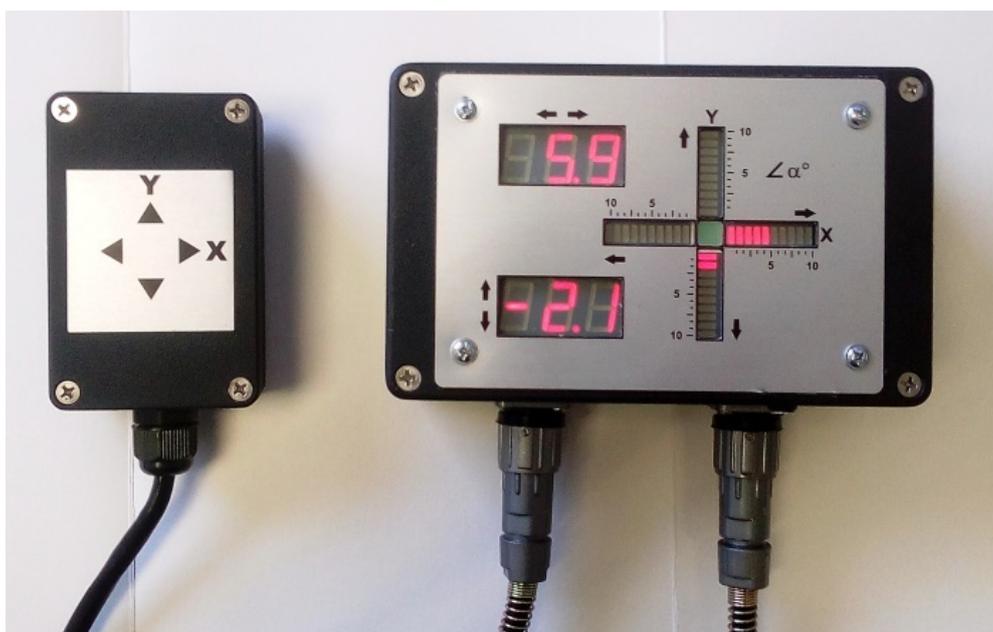


Рис. 8.4. Внешний вид сигнализатора крена СМА.20

Прибор предназначен для применения в составе грузоподъемных машин различных конструкций (трубоукладчики, автоподъемники, манипуляторы, автомобильные краны и т.п.), имеющих по условиям эксплуатации ограничения по углу наклона (крену), и служит для предупреждения от опрокидывания в процессе их эксплуатации.

СМА.20 состоит из блока контроля и индикации БКИ и датчика углового положения ДУП, соединенных между собой кабелем связи.

Основные технические характеристики СМА.20 [66]:

- диапазон индикации углов наклона по осям $X, Y - \pm 10,0^\circ$;
- дискретность индикации линейной светодиодной шкалы – 1° ;
- погрешность измерения углов по осям $X, Y -$ не более 1%;
- количество разрядов цифрового светодиодного индикатора угла наклона по каждой координате – 3 шт.;
- количество сегментов линейного светодиодного индикатора по осям X и Y (по четырем направлениям) – 10 шт.;
- максимальный ток коммутации исполнительного реле – 16 А;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов для корпуса прибора – IP65; для датчика – IP67;
- напряжение питания – от 9 до 36 В постоянного тока или 220 ± 15 В переменного тока частотой 50 Гц;
- потребляемая мощность прибора – не более 3 Вт.

Принцип действия прибора основан на измерении текущего значения угла наклона платформы и сравнении его величины с предельно допустимым значением, заложенным в настроенную память прибора, для формирования заградительной характеристики и выработки предупредительных сигналов [66].

С помощью датчика информация о наклоне, измеренная в двух взаимно перпендикулярных осях X и Y , преобразуется в дискретные электрические сигналы. Эти сигналы поступают в блок БКИ, обрабатывается микропроцессором и преобразуется в световую индикацию. Расчёт предельного угла наклона производится по правилу векторного сложения угловых значений по осям X и Y .

При значениях угла наклона в пределах нормы, прибор формирует сигнал *Норма* (контакты исполнительного реле разомкнуты). При значениях угла наклона, близких к предельно допустимым, прибор формирует сигнал *Опасно* (звучит прерывистый звуковой сигнал, контакты исполнительного реле замыкаются и размыкаются с частотой 1 Гц). При угле наклона выше допустимого значения прибор формирует сигнал *Стоп* (звуковой сигнал звучит непрерывно, контакты исполнительного реле замкнуты).

Питающее напряжение на прибор подаётся при помощи отдельного кабеля. Контакты исполнительного реле подключаются к цепям управления исполнительными механизмами машины и внешнему звуковому сигналу. После подачи напряжения питания прибор выполняет самотестирование элементов блока БКИ, датчика ДУП, соединительного кабеля на наличие неисправностей, обрывов, замыканий, утечек и т.д. При обнаружении неисправности на индикаторе высвечивается сообщение об ошибке, формируется команда *Стоп*.

8.4. Прибор безопасности ОГМ25.5

Прибор безопасности ОГМ25.5, выпускаемый ООО НПП «Резонанс», г. Челябинск, предназначен для контроля за положением рабочего оборудования бурильно-крановых машин с целью автоматизации и повышения безопасности спуско-подъёмных операций, выполняемых при бурильно-строительных работах [67].

ОГМ25.5 устанавливается на бурильно-крановые и бурильные шнековые машины с короткошнековыми бурами и непрерывными шнеками соответственно.

Выполняемые функции прибора ОГМ25.5 [67]:

- измерение и отображение на дисплее блока индикации продольного и поперечного углов наклона мачты бурильной установки относительно гравитационной вертикали, глубины опускания бура, угла поворота платформы бурильной установки;
- контроль и отображение давления масла в гидросистемы машины (до трёх точек);
- регистрация параметров работы бурильно-крановой машины (регистратор параметров);
- автоматическая остановка механизмов машины при выходе бурильного оборудования из диапазона допустимых значений;
- отображение календарной даты и текущего времени суток (часы реального времени).

В состав прибора ОГМ25.5 (рис. 8.5) входят [67]:

- блок индикации БИ02.1 – 1;
- датчик длины ДДС15.2 – 2;
- датчик угла наклона ДУГ45.5 – 3;
- датчики давления в полостях гидроцилиндра ДД250.11 (3 шт.) – 4;
- датчик азимута ДУА360.3 – 5.



Рис. 8.5. Внешний вид элементов прибора ОГМ25.5

Блок индикации БИ02.1 предназначен для работы в качестве центрального управляющего и вычислительного блока прибора безопасности ОГМ25.5. Используется для ввода режимов работы прибора и вывода информации о работе машины, а также управления сигналами блокировки. Содержит ЖК-дисплей, световые табло и светодиодные индикаторы для вывода информации о работе бурильно-крановой машины. Назначение элементов индикации и органов управления БИ02.1 показано на рис. 8.6 [67].

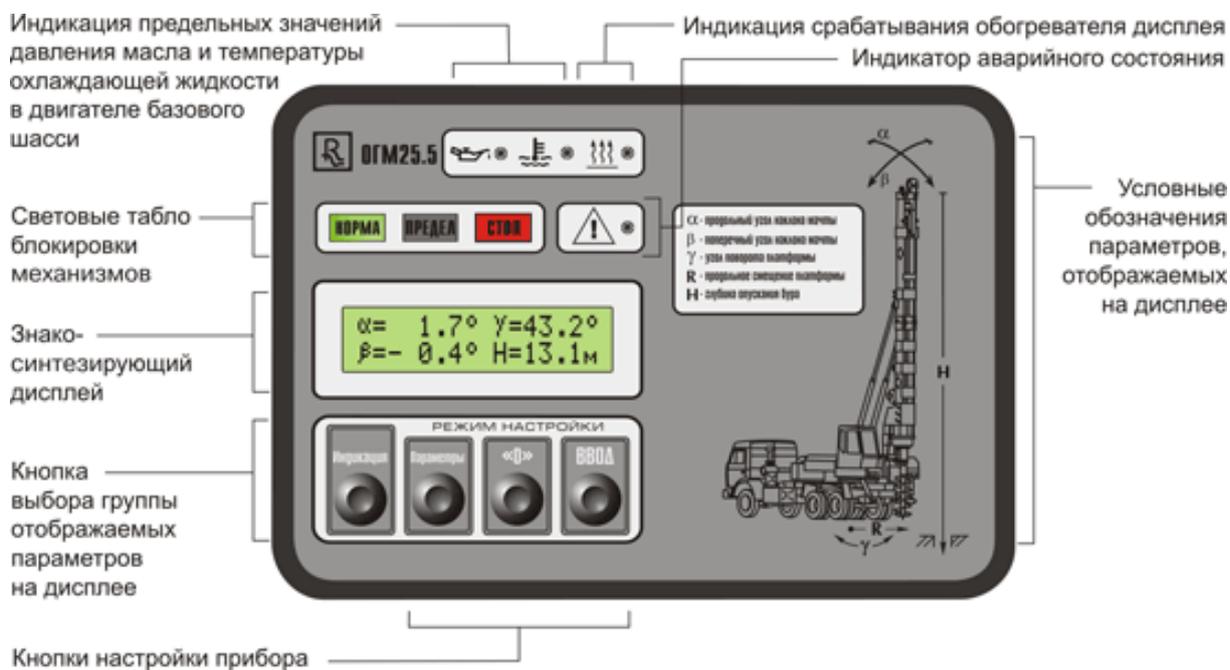


Рис. 8.6. Внешний вид передней панели БИ02.1 прибора ОГМ25.5

Основные особенности и технические характеристики БИ02.1 [67]:

- звуковая сигнализация в виде пьезоизлучателя;
- органы управления – 9 кнопок на лицевой панели, переключатель «РАБОТА/НАСТРОЙКА» на задней стенке;
- двухстрочный знаковосинтезирующий дисплей (2 строки по 16 символов) с отображением четырёх параметров машины;
- световые табло, отражающие режимы работы машины (зеленое, желтое, красное), светодиодные индикаторы – 4 шт.;
- цифровой интерфейс передачи данных RBus;
- 1 управляющий дискретный вход;
- 2 силовых выхода с током коммутации до 4 А;
- степень защиты от внешних воздействующих факторов – IP54;
- напряжение питания – от 8 до 32 В постоянного тока;
- потребляемый ток – не более 2 А.

Остальные элементы прибора входят в состав других приборов и систем безопасности, выпускаемых ООО НПП «Резонанс», и описаны в подразд. 3.12, 4.4 и 5.2 данного пособия.

Контрольные вопросы и задания

1. Какой угол наклона платформы крана безопасен при работе с грузом?
2. Перечислите виды механических указателей крана.
3. Где устанавливаются механические указатели крана?
4. Какие механические указатели наклона выпускаются на сегодняшний день? Опишите их область применения, устройство и основные метрологические характеристики.
5. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы креномера КСЦ-1?
6. Перечислите функции креномера КСЦ-1.
7. При каких углах наклона платформы крана срабатывает предупредительная и запрещающая сигнализации креномера КСЦ-1?
8. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы сигнализатора СМА.20?
9. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы прибора безопасности ОГМ25.5?
10. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели блока индикации БИ02.1 прибора ОГМ25.5?

9. АНЕМОМЕТРЫ

В соответствии с «Правилами» ПБ 10-382–00 для предотвращения угона или опрокидывания ветром башенные краны с высотой до верха оголовка стрелы более 15 м, козловые краны с пролетом более 16 м, а также мостовые перегружатели должны быть снабжены прибором (анемометром), автоматически включающим сирену при достижении опасной скорости ветра.

Принцип работы сигнального анемометра основан на измерении скорости ветра и времени воздействия порывов ветра и сравнении их с заранее установленными для данного объекта допустимыми значениями (порогами срабатывания сигнализации по скорости ветра и времени воздействия). При достижении измеряемых параметров допустимых значений для данного объекта включается исполнительное устройство переключения цепей сигнализации и управления противоаварийных устройств.

9.1. Анемометр сигнальный цифровой М-95-ЦМ

Анемометр сигнальный цифровой М-95-ЦМ (рис. 9.1), выпускаемый ООО «Экспериментально-производственные мастерские гидрометеорологического и геофизического оборудования», г. Санкт-Петербург, предназначен для измерения скорости ветра, автоматического определения опасных по совместному воздействию скорости и продолжительности порывов ветра и включения при этом соответствующих сигнальных и противоаварийных устройств [68].

Область применения анемометра М-95-ЦМ распространяется на башенные, порталные краны, буровые установки и другие объекты, требующие наличия устройств аварийной ветровой защиты и измерения скорости ветра [68].

Анемометр М-95-ЦМ состоит из измерительного пульта, датчика скорости ветра с монтажной трубой и комплекта соединительных кабелей. Датчик ветра размещается и эксплуатируется на открытом воздухе, а измерительный пульт – в помещении или кабине крана. Датчик не требует ориентации относительно направления ветра [36].

Измерительный пульт состоит из двух частей: передней панели и задней коробки, которые соединены между собой винтами. На передней панели расположены цифровой индикатор скорости ветра закрытый светофильтром, световые индикаторы «ВНИМАНИЕ»,

«ПРЕДЕЛ», «ОПАСНО», кнопки «КОНТР» и «СБРОС», защитная крышка, под которой расположены кнопки установки порогов скорости и времени воздействия порывов ветра УВЕЛИЧЕНИЕ – «↑» и ВЫБОР – «→» [36].



Рис. 9.1. Внешний вид анемометра М-95-ЦМ

В нижней части измерительного пульта размещены разъём X1 для подключения соединительного кабеля от датчика, разъём X2 для подключения кабеля питания от сети переменного тока с проводами коммутации цепей управления и сигнализации, разъем X3 для подключения персонального компьютера, разъем X4 для подключения источника питания 12 В [36].

Измерение скорости ветра основано на преобразовании скорости воздушного потока в частоту вращения крыльчатки. На валу крыльчатки жестко закреплен диск оптического модулятора, преобразующего световой поток в электрические импульсы, частота которых пропорциональна скорости ветра.

После включения питания пульт находится в режиме отображения скорости ветра. Данные от датчика высвечиваются тремя младшими разрядами индикатора скорости ветра. При достижении скорости ветра, опасной для данного объекта и обслуживающего персонала (75% от установленного порогового уровня), включается предварительная световая сигнализация – зеленый светодиод «ВНИМАНИЕ». При дальнейшем увеличении скорости ветра включается желтый све-

тодиод «ПРЕДЕЛ» и одновременно включается таймер микроконтроллера.

Если порывы ветра устойчивы по величине и времени и превышают установленные значения порогов, микроконтроллер включает сигнализацию «ОПАСНО» и вызывает срабатывание исполнительного реле. На разъем X2 выведена пара нормально замкнутых и пара нормально разомкнутых контактов, через которые переключаются цепи сигнализации (звуковой, световой) и аварийной защиты на объекте. При этом обеспечивается автоматическая блокировка включения исполнительного устройства. Разблокировка осуществляется нажатием кнопки «СБРОС» на измерительном пульте, если измеряемое значение скорости ветра и продолжительность порывов ветра будут меньше установленных порогов значений для данного объекта.

Контроль работоспособности анемометра и проверка установки порогов срабатывания по скорости и времени воздействия осуществляется нажатием кнопки «КОНТР» на измерительном пульте. При нажатии и удержании более трех секунд или трех кратковременных нажатий кнопки «КОНТР» пульт перестает принимать данные от датчика, последовательно индицирует установленные значения порога скорости и времени порывов ветра, слово *TEST* и начинается увеличение скорости от 0 до порогового значения с шагом 0,1 м/с. После окончания тестирования индицируется слово *END*. Для перехода в рабочий режим нажать кнопку «СБРОС».

Измерительный пульт имеет электрически перезаписываемую постоянную память (EEPROM) для хранения значений порога скорости ветра и времени воздействия, через которое включается реле. Для входа в этот режим требуется нажать кнопку «СБРОС» и, удерживая её, нажать кнопку «КОНТР». На индикаторе отобразится значение порога, записанное в память и буква П (порог). При этом первая цифра на индикаторе будет мигать – это цифра, которую сейчас можно изменить. При нажатии кнопки «↑» значение мигающей цифры будет увеличиваться. При нажатии кнопки «→» начинает мигать следующая цифра – таким образом можно выбирать нужную цифру для изменения.

Основные технические характеристики и особенности анемометра М-95-ЦМ [36]:

1. Диапазон измерения скорости ветра – от 1,8 до 55,0 м/с.
2. Предел допустимой основной погрешности измерения скорости ветра – не более $\pm (0,5 + 0,05V)$, где V – измеряемая скорость ветра, м/с.

3. Индикация результатов измерения скорости ветра: цифровая с дискретностью отчета 0,1 м/с. Количество знаков отчета – 3.

4. Диапазон установки порогов срабатывания сигнализации по скорости ветра – от 12 до 40 м/с с шагом 0,1 м/с.

5. Предел допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации по скорости ветра – не более $\pm 0,4$ м/с.

6. Порог срабатывания предварительной сигнализации по скорости ветра – $(75 \pm 5)\%$ от установленного значения порога по скорости ветра.

7. Диапазон установки порогов срабатывания сигнализации по времени – от 1 до 99 с.

8. Предел допускаемой основной погрешности срабатывания сигнализации по времени – не более $\pm 0,6$ с.

9. Допустимая длина двухжильного экранированного соединительного кабеля между датчиком скорости ветра и измерительным пультом: 15, 30, 60 или 100 м.

10. Допустимое напряжение коммутации исполнительным реле – не более 250В при токе коммутации не более:

- 0,2 А для постоянного тока;
- 2 А для переменного тока.

11. В анемометре предусмотрен встроенный контроль, обеспечивающий проверку срабатывания сигнализации по установленным порогам скорости ветра и времени воздействия порывов ветра и установку по скорости ветра.

12. Анемометр оснащен интерфейсом RS-232 для передачи данных на персональный компьютер.

13. Электрическое питание анемометра осуществляется от сети переменного тока напряжением 220_{-33}^{+22} В с частотой 50 Гц или источника постоянного напряжения $12_{-2,4}^{+3,6}$ В.

14. Потребляемая мощность – не более 10 ВА.

Схема электрическая соединений анемометра М-95-ЦМ представлена на рис. 9.2. Подключение пульта анемометра к датчику осуществляется через разъем Х1. Подключение пульта анемометра к цепям питания от сети переменного тока 220 В или бортовой сети постоянного тока 12 В к цепям заземления, сигнализации и управления, а также к интерфейсу с компьютером осуществляется через разъемы Х2, Х3, Х4 [36].

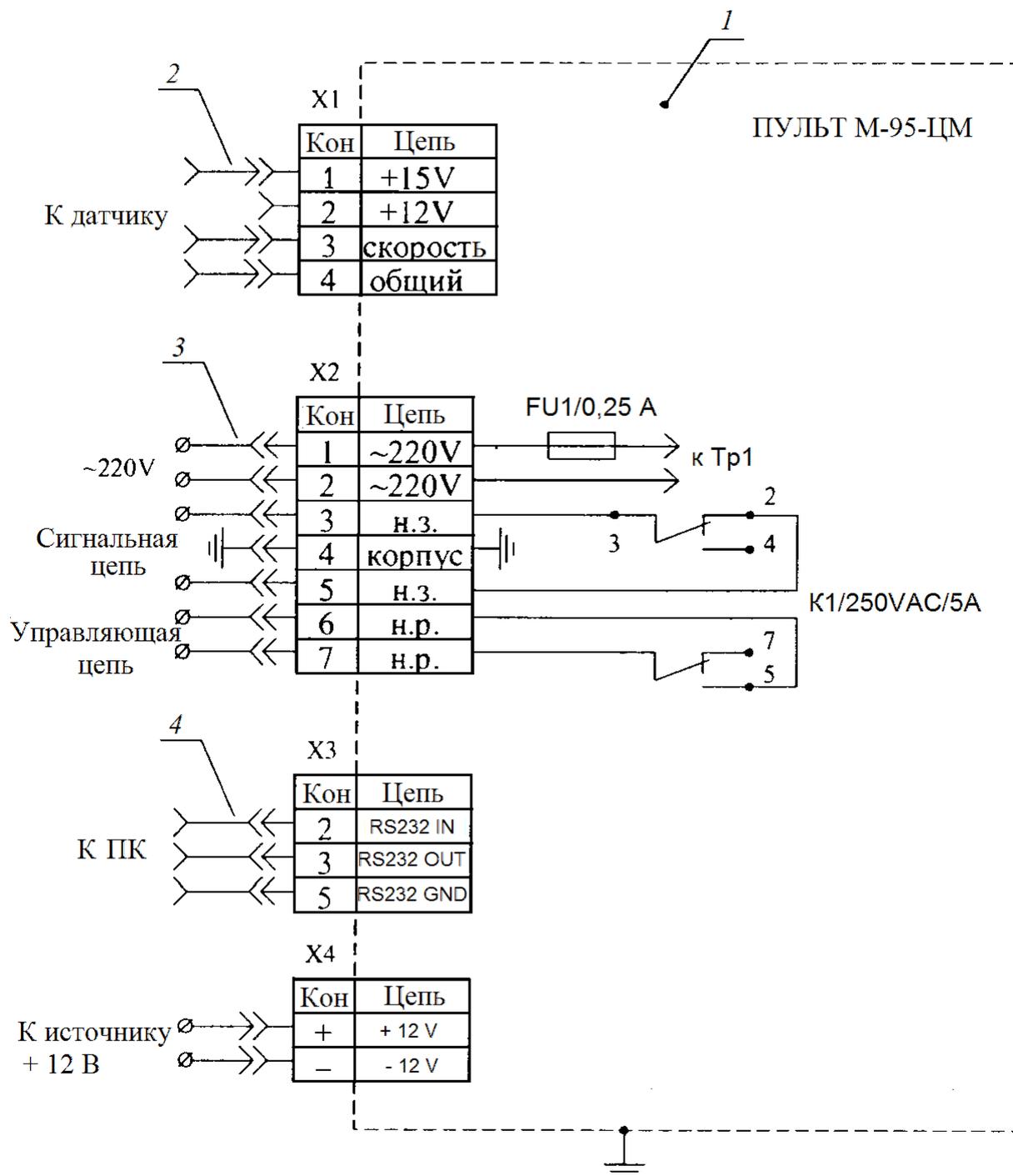


Рис. 9.2. Схема соединений анемометра М-95-ЦМ:

1 – пульт измерительный; 2 – кабель соединительный пульта с датчиком; 3 – кабель питания и сигнализации; 4 – кабель цифрового интерфейса RS-232

Положение контактов исполнительного реле К1, соответствующее состоянию «ОПАСНО» (или обесточенному прибору), следующее: управляющая цепь – разомкнута, сигнальная цепь – замкнута [36].

9.2. Анемометр сигнальный цифровой АСЦ-3

Анемометр цифровой сигнальный АСЦ-3 (рис. 9.3), производимый ЗАО Научно-производственное объединение «Техкранэнерго», г. Владимир, предназначен для измерения скорости воздушного потока (ветра) в промышленных условиях, выделения опасных ветровых порывов и включения при этом сигнальных устройств [69].

Анемометр АСЦ-3 предназначен для установки на существующие типы башенных, порталных, козловых кранов и другие объекты, требующие оборудования устройствами аварийной ветровой защиты.

Применение АСЦ-3 регламентируют:

- ПБ 10-382–00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов»;
- ГОСТ 1451–77 «Краны грузоподъемные. Нагрузка ветровая. Нормы и методы определения».

АСЦ-3 состоит из датчика скорости ветра ДСВ, блока контроля БК, кабелей (соединительного, питания и нагрузки). ДСВ рассчитан на установку на открытом месте грузоподъемного крана таким образом, чтобы обслуживаемый объект не создавал для датчика ветровой «тени». БК устанавливается в кабине машины [69].



Рис. 9.3. Внешний вид анемометра АСЦ-3

Основные технические характеристики и особенности анемометра АСЦ-3 [37]:

1. Диапазон измерения и индикации скорости ветра — от 3,0 до 32 м/с.
2. Диапазон установки порогов срабатывания в виде задания установки предельной скорости ветра V_{np} — от 10,0 до 32 м/с с шагом 0,1 м/с.

3. Предел допускаемой погрешности измерения и формирования управляющего сигнала по предельной скорости ветра V_{np} – не более $\pm(0,5+0,05V)$ м/с, где V – измеренная скорость.

4. Блок контроля обеспечивает цифровую индикацию скорости ветра с дискретностью отсчета 0,1 м/с. Количество знаков отсчета – 3.

5. Предусмотрена встроенная световая и звуковая сигнализация – светодиоды «ВНИМАНИЕ» (выше 90% от V_{np}) и «ПРЕД. СКОР.» (выше V_{np}).

6. В анемометре предусмотрены встроенный контроль значения уставки предельной скорости ветра и проверки срабатывания сигнализации.

7. Допустимый ток во внешней нагрузке не должен превышать:

- 3 А для переменного тока напряжением 220 В;
- 5 А для постоянного тока напряжением до 30 В.

8. Время задержки на срабатывание сигнала светодиода «ОПАСНО» – от 0 до 10 с. Дискретность изменений – 1 с.

9. Энергонезависимая память хранит калибровочную характеристику скорости ветра, время задержки на срабатывание сигнала светодиода «ОПАСНО» и уставку предельной скорости ветра.

10. Степень защиты от внешних воздействующих факторов для БК – IP 50; для ДСВ – IP54.

11. Электрическое питание анемометра осуществляется от сети переменного тока напряжением 220_{-33}^{+33} В с частотой 50 Гц или источника постоянного напряжения от 9 до 30 В.

12. Потребляемая мощность – не более 3 ВА.

ДСВ состоит из заключенного в кожух оптронного преобразователя, в нижней части которого находится разъём для подключения соединительного кабеля. На ось преобразователя устанавливается трехлопастная вертушка, которая фиксируется гайкой через уплотнительную шайбу. Вертушка датчика имеет три лопасти, выполненные из пластмассы и имеющие чашечную форму. Конструкцией датчика предусмотрено специальное лабиринтное уплотнение, препятствующее проникновению пыли и влаги внутрь датчика. Собранные таким образом детали датчика помещаются в специальную трубу, закрепленную на кране, и зажимаются винтами. Для крепления датчика в трубе используется специальный стопорный винт.

Датчик содержит заслонку, установленную на оси совместно с вертушкой, воспринимающей давление ветра. При вращении оси заслонка пересекает луч оптронного преобразователя, создавая импульсы, частота которых пропорциональна скорости вращения вертушки ДСВ.

Работа прибора основана на измерении и усреднении периода следования импульсов, формируемых преобразователем, частота которых пропорциональна скорости вращения крыльчатки ДСВ [37].

На передней панели БК расположены трёхразрядное цифровое табло; световые индикаторы: «ОПАСНО», «ПРЕД. СКОР.» – предельная скорость, «ВНИМАНИЕ», «СИГНАЛ»; звуковой сигнализатор; кнопки: «К» – контроль, «Р» – режим, «+», «–».

Установка предельной скорости ветра, времени усреднения измерения и времени задержки включения аварийной сигнализации осуществляется посредством кнопок, расположенных на передней панели. Значения уставок хранятся в энергонезависимой памяти микроконтроллера БК.

БК АСЦ-3 обеспечивает [37]:

- встроенный самоконтроль БК нажатием кнопки «К»;
- индикацию поступления сигнала от ДСВ светодиодом «СИГНАЛ», частота мигания которого пропорциональна скорости вращения вертушки датчика;
- отображение на трёхразрядном цифровом индикаторе значения скорости ветра;
- включение светового индикатора «ВНИМАНИЕ», сопровождающееся прерывистым звуковым сигналом БК;
- включение светового индикатора «ПРЕД. СКОР.», сопровождающееся непрерывным звуковым сигналом;
- включение светового индикатора «ОПАСНО», сопровождающееся непрерывным звуковым сигналом БК;
- срабатывание исполнительного реле.

При достижении скорости ветра более 90% от V_{np} включается предварительная световая и звуковая сигнализация «ВНИМАНИЕ». При дальнейшем увеличении скорости ветра и достижении порывами предельного значения V_{np} включается световая и непрерывная звуковая сигнализация «ПРЕД. СКОР.». При длительности порыва ветра, превышающего время задержки, включается сигнализация «ОПАСНО» и срабатывает исполнительное реле внешнего сигнального устройства [37].

Через разъёмы БК подключаются кабель датчика, кабель питания, кабель подключения к исполнительному реле К1.1 внешнего сигнального устройства (рис. 9.4). Соединительный кабель датчика – двухпроводный экранированный кабель, одним концом подключается к разъёму блока контроля, а другим – к разъёму датчика [37].

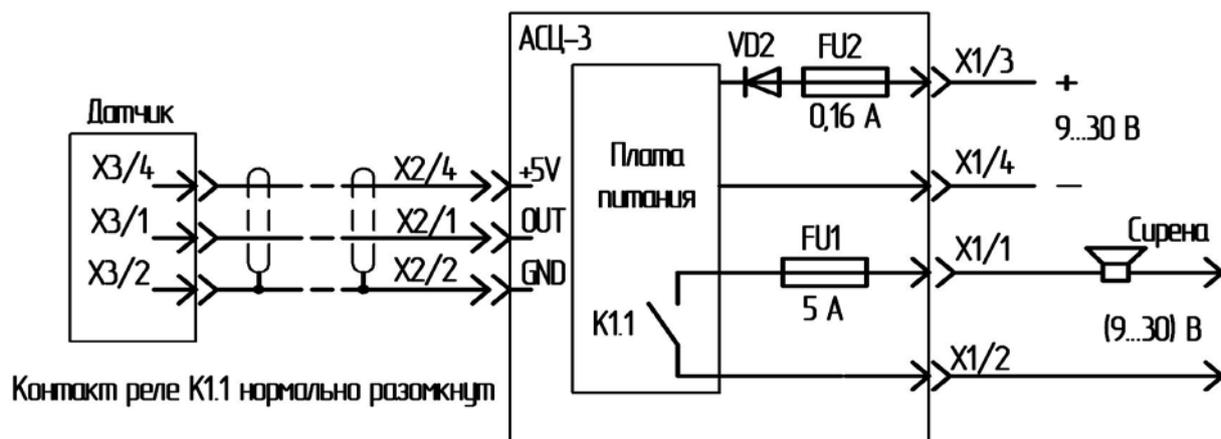


Рис. 9.4. Схема соединений анемометра АСЦ-3

На базе анемометра АСЦ-3 ЗАО Научно-производственным объединением «Техкранэнерго» был разработан мобильный вариант анемометра АСЦ-Р (Р – ручной) (рис. 9.5) [70].

Как и АСЦ-3, анемометры сигнальные цифровые ручные АСЦ-Р предназначены для измерений скорости воздушного потока в промышленных условиях, определения предельной скорости ветра и включения при этом звукового сигнала.

Анемометр состоит из датчика скорости ветра и блока контроля, выполненных единым модулем в цилиндрическом корпусе.

Принцип работы датчика скорости ветра и блока контроля абсолютно аналогичны стационарному варианту прибора.

При достижении скорости воздушного потока (ветра) 75 % от предельной ($V_{np} = 10$ м/с) включается предварительная сигнализация «ВНИМАНИЕ» (прерывистый звуковой сигнал).

При дальнейшем увеличении скорости воздушного потока и достижении предельного значения включается сигнализация *Предельная скорость* (постоянный звуковой сигнал).

Электрическое питание прибора автономное, осуществляется от двух гальванических элементов типа 373 напряжением 1,5 В.

Анемометры АСЦ-Р не имеют ни встроенного, ни внешнего программного обеспечения.



Рис. 9.5. Внешний вид анемометра АСЦ-Р

Контрольные вопросы и задания

1. Какие грузоподъемные краны должны оснащаться анемометрами?
2. Каковы назначение, область применения, устройство и принцип работы сигнальных анемометров М-95-ЦМ и АСЦ-3?
3. Каков принцип измерения скорости ветра в анемометрах М-95-ЦМ и АСЦ-3?
4. Каковы места и особенности установки основных элементов анемометров?
5. Какие пороги срабатывания предварительной и основной сигнализации установлены в анемометрах М-95-ЦМ и АСЦ-3?
6. Какие диапазоны измерения скорости ветра имеют анемометры М-95-ЦМ и АСЦ-3?
7. Какой из анемометров может иметь связь с персональным компьютером и каким образом она реализуется?
8. Для чего предназначены контакты исполнительного реле блока контроля анемометра АСЦ-3?
9. В какой момент происходит срабатывание исполнительного реле блока контроля анемометра АСЦ-3?
10. Какие индикаторы и органы управления расположены на передней панели блока контроля анемометра АСЦ-3?
11. Для чего предназначена кнопка «КОНТРОЛЬ» блока контроля анемометра АСЦ-3?
12. Для чего предназначены кнопки «КОНТР» и «СБРОС» на передней панели измерительного пульта анемометра М-95-ЦМ?
13. В чем отличие анемометров М-95-ЦМ и АСЦ-3?
14. В чем особенности конструкции анемометра АСЦ-Р?

10. ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРИБОРОВ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Эксплуатационное сопровождение приборов и устройств безопасности проводится с целью обеспечения их работоспособности и включает в себя [9]:

- организационное обеспечение;
- техническое обеспечение;
- использование квалифицированных специалистов.

Организационное обеспечение предусматривает комплекс мероприятий по формированию сервисных центров, а также различных предприятий, участков, лабораторий, обеспечивающих проведение всех видов работ по поддержанию приборов и устройств безопасности в исправном состоянии.

Деятельность по монтажу (демонтажу), наладке и ремонту приборов и систем безопасности ГПМ осуществляют специализированные организации, имеющие статус юридического лица и организационную форму, соответствующую требованиям законодательства Российской Федерации, а также частные специализированные организации [9].

Специализированная организация должна [9]:

- располагать необходимым персоналом, а также руководителями и специалистами, имеющими полномочия, необходимые для выполнения своих обязанностей, в том числе выявления случаев отступлений от требований к качеству работ, от процедур проведения работ и для принятия мер по предупреждению или сокращению таких отступлений;
- определить процедуры контроля соблюдения технологических процессов;
- установить ответственность, полномочия и взаимоотношения работников, занятых в управлении, выполнении или проверке выполнения работ.

Технологическая подготовка производства и производственный процесс в специализированной организации должны исключать использование материалов и изделий, на которые отсутствуют сертификаты, паспорта и другие документы, подтверждающие их качество.

Техническим обеспечением являются материалы, комплектующие изделия, инструмент, приспособления, оборудование, обеспечивающее возможность выполнения работ по поддержанию приборов и устройств безопасности в исправном состоянии [9].

Для обеспечения выполнения работ по монтажу (демонтажу), наладке и ремонту приборов и систем безопасности ГПМ в процессе эксплуатации специализированная организация в зависимости от осуществляемых видов деятельности должна иметь [9]:

а) комплекты необходимого оборудования для выполнения работ по контролю технического состояния приборов и систем безопасности до и после выполнения работ;

б) комплект необходимого оборудования для выполнения работ по резке, правке и сварке металла, а также необходимые сварочные материалы. Используемые технологии сварки должны быть аттестованы в установленном порядке;

в) поверенные или калиброванные в установленном порядке контрольно-измерительные приборы и оборудование, позволяющие выполнять наладочные работы, оценивать работоспособность, выполнять ремонт либо регулировку ограничителей, указателей, регистраторов, а также систем управления ГПМ;

г) поверенные или калиброванные контрольно-измерительные приборы, позволяющие оценивать работоспособность и регулировку оборудования ГПМ;

д) оборудование, позволяющее выполнять планово-высотную съемку и рихтовку рельсовых путей (для ГПМ, передвигающихся по рельсам);

е) комплекты рабочих чертежей и документации на технологии ремонта металлоконструкций, монтируемых (ремонтируемых, реконструируемых или модернизируемых) ГПМ;

ж) программы-методики испытания, проведения технических освидетельствований монтируемых (ремонтируемых, реконструируемых или модернизируемых) ГПМ и организацию проведения их испытаний по завершении выполненных работ;

з) необходимое оборудование для выполнения монтажных (демонтажных) работ (такелажные и монтажные приспособления, грузоподъемные механизмы, домкраты, стропы);

и) вспомогательное оборудование (подмости, ограждения), которое может быть использовано при проведении работ;

к) документацию на ГПМ, монтаж (демонтаж), наладка, ремонт, реконструкция или модернизация которого осуществляются.

Для выполнения работ по монтажу (демонтажу), наладке и ремонту приборов и систем безопасности ГПМ необходимо иметь квалифицированных специалистов [9].

Работы на регистраторах, ограничителях и указателях должны выполнять работники специализированных организаций, квалификация которых соответствует требованиям изготовителей (разработчиков), изложенным в эксплуатационных документах ГПМ, регистраторов, ограничителей и указателей [9].

Работы по техническому обслуживанию, замене, ремонту и наладке ограничителей рабочих движений и блокировок, где используются концевые выключатели электромеханического типа, допускается выполнять квалифицированным работникам организации, эксплуатирующей ГПМ [9].

Работы на системах дистанционного управления (радиоуправления) ГПМ должны выполнять работники специализированных организаций, квалификация которых соответствует требованиям изготовителей (разработчиков), изложенным в эксплуатационных документах на ГПМ, и системы дистанционного управления [9].

Подготовка аттестованных специалистов обеспечивается учебными центрами и пунктами, имеющими разрешение на подготовку специалистов по проведению обслуживания и ремонта приборов и устройств безопасности.

Организация, эксплуатирующая ГПМ, должна соблюдать требования руководств (инструкций) по эксплуатации имеющихся в наличии ГПМ и выполнять следующие требования [9]:

- поддерживать эксплуатируемые ГПМ, их приборы и устройства безопасности в работоспособном состоянии, а также не превышать срок службы, заявленный изготовителем в паспорте устройств, без наличия заключения экспертизы промышленной безопасности о возможности его продления;
- не эксплуатировать ГПМ с неработоспособными ограничителями, указателями и регистраторами;
- разработать и утвердить распорядительным актом эксплуатирующей организации инструкции с должностными обязанностями, а также поименный перечень лиц, ответственных за промышленную безопасность в организации из числа ее аттестованных специалистов:
 - специалист, ответственный за осуществление производственного контроля при эксплуатации ГПМ;
 - специалист, ответственный за содержание ГПМ в работоспособном состоянии;
 - специалист, ответственный за безопасное производство работ с применением ГПМ;

- устанавливать порядок контроля обучения и периодической проверки знаний специалистов и персонала, работающих с ограничителями, указателями и регистраторами, а также документально подтверждать его соблюдение с учетом требований руководства (инструкции) по эксплуатации;
- организовывать (в том числе с привлечением специализированных организаций) считывание данных с регистратора параметров не реже сроков, указанных в руководстве (инструкции) по эксплуатации регистратора, осуществлять обработку (расшифровку) этих данных с оформлением протокола, выявлять нарушения правил эксплуатации ГПМ.

10.1. Виды технического обслуживания и ремонта приборов безопасности

Поддержание приборов безопасности в исправном состоянии путем проведения технического обслуживания и ремонта – это обеспечение безопасности работы персонала и людей, находящихся в зоне работы машин, сокращение количества аварий и затрат на ремонт.

Проводятся следующие виды технического обслуживания [7]:

- ежесменное обслуживание ЕО;
- техническое обслуживание ТО1;
- техническое обслуживание ТО2;
- сезонное обслуживание СО.

Кроме этого, при консервации и расконсервации ГПМ проводится консервационное обслуживание (КО) приборов и устройств безопасности, а при транспортировке ГПМ – обслуживание при транспортировке приборов безопасности (ОТ).

Проводятся следующие виды ремонта [7]:

- средний (текущий) ремонт СР;
- капитальный ремонт КР.

При определении периодичности проведения различных видов работ с приборами безопасности следует учитывать целесообразность их совмещения по времени с проведением соответствующих работ на кранах.

Конкретные сведения о содержании, объёме и периодичности всех видов технического обслуживания и ремонта приводятся в эксплуатационной документации на краны и приборы безопасности.

ЕО проводится крановщиком (оператором ГПМ) и включает в себя внешний осмотр, очистку от пыли и грязи наружных поверхностей, контроль целостности пломб, проверку на функционирование; при этом возможно использование контрольных грузов, макета ЛЭП. О проведенном ЕО делается отметка в специальном вахтенном журнале, который должен находиться у оператора ГПМ.

ТО1 выполняется аттестованными наладчиками один раз в месяц. В первую очередь выполняются работы по ЕО. Затем производится выборочно вскрытие приборов, проверка целостности проводного и печатного монтажа, качества пайки и защитных покрытий, крепежа, уплотнений, смазки. При необходимости производится очистка, сушка, затяжка крепежных соединений. После этого обязательно проводится проверка на функционирование и при необходимости настройка приборов безопасности [7].

При проведении ТО1 может использоваться специализированное оборудование, контрольные грузы, макет ЛЭП, имитатор ЛЭП. О проведенном ТО1 делается отметка в вахтенном журнале, может быть составлен протокол выполненных работ.

ТО2 выполняется аттестованными наладчиками один раз в квартал. В первую очередь проводятся работы по ТО1, но с тщательной проверкой и при необходимости мелким ремонтом всех приборов безопасности.

Состояние блокировочных устройств и концевых выключателей проверяют внешним осмотром и опробованием их действия в соответствии с эксплуатационной документацией.

При ТО2 используется специализированное оборудование, а также контрольные грузы, макет ЛЭП (имитатор ЛЭП). О проведенном ТО2 делается отметка в вахтенном журнале, может быть составлен протокол выполненных работ [7].

СО выполняется два раза в год аттестованными наладчиками в объеме ТО2 и совмещается с ТО2 в осенний и весенний периоды времени. Особое внимание уделяется подготовке к очередному сезону: зимнему или летнему. При этом тщательно проверяется состояние печатного монтажа. При необходимости производится пайка, восстановление лакокрасочных покрытий, замена уплотнений и смазочных материалов, ремонт нагревательных элементов. Обращается внимание на состояние кабин кранов и их обогревателей, защитных кожухов датчиков с тем, чтобы своевременно устранить попадание влаги на токоведущие части и контакты разъемов [7].

При сезонном обслуживании используется специализированное оборудование, а также контрольные грузы, макет ЛЭП (имитатор ЛЭП) и делается отметка в вахтенном журнале с оформлением протокола.

При проведении КО приборы безопасности могут размещаться на кранах и вне их (например, на складах). При консервации приборов, находящихся на кранах, выполняются работы в объёме ТО1 или ТО2. Особое внимание обращается на подготовку контактных поверхностей к хранению, предотвращению попадания внутрь блоков и датчиков влаги и пыли, на состояние защитных покрытий. Проводной монтаж не должен иметь контакта с ГСМ [7].

Приборы, установленные в кабине крана, должны быть защищены от попадания на них дождя и снега. Датчики и другие приборы, установленные вне кабины, должны иметь защиту, предусмотренную технической документацией на кран. Желательна дополнительная защита их от влаги с помощью, например пергамина или других подобных материалов.

При расконсервации необходимо выполнить работы в объёме сезонного обслуживания с соответствующим документальным оформлением.

Обслуживание при транспортировке ОТ проводится при разовых перегонах самоходных кранов на расстояние до 500 км и более, а также при транспортировке любых типов кранов в разобранном состоянии [7].

Необходимость обслуживания в условиях перегонов самоходных кранов обусловлена длительным воздействием тряски и ударных нагрузок, что может явиться причиной отказов, а также отклонений фактических значений параметров настройки от требуемых.

Необходимость в обслуживании при транспортировке крана в разобранном состоянии обусловлена его разборкой, а затем сборкой. При этом возможны нарушения целостности контактных соединений, смещения и повреждения датчиков, обрывы в проводном монтаже, ошибки при сборке, попадание влаги и грязи на токоведущие части.

При разборке крана соответствующим образом должны быть подготовлены к транспортировке приборы безопасности, а после сборки крана должна быть проверена правильность их настройки.

Перед транспортировкой крана обслуживание приборов проводится в объёме ТО1, а после транспортировки и сборки – в объёме ТО2 с использованием контрольных грузов, макета ЛЭП (имитатора ЛЭП). О проведенном обслуживании при транспортировке (ОТ) делается отметка в вахтенном журнале. Целесообразно оформление протокола.

СР приборов безопасности проводится в плановом порядке, а также при возникновении неисправностей в приборах безопасности. Объём ремонта определяется фактическим состоянием приборов. СР может выполняться на кране без демонтажа приборов, а также в ремонтной лаборатории с частичным или полным их демонтажом. СР проводится с частичной разборкой блоков и датчиков, но без замены базовых узлов. СР выполняется с полной или частичной заменой отдельных узлов, панелей, элементов, деталей. СР включает в себя все виды работ, предусмотренных ТО2, с использованием при проверке и настройке специализированного оборудования [7].

После СР:

- ограничители грузоподъёмности должны быть проверены контрольными грузами;
- приборы защиты от опасного напряжения должны быть проверены на макете ЛЭП (или с помощью имитатора ЛЭП);
- анемометры должны быть проверены на специализированном стенде СКН-АС2;
- концевые выключатели контактного типа проверяются визуально, концевые выключатели бесконтактного типа ремонту не подлежат и при выходе из строя подлежат замене на исправные;
- устройства защиты при обрыве фаз питающего напряжения должны проверяться на специализированном оборудовании.

После проведения СР должен быть оформлен протокол проверки с указанием типа приборов безопасности, измеряемых параметров, применяемого специализированного оборудования, контрольных грузов, макета ЛЭП (имитатора ЛЭП).

В паспорте на прибор безопасности делается отметка о проведении СР с указанием даты его проведения, предприятия и лица, проводившего ремонт.

Периодичность проведения СР зависит от состояния приборов безопасности и составляет в среднем 2 – 3 года.

КР приборов безопасности проводится после их освидетельствования. Решение о КР принимается владельцем крана или прибора, т.к. затраты на КР близки к стоимости прибора. КР выполняется с полной разборкой и заменой базовых узлов. После КР проводится проверка приборов безопасности с оформлением протокола так же, как после СР [7].

10.2. Освидетельствование и обеспечение сервисных и ремонтных работ с приборами безопасности

ГПМ и их приборы и устройства безопасности должны подвергаться техническому освидетельствованию до их пуска в работу, а также в процессе эксплуатации. Объем работ, порядок и периодичность проведения технических освидетельствований определяются руководством (инструкцией) по эксплуатации.

При отсутствии в руководстве (инструкции) по эксплуатации указаний по проведению технического освидетельствования оно проводится согласно ФНП [9].

ГПМ, их приборы и устройства безопасности в течение срока службы должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию [9]:

- а) частичному – не реже одного раза в 12 месяцев;
- б) полному – не реже одного раза в 3 года, за исключением редко используемых ГПМ, для которых полное техническое освидетельствование проводят 1 раз в 5 лет.

При полном техническом освидетельствовании ГПМ, их приборов и устройств безопасности должны подвергаться [9]:

- а) осмотру;
- б) статическим испытаниям;
- в) динамическим испытаниям;
- д) испытаниям на устойчивость для ГПМ, имеющих в паспорте характеристики устойчивости.

При частичном техническом освидетельствовании статические и динамические испытания ГПМ не проводятся [9].

Внеочередное полное техническое освидетельствование ГПМ, их приборов и устройств безопасности должно проводиться после [9]:

- а) монтажа, вызванного установкой ГПМ на новом месте (кроме подъемников, вышек, стреловых и быстромонтируемых башенных кранов);
- б) реконструкции ГПМ;
- в) ремонта расчетных элементов металлоконструкций ГПМ с заменой элементов или с применением сварки;
- г) установки сменного стрелового оборудования или замены стрелы;
- д) капитального ремонта или замены грузовой или стреловой лебедки;

е) замены грузозахватного органа (проводятся только статические испытания);

ж) замены несущих или вантовых канатов кранов кабельного типа.

Результатом технического освидетельствования является [9]:

а) ГПМ и его установка на месте эксплуатации соответствуют требованиям эксплуатационной документации и настоящих ФНП;

б) ГПМ, её приборы и устройства безопасности находятся в состоянии, обеспечивающем её безопасную работу.

Техническое освидетельствование ГПМ должно проводиться специалистом, ответственным за осуществление производственного контроля при эксплуатации ГПМ, а также при участии специалиста, ответственного за содержание ГПМ в работоспособном состоянии [9].

После проведения освидетельствования в паспорте прибора делается отметка с указанием даты освидетельствования, предприятия и лица, проводившего работы [9].

Техническое обеспечение сервисных и ремонтных работ, проводимых с приборами безопасности, включает в себя [1, 2]:

а) приборы общепромышленного назначения;

б) специализированное оборудование для контроля, диагностирования и настройки;

в) технологическое оборудование, оснастку и приспособления для ремонта;

г) техническую документацию для обслуживания, диагностирования и ремонта.

К измерительным приборам общепромышленного назначения относятся различные электроизмерительные приборы, динамометры, манометры и другие измерительные средства. Все они должны иметь отметки о метрологических поверках. Применяемое специализированное оборудование должно быть аттестовано.

В общем случае работа по ремонту и настройке ограничителя грузоподъёмности складывается из следующих этапов [1, 2]:

- демонтаж;
- ремонт отдельных узлов, входящих в состав ограничителя (датчики, блоки управления и т.д.);
- настройка на стенде в соответствии с эксплуатационной документацией и настроечными данными;
- монтаж на кране;
- проверка (при необходимости подстройка) с контрольными грузами.

Контрольные вопросы и задания

1. Что включает в себя эксплуатационное сопровождение приборов и устройств безопасности?
2. Перечислите и опишите виды технического обслуживания приборов и устройств безопасности.
3. Перечислите и опишите виды ремонта приборов и устройств безопасности.
4. Что устанавливает освидетельствование приборов и устройств безопасности?
5. Перечислите этапы ремонта и настройки ограничителя грузоподъёмности .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенный в учебном пособии материал позволит студентам высшего учебного заведения изучить нормативную документацию по требованиям обеспечения безопасности ГПМ, современное состояние автоматизации защиты ГПМ от опасных режимов работы, номенклатуру приборов и систем безопасности ГПМ, а также назначение, области применения, основные функции, состав, устройство и принцип работы современных приборов и систем безопасности ГПМ, выпускаемых отечественными предприятиями и предприятиями стран СНГ. Контрольные вопросы и задания позволят обучающимся проводить самопроверку изучаемого материала.

Для расширенного изучения, видов, конструкций, отдельных механизмов, узлов, приборов и систем безопасности ГПМ рекомендуется воспользоваться литературой и источниками, приведёнными в библиографическом списке.

Библиографический список

1. Бузуев, И.И. Обеспечение безопасной эксплуатации механизмов подъёма грузоподъёмных машин: учеб. пособие / И.И. Бузуев. – Самара : СамГТУ, 2012. – 88 с.
2. Вахрушев, С.И. Грузоподъёмные машины : учеб. пособие / С.И. Вахрушев. – Пермь : ПНИПУ, 2012. – 152 с.
3. Горелов, В.Г. Особенности эксплуатации приборов безопасности грузоподъёмных машин: монография / В.Н. Горелов, А.С. Неймарк. – Самара : СамГТУ, 2010. – 314 с.
4. Сушинский, В.А. Приборы безопасности грузоподъёмных кранов: учебно-методическое пособие / В.А. Сушинский, Д.М. Маш. – СПб. : ООО фирма «Ольга», 2001. – Ч. II. – 224с.
5. Тайц, В.Г. Безопасная эксплуатация грузоподъёмных машин: учебное пособие для вузов / В.Г. Тайц. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 383 с.
6. Тихонов, Ю. Б. Системы автоматики дорожных и строительных машин : учебно-методическое пособие / Ю. Б. Тихонов. – Омск : СибАДИ, 2009. – 126 с.
7. Приборы безопасности грузоподъёмных машин: сборник документов. Серия 10. Выпуск 66 / сост. : В.С. Котельников, В.А. Сушинский, Н.А. Шишков. – М. : ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2005. – 432 с.
8. ГОСТ 27555–87 (ИСО 4306/1–85). Краны грузоподъёмные. Термины и определения. – Введ. 1989-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 27 с.
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (в ред. приказа от 12.04.2016 № 146) : утверждены приказом ФС по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ от 12.11.2013 № 533 / – М. : ЗАО «НТЦ ПБ», 2014. – 144 с.
10. ПБ 10-157–97. Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-трубоукладчиков : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 20.11.1997 № 44 / В.С. Котельников и др. – М : ООО «НПО ОБТ», 1998. – 62 с.
11. ПБ 10-257–98. Правила устройства и безопасной эксплуатации кранов-манипуляторов : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 31.12.1998 № 79 / В.С. Котельников и др. – М : ООО «НПО ОБТ», 2003. – 170 с.
12. ПБ 10-382–00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных кранов : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 31.12.99 № 98 / В.С. Котельников и др. – М : ООО «НПО ОБТ», 2000. – 266 с.
13. ПБ 10-518–02. Правила устройства и безопасной эксплуатации строительных подъёмников : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 25.06.2002 № 37 / В.С. Котельников и др. – М : ООО «ПИО ОБТ», 2003. – 105 с.
14. ПБ 10-558–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации лифтов : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 16.05.2003 № 31 / В.С. Котельников и др. – М : ООО «ПИО ОБТ», 2003. – 60 с.
15. ПБ 10-611–03. Правила устройства и безопасной эксплуатации подъёмников (вышек) : утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 11.06.2003 № 87 / В.С. Котельников и др. – М : ООО «ПИО ОБТ», 2003. – 42 с.

16. Ограничитель грузоподъемности мостовых и козловых кранов «Волна ОГМК2-01-ХЛ» : руководство по эксплуатации ИВАМ.484469.021-01 РЭ / АО «НИИ измерительных приборов – Новосибирский завод имени Коминтерна». – Новосибирск, 2004. – 37 с.
17. Ограничитель предельной нагрузки крана мостового типа Альфа-М : руководство по эксплуатации ВКАС.484469.001 РЭ / ООО НПП «АСКБ». – Ивантеевка, 2010. – 32 с.
18. Ограничитель нагрузки крана ОНК-140-25: руководство по эксплуатации ЛГФИ.408844.009-25 РЭ / ООО «Арзамасский электромеханический завод». – Арзамас, 1997. – 35 с.
19. Ограничитель нагрузки стрелового крана ОНК-160С: руководство по эксплуатации НПКУ.408844.026-01 РЭ / ООО «Арзамасский электромеханический завод». – Арзамас, 2014. – 79 с.
20. Ограничитель нагрузки стрелового крана ОНК-160Б: руководство по эксплуатации ЛГФИ.408844.025-04 РЭ / ООО «Арзамасский электромеханический завод». – Арзамас, 2014. – 83 с.
21. Ограничитель нагрузки стрелового крана ОНК-160М: руководство по эксплуатации НПКУ.408844.029-01 РЭ / ООО «Арзамасский электромеханический завод». – Арзамас, 2014. – 72 с.
22. Система автоматического ограничителя грузоподъемности АС-АОГ-01м+ исполнение В КС-3577 : руководство по эксплуатации АС-0002.01.000.00м+ РЭ / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2014. – 38 с.
23. Система автоматического ограничителя грузоподъемности АС-АОГ-01м+ исполнение В QY-70К-I : руководство по эксплуатации АС-0002.01.000.00 РЭ / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2014. – 36 с.
24. Система автоматического ограничителя грузоподъемности АС-АОГ-01м+ исполнение В КК-12,5(СМ) : руководство по эксплуатации АС-0002.01.000.00м+ РЭ / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2014. – 26 с.
25. Ограничитель грузоподъемности ОГШ-2.7...2.10 : руководство по эксплуатации ОГШ-2.7...2.10.00.00.00 РЭ. ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2012. – 71 с.
26. Ограничитель предельной грузоподъемности ОПГ11-08 : паспорт РИВП.453618.018-80 ПС. ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2009. – 16 с.
27. Ограничитель грузоподъемности крана-манипулятора ОКМ-1 (с блоком коммутации БК-1) : паспорт ОКМ-1-00.00.00 ПС, руководство по эксплуатации ОКМ-1-00.00.00 РЭ, инструкция по монтажу ОКМ-1-00.00.00 ИМ / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2010. – 18 с.
28. Система автоматического ограничителя грузоподъемности АС-АОГ-02.1 АПП-22.04 : руководство по эксплуатации АС-0003.00.000.00 РЭ / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2014. – 20 с.
29. Прибор безопасности ПБТ-1 : руководство по эксплуатации ЯУСА.451.00.00.000 РЭ / ООО «Яуза-10». – Мытищи, 2004. – 33 с.
30. Ограничитель грузоподъемности ОГШ-4ХЦ: руководство по эксплуатации ОГШ-4ХЦ.00.00.00 РЭ / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2009. – 24 с.

31. Устройство защиты крана от опасного напряжения Барьер-1М : паспорт Б1М-00.00.00 ПС / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 1997. – 21 с.
32. Прибор защиты крана от опасного приближения к ЛЭП «Барьер-2000К»: руководство по эксплуатации Б2000К-00.00.00 РЭ / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2000. – 23 с.
33. Прибор защиты от обрыва фаз «УЗОФ-3М» : паспорт УЗОФ-3М-00.00.00 ПС и руководство по эксплуатации УЗОФ-3М-00.00.00 РЭ / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2014. – 14 с.
34. Прибор защиты при обрыве фаз «ПЗФ1» : руководство по эксплуатации ВКАС.421351.002.00.00 РЭ / ООО НПП «АСКБ». – Ивантеевка, 2010. – 31 с.
35. Креномер сигнальный цифровой КСЦ-1 : руководство по эксплуатации ТКрЭ 317829.000 РЭ / ЗАО НПО «Техкранэнерго». – Владимир, 2009. – 13 с.
36. Анемометр сигнальный цифровой М-95-ЦМ : руководство по эксплуатации ИРШЯ.402131.004.001 РЭ / ООО «ЭПМГГО». – СПб., 2015. – 29 с.
37. Анемометр сигнальный цифровой АСЦ-3 : паспорт ТКрЭ 202108.000 ПС. ЗАО НПО «Техкранэнерго». – Владимир, 2015. – 19 с.
38. Концевые выключатели КУ-701, КУ-703, КУ-704 [Электронный ресурс] / ООО «Промсервис». – Чернигов, 2018. – URL: <http://promservis.cn.ua/koncevik.html> (дата обращения: 20.10.2018).
39. Ограничители высоты подъема серии ВМ [Электронный ресурс] / ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2018. – URL: <http://www.rez.ru/catalog/systems/lmi/vm/> (дата обращения: 20.10.2018).
40. Ограничитель подъема крюка ОПКМ-5.0 [Электронный ресурс] / ЗАО ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/produkcija/ogranichitel-podema-kryuka.html> (дата обращения: 20.10.2018).
41. Ограничители грузоподъемности [Электронный ресурс] / ООО НПП «Элекран». – Одесса, 2018. – URL: http://www.elecran.org.ua/ogran_gruz.html (дата обращения: 20.10.2018).
42. Волна ОГМК1-1 [Электронный ресурс] / ОАО «Новосибирский завод имени Коминтерна». – Новосибирск, 2018. – URL: <http://kvc-zik.narod.ru/> (дата обращения: 20.10.2018).
43. АЛЬФА-М – ограничитель предельной нагрузки крана мостового типа [Электронный ресурс] / ООО НПП «АСКБ». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://www.askb.ru/catalog/index.php?about=27> (дата обращения: 20.10.2018).
44. Прибор безопасности ОГМ240 [Электронный ресурс] / ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2018. – URL: <http://www.rez.ru/catalog/systems/lmi/ogm240/> (дата обращения: 20.10.2018).
45. ОНК-140 [Электронный ресурс] / ООО «Арзамасский электромеханический завод». – Арзамас, 2018. – URL: <http://aemp.ru/stuff/18-onk-140> (дата обращения: 20.10.2018).
46. Наша продукция [Электронный ресурс] / ООО «Арзамасский электромеханический завод». – Арзамас, 2018. – URL: <http://aemp.ru/stuff> (дата обращения: 20.10.2018).
47. АС-АОГ-01м+ исполнение «В» [Электронный ресурс] / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2018. – URL: <http://www.asnpk.ru/-----01-----.html> (дата обращения: 20.10.2018).

48. АС-АОГ-01м+ исполнение «Г» [Электронный ресурс] / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2018. – URL: <http://www.asnpk.ru/-----01-----1.html> (дата обращения: 20.10.2018).
49. АС-АОГ-02.1 [Электронный ресурс] / ООО НПК «Автоматизированные системы». – Ростов н/Д, 2018. – URL: <http://www.asnpk.ru/-----02.1.html> (дата обращения: 20.10.2018).
50. Ограничитель грузоподъёмности крана ОГШ-2 [Электронный ресурс] / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/ogranichiteli-gruzopodemnosti/ogranichitel-gruzopodemnosti-krana-ogsh-2.html> (дата обращения: 20.10.2018).
51. Ограничитель предельного груза ОПГ-2000М [Электронный ресурс] / ЗАО НПО «Техкранэнерго». – Владимир, 2018. – URL: <https://www.pribortke.ru/opg2000m.php> (дата обращения: 20.10.2018).
52. Ограничитель предельной грузоподъёмности ОПГ11 [Электронный ресурс] / ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2018. – URL: <http://www.rez.ru/catalog/systems/lmi/opg11/> (дата обращения: 20.10.2018).
53. Ограничители предельного груза ОКМ-1 [Электронный ресурс] / ЗАО ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/produkcija/ogranichiteli-gruzopodemnosti-okm-1.html> (дата обращения: 20.10.2018).
54. Прибор безопасности ПБЛ240 / ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2018. – URL: <http://www.rez.ru/catalog/systems/lmi/pbl240/> (дата обращения: 20.10.2018).
55. Ограничитель грузоподъёмности ПБТ-1 / ООО «Яуза-10». – Мытищи, 2018. – URL: <http://jausa.narod.ru/PBT.gif?site=jausa&p=367259&g=2&n=2> (дата обращения: 20.10.2018).
56. Прибор безопасности АЗК110 / ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2018. – URL: <http://www.rez.ru/catalog/systems/lmi/azk110/> (дата обращения: 20.10.2018).
57. Ограничитель грузоподъёмности крана ОГШ-4 [Электронный ресурс] / ЗАО «ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/ogranichiteli-gruzopodemnosti/ogranichitel-gruzopodemnosti-ogsh-4.html> (дата обращения: 20.10.2018).
58. Прибор защиты «Барьер-2000Км» [Электронный ресурс] / ЗАО ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/produkcija/pribor-zashhity-barer-2000km.html> (дата обращения: 20.10.2018).
59. Устройство защиты крана УЗК1-2А 1 [Электронный ресурс] / ОАО «Новосибирский завод им. Коминтерна». – Новосибирск, 2018. – URL: <http://kvc-zik.narod.ru/> (дата обращения: 20.10.2018).
60. Прибор защиты УЗОФ-3М [Электронный ресурс] / ЗАО ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/produkcija/pribor-zashhity-uzof-3m.html> (дата обращения: 20.10.2018).
61. ПЗФ1 [Электронный ресурс] / ООО НПП «АСКБ». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://www.askb.ru/catalog/index.php?about=10> (дата обращения: 20.10.2018).

62. Указатель угла наклона УН-1.3 и УН-1.5 [Электронный ресурс] / ЗАО ИТЦ «КРОС». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://itc-kros.ru/produkcija/ukazatel-ugla-naklona-un-1-3-i-un-1-5.html> (дата обращения: 20.10.2018).
63. КП-1.5 – креномер пузырьковый [Электронный ресурс] / ООО НПП «АСКБ». – Ивантеевка, 2018. – URL: <http://www.askb.ru/catalog/index.php?about=11> (дата обращения: 20.10.2018).
64. Креномеры [Электронный ресурс] / ООО ИТЦ «Кран». – М., 2018. – URL: <http://www.ickran.ru/catalog/krenomeri/krenomeri/> (дата обращения: 20.10.2018).
65. Креномер сигнальный цифровой КСЦ-1 [Электронный ресурс] / ЗАО НПО «Техкранэнерго». – Владимир, 2018. – URL: <https://www.pribortke.ru/ksc1.php> (дата обращения: 20.10.2018).
66. Сигнализатор предельного крена СМА.20 [Электронный ресурс] / ООО ИТЦ «Строймашавтоматизация». – М., 2018. – URL: <http://www.ntcsma.ru/signalizator-predelnogo-krena-sma.20> (дата обращения: 20.10.2018).
67. Прибор безопасности ОГМ25.5 / ООО НПП «Резонанс». – Челябинск, 2018. – URL: <http://www.rez.ru/catalog/systems/lmi/ogm25-5/> (дата обращения: 20.10.2018).
68. Анемометр М-95-ЦМ / ООО «ЭПМГГО». – СПб., 2018. – URL: <https://epmggo.com/product/anemometer-m-95-cm.html> (дата обращения: 20.10.2018).
69. Анемометр АСЦ-3 [Электронный ресурс] / ЗАО НПО «Техкранэнерго». – Владимир, 2018. – URL: <https://www.pribortke.ru/asc3.php> (дата обращения: 20.10.2018).
70. Анемометр АСЦ-Р [Электронный ресурс] / ЗАО НПО «Техкранэнерго». – Владимир, 2018. – URL: <https://www.pribortke.ru/ascr.php> (дата обращения: 20.10.2018).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	3
1. Общие сведения о безопасной эксплуатации грузоподъемных машин	4
1.1. Виды и устройство грузоподъемных машин и механизмов	4
1.2. Нормативная база обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных машин.....	6
1.3. Назначение и функции приборов и систем безопасности грузоподъемных машин.....	7
1.4. Классификация приборов и систем безопасности грузоподъемных машин.....	8
1.5. Требования к оснащению и работе приборов безопасности грузоподъемных машин.....	9
Контрольные вопросы и задания	19
2. Концевые выключатели	20
2.1. Назначение, устройство и принцип работы концевых выключателей ..	20
2.2. Концевые выключатели серии КУ.....	22
2.3. Концевые выключатели серии ВМ.....	27
2.4. Ограничитель подъема крюка ОПКМ-5.0.....	29
Контрольные вопросы и задания	30
3. Ограничители грузоподъемности	31
3.1. Назначение и принцип работы ограничителей.....	31
3.2. Виды ограничителей грузоподъемности.....	32
3.3. Требования к ограничителям грузоподъемности.....	33
3.4. Параметры грузоподъемных кранов и характеристики ограничителей грузоподъемности	34
3.5. Электронный ограничитель грузоподъемности ОГБ-2 (ОНК-М)	38
3.6. Электронный ограничитель грузоподъемности ОГБ-3(ЗП).....	43
3.7. Структура и принцип работы ограничителей грузоподъемности микропроцессорного типа	49
3.8. Ограничитель грузоподъемности АСУ ОГП-31А.....	55
3.9. Ограничитель грузоподъемности ПЗК-10(30).....	60
3.10. Ограничители грузоподъемности ОГМК «Волна»	63
3.11. Ограничитель предельной нагрузки «Альфа-М»	67
3.12. Ограничитель грузоподъемности ОГМ240.....	74
3.13. Ограничитель грузоподъемности ОНК-140.....	83
3.14. Ограничители грузоподъемности ОНК-160	93
3.15. Ограничители грузоподъемности АС-АОГ	109
3.16. Ограничители грузоподъемности ОГШ-2.....	123
Контрольные вопросы и задания	131

4. Ограничители грузоподъёмности подъёмников, кранов-манипуляторов и лестниц	133
4.1. Ограничитель предельного груза ОПГ-2000М.....	133
4.2. Ограничитель предельной грузоподъёмности ОПГ11	134
4.3. Ограничитель грузоподъёмности ОКМ-1	136
4.4. Прибор безопасности лестниц ПБЛ240.....	138
4.5. Ограничитель грузоподъёмности АС-АОГ-02.1	142
Контрольные вопросы и задания	147
5. Ограничители грузоподъёмности кранов-трубоукладчиков	148
5.1. Прибор безопасности ПБТ-1	148
5.2. Прибор безопасности АЗК110.....	158
5.3. Ограничитель грузоподъёмности ОГШ-4	163
Контрольные вопросы и задания	171
6. Приборы защиты от опасного приближения к линиям электропередачи.....	173
6.1. Устройство защиты крана от опасного напряжения «Барьер-1М»	173
6.2. Прибор защиты крана от опасного приближения к ЛЭП «Барьер-2000К»	178
6.3. Устройство защиты крана УЗК1-2А	181
Контрольные вопросы и задания	184
7. Приборы защиты от падения груза и стрелы при обрыве фаз питающей электрической сети.....	186
7.1. Устройство защиты электродвигателя от обрыва фаз УЗОФ-3М	186
7.2. Приборы защиты при обрыве фаз ПЗФ1	190
Контрольные вопросы и задания	195
8. Креномеры и сигнализаторы крана	196
8.1. Механические указатели крана	196
8.2. Креномер сигнальный цифровой КСЦ-1	198
8.3. Сигнализатор предельного крена СМА.20	200
8.4. Прибор безопасности ОГМ25.5	202
Контрольные вопросы и задания	204
9. Анемометры	205
9.1. Анемометр сигнальный цифровой М-95-ЦМ.....	205
9.2. Анемометр сигнальный цифровой АСЦ-3.....	210
Контрольные вопросы и задания	214
10. Эксплуатационное сопровождение приборов безопасности грузоподъёмных машин.....	215
10.1. Виды технического обслуживания и ремонта приборов безопасности	218
10.2. Освидетельствование и обеспечение сервисных и ремонтных работ с приборами безопасности	222
Контрольные вопросы и задания	224
Заключение	225
Библиографический список.....	226