Библиотека электромонтера

К. Н. Дубовский

Электрооборудование мостовых кранов

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 296

К. Н. ДУБОВСКИЙ

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ МОСТОВЫХ КРАНОВ

«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1970

6П2.1.081
Д 79
УДК 621.874.002.52-83

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Долгов А. Н., Ежков В. В., Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Устинов П. И.

Дубовский К. Н.

Д 79 Электрооборудование мостовых кранов. М., «Энергия», 1970.

88 с. с илл. (Б-ка электромонтера. Вып. 296).

В брошюре приведены сведения об устройстве мостовых кранов, необходимые для обслуживания и ремонта электрического оборудования кранов. Даны рекомендации по обслуживанию электроблокировки и приборов безопасности. Приводятся положения по правильному обслуживанию кранов. Брошюра предназначена для электромонтеров, обслуживающих мостовые электрические краны.

3-3-10
104-69

6П2.1.081

Дубовский Краснослав Николаевич

Электрооборудование мостовых кранов

Редактор *Г. Г. Родин*
Обложка художника *В. И. Карпова*
Технический редактор *Л. В. Иванова* Корректор *Л. К. Голышева*

Сдано в набор 3/VI 1969 г. Подписано к печати 18/XII 1969 г. Т-16056
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2
Усл. печ. л. 4,62 Уч.-изд. л. 4,74
Тираж 30 000 экз. Цена 17 коп. Зак. 2279

Издательство „Энергия". Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСТРОЙСТВЕ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Мостовые краны называются так потому, что их несущие конструкции выполнены в виде моста, перекинутого через пролет цеха. На концевых балках моста укреплены ходовые колеса, служащие для передвижения вдоль цеха или по специальной эстакаде по подкрановым путям. Мостовые краны могут быть однобалочные и двухбалочные, с ручным или машинным (электрическим) приводом, с кабиной управления, а также управляемые с пола (земли) или специального пульта. В зависимости от типа грузозахватного органа мостовые краны подразделяют на крюковые (с одним или двумя крюками), магнитные и грейферные.

Однобалочные мостовые краны (кран-балки) состоят из прокатной двутавровой балки, прикрепляемой по концам к концевым поперечным балкам, снабженным ходовыми колесами (рис. 1). В качестве грузовой тележки здесь используется ручная или электрическая таль, перемещающаяся по нижней полке двутавровой балки. При больших пролетах главная балка усиливается фермами (вертикальными и горизонтальными).

Тельфер представляет собой грузоподъемный механизм (подвесная лебедка) для подъема и перемещения его вдоль однорельсового пути. Грузоподъемность применяемых электроталей колеблется от 0,1 до 15 *Т*. Электротельферы разделяют на три группы: с вмонтированным в грузовой барабан двигателем; с параллельно расположенными осями барабана и двигателя; с соосным расположением узлов механизма подъема.

Тельферы с вмонтированным в барабан двигателем и с параллельно расположенными осями барабана и двигателя имеют плохое охлаждение двигателя и тормоза, быстрый износ опорных роликов и трудность производства монтажа. Существенными недостатками тель-

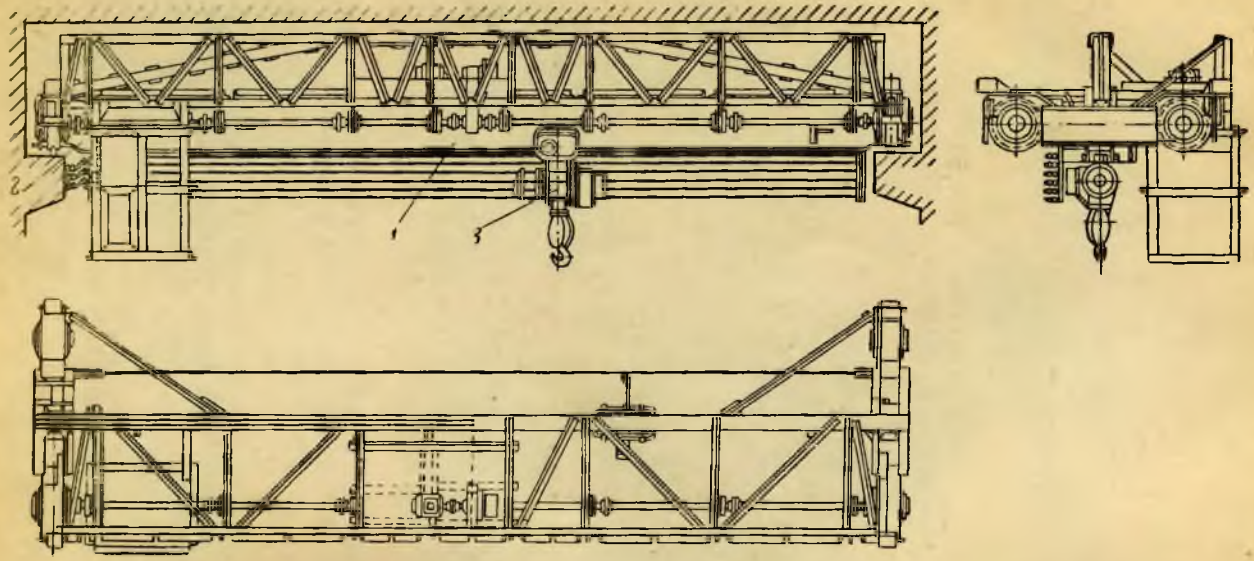


Рис. 1. Общий вид однобалочного мостового крана.

1 — главные (продольные) балки; *2* — концевые (поперечные) балки; *3* — тельфер.

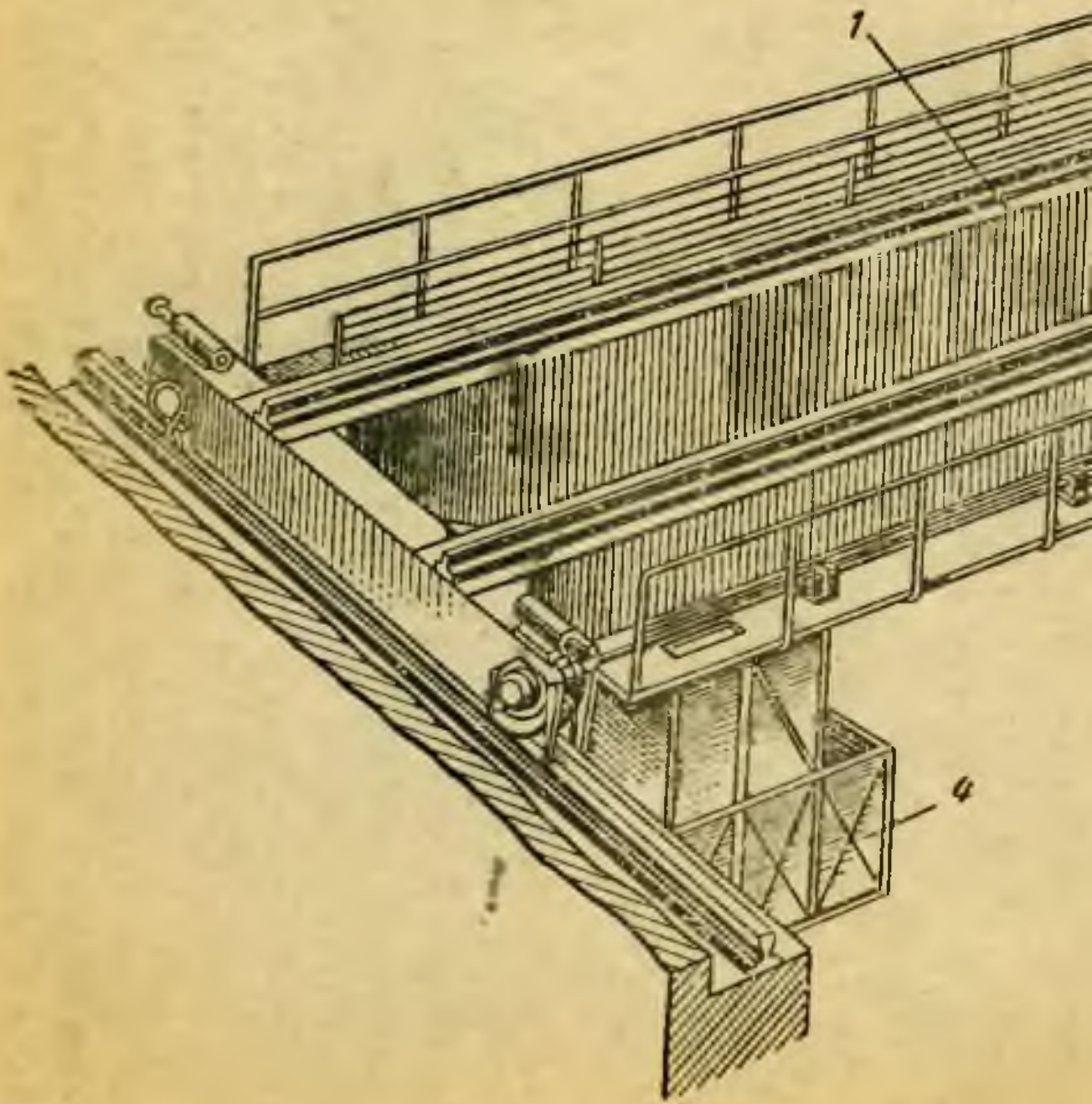
феров с параллельно расположенными осями двигателя и барабана являются большой размер их по ширине, невозможность отдельного изготовления редуктора, плохое центрирование картера редуктора относительно корпуса и наличие опор на подшипниках качения.

Тельфер состоит из асинхронного двигателя подъема груза, корпуса тельфера с грузовым барабаном, редуктора, колодочного или дискового тормоза, каната, крюковой подвески, тележек (ведущей и ведомой) и двух двигателей передвижения. Каждый из перечисленных узлов является самостоятельным, что позволяет быстро производить сборку, разборку и замену узлов. Корпус тельфера представляет собой цилиндрическую сварную коробку из листовой стали толщиной 5 *мм*, на концах которой имеются фланцы с отверстиями под болты для крепления с одной стороны двигателя подъема груза, а с другой — картера редуктора. В верхней части корпуса параллельно друг другу приварены две щеки с ребрами, с помощью которых тельфер подвешивается к траверсе тележки передвижения. В нижней части корпуса, с одной его стороны имеется окно для пропуска грузового каната, а с другой приварена скоба, к которой на пальце крепится подвеска уравнительного блока. Блок и ветви грузового каната, наматываемые на барабан, расположены от вертикальной оси корпуса на одинаковом расстоянии. Благодаря этому зев крюка тельфера находится точно на вертикальной оси корпуса и крюк, будучи нагруженным, не перекосит тельфер. В корпусе размещен грузовой барабан, установленный своими ступицами на подшипниках качения двигателя подъема с одной стороны и на полом валу редуктора — с другой. Полый вал редуктора, на шлицевой поверхности которого крепится барабан, является валом последней ступени редуктора и в то же время служит для пропуска вала-шестерни первой ступени редуктора, передающей усилие с вала двигателя и трансмиссионного вала. Последний расположен в полости грузового барабана и соединен с валом двигателя и валом-шестерней первой ступени редуктора шлицевыми муфтами. Барабан отлит из серого чугуна и на поверхности имеет спиральные канавки, обеспечивающие правильную укладку каната. На барабан наматывают одновременно две ветви каната. Чтобы крюк не перемещался вдоль барабана, канавки нарезаны от концов

к середине барабана, благодаря чему одна ветвь наматывается справа налево, а другая — слева направо.

Двухбалочные мостовые краны (рис. 2) состоят из четырех основных частей: моста с механизмом передвижения *1*, тележки *2*, кабины *4* и электрооборудования. Мост и грузовая тележка имеют самостоятельные механизмы передвижения. Мост передвигается на ходовых колесах по подкрановым путям, уложенным по подкрановым балкам *3* вдоль цеха, а тележка перемещается на колесах по рельсам, уложенным вдоль моста крана. На тележке располагается и механизм подъема, служащий для вертикалького перемещения груза. Обычно на тележках мостовых кранов грузоподъемностью свыше 15 *Т* устанавливается не один, а два механизма подъема — главный и вспомогательный. Вызвано это тем, что поднимать грузы малого веса крюком невыгодно, так как расходуется лишняя энергия и скорость подъема очень мала. Грузоподъемность крана, имеющего два механизма подъема, обозначается дробным числом, где в числителе указывается грузоподъемность главного, а в знаменателе — вспомогательного подъема, например 15/3, 30/5 и т. д. Наличие двух подъемов, например в 100 и 20 *Т*, не дает права поднимать обоими крюками одновременно 120 *Т*. Грузоподъемность крана считается только по главному подъему и составляет в данном случае не более 100 *Т*. У кранов с подъемным электромагнитом на грузовой тележке устанавливается барабан для наматывания кабеля, питающего электромагнит. Барабан имеет кольцевой токоприемник, и для обеспечения равенства скорости кабеля и крюка кинематически связан с валом редуктора грузового барабана. У грейферных кранов на тележке устанавливаются два одинаковых подъемных механизма, один из которых предназначен для подъема, а второй для замыкания грейфера.

Мост крана и его механизм передвижения. Мост крана состоит из жестко соединенных главных и концевых балок. Главные балки располагаются перпендикулярно, а концевые — параллельно подкрановым путям. Мосты кранов обычно изготовляют из стали марки Ст. 3 при помощи сварки. Главные балки выполняют в виде сплошных (одностенчатых или двухстенчатых) балок или решетчатых ферм. Мостовой кран первого типа выполняется из двух балок коробчатого сечения,


1
4

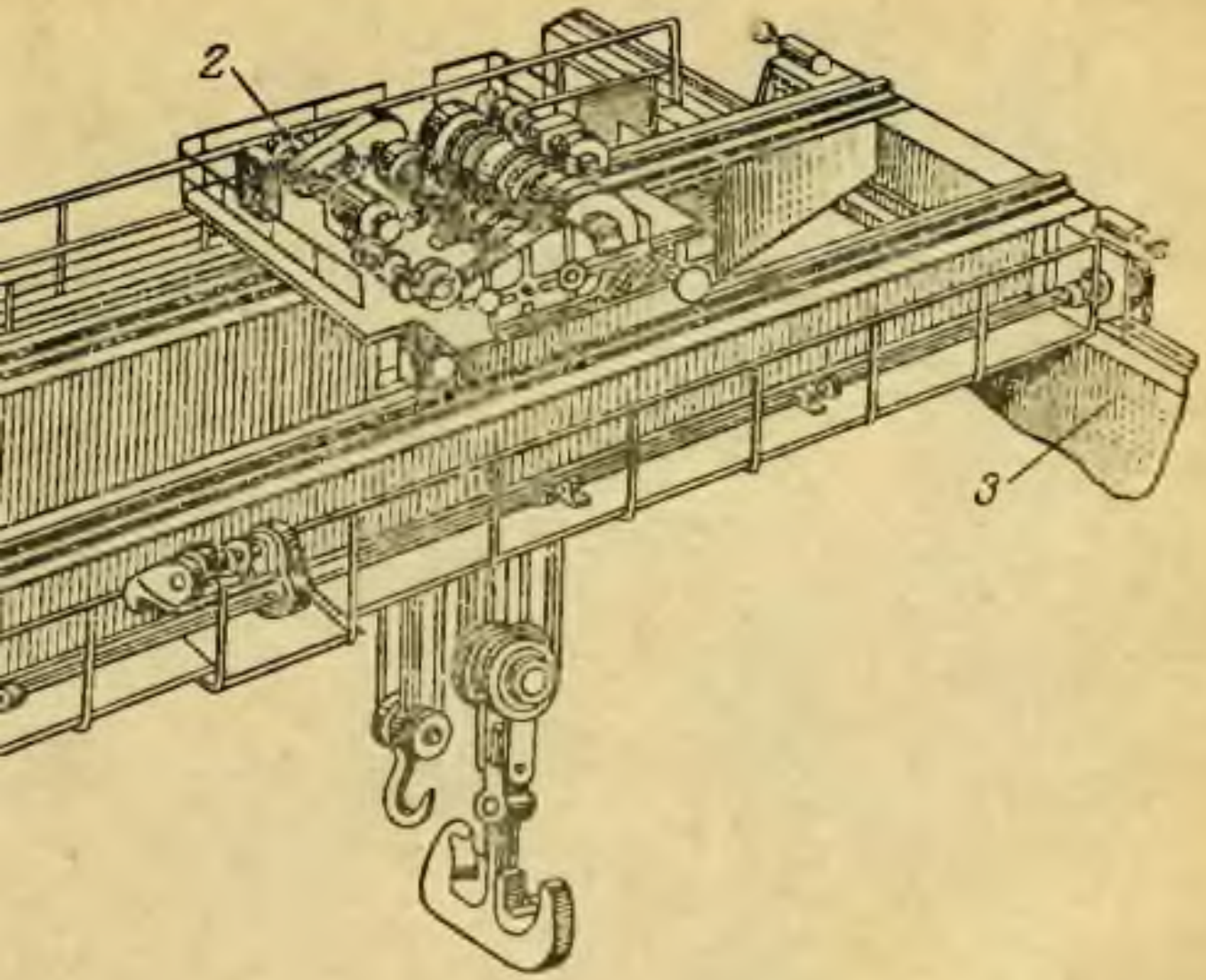


Рис. 2. Общий вид двухбалочного мостового крана.

скрепленных концевыми балками. Внутри с целью придания им жесткости устанавливают косынки (диафрагмы). Мостовой кран второго типа состоит из двух главных (вертикальных), непосредственно воспринимающих нагрузку, двух вспомогательных (вертикальных) и четырех горизонтальных ферм, две из которых расположены в плоскости верхних поясов главных ферм и две — в плоскости нижних поясов. Каждая половина моста, состоящая из четырех ферм, крепится к концевым двухступенчатым балкам. Мост крана передвигается на ходовых колесах, приводимых в движение механизмом передвижения, смонтированным непосредственно на мосту. Передача движения от двигателя, установленного на мосту к ходовым колесам крана, осуществляется с помощью трансмиссионного вала и зубчатых передач. Трансмиссионный вал состоит из отдельных звеньев длиной 4—6 *м*, соединенных жесткими муфтами. Обычно не все ходовые колеса крана соединены с двигателем. Ходовые колеса, соединенные с двигателем, называются приводными, а не соединенные — холостыми.

В зависимости от скорости вращения трансмиссионного вала различают следующие механизмы передвижения моста (рис. 3): с тихоходным трансмиссионным валом. При этой схеме в средней части моста устанавливается двигатель механизма передвижения *1*, вал которого муфтой *2* соединен с цилиндрическим редуктором *3*. Тормоз механизма устанавливается на соединительной муфте *2* или на специальном тормозном шкиве *5* на противоположном валу двигателя. Выходной вал редуктора соединен с трансмиссионным валом *4*, состоящим из отдельных секций;

со среднеходовым трансмиссионным валом. В этой схеме зубчатые передачи находятся не в одном месте, а разделены на две ступени: одна у двигателя, а вторая — у ходовых колес. Эта схема применяется чаще всего на старых кранах.

Выходные валы редукторов с помощью муфт соединяют непосредственно с валами ходовых колес.

В последнее время широко применяется схема механизма передвижения с раздельным приводом. В этой схеме ходовые колеса концевой балки моста приводятся в движение самостоятельным двигателем. При этом между приводами, расположенными на раз-

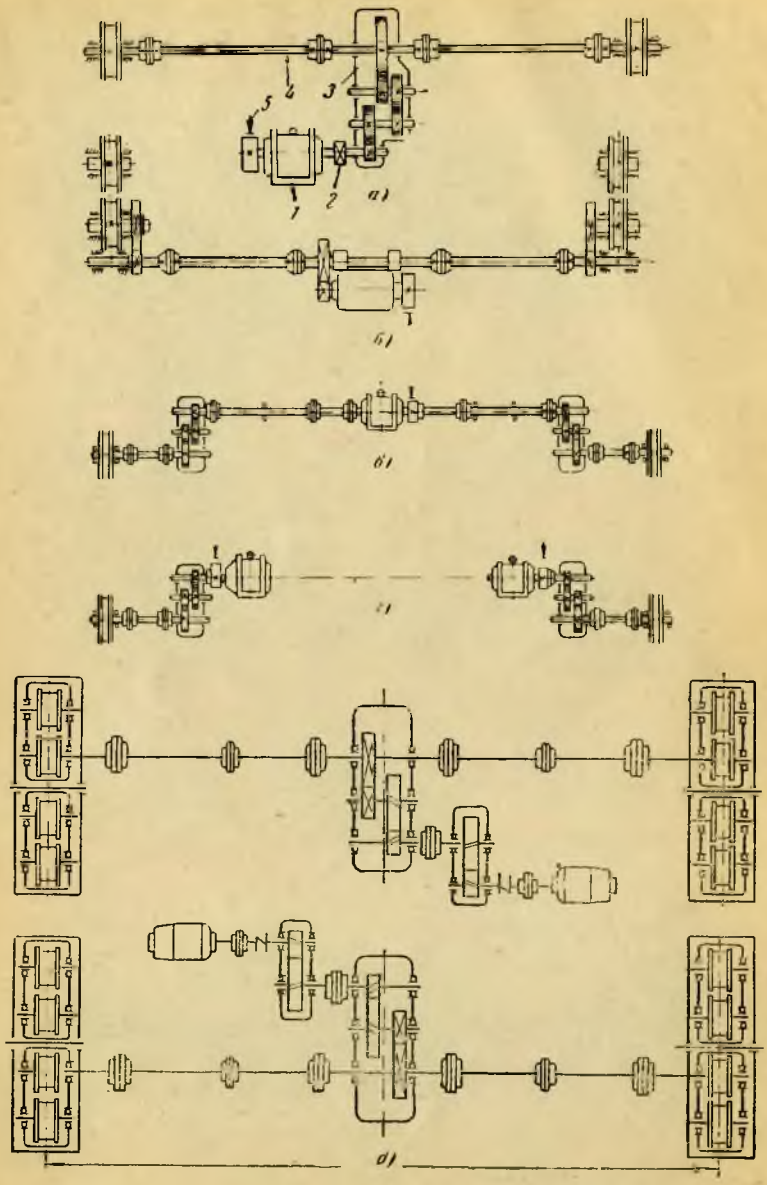


Рис. 3. Схемы механизмов передвижения мостовых кранов

а — с тихоходной трансмиссией; *б* — со среднеходовой трансмиссией; *в* — с быстроходным валом; *г* — с раздельным приводом; *д* — с двумя механизмами передвижения.

личных концевых балках, не предусмотрено никакой электрической связи. Выравнивание концевых балок в движении обеспечивается самой металлоконструкцией крана. Число ходовых колес, на которых перемещается мост крана, зависит от грузоподъемности крана и пролета моста. На кранах грузоподъемностью до 50 *Т* обычно применяют четыре ходовых колеса. На кранах грузоподъемностью 75—125 *Т* и пролетом любой длины, а также на кранах грузоподъемностью 150 *Т* пролетом

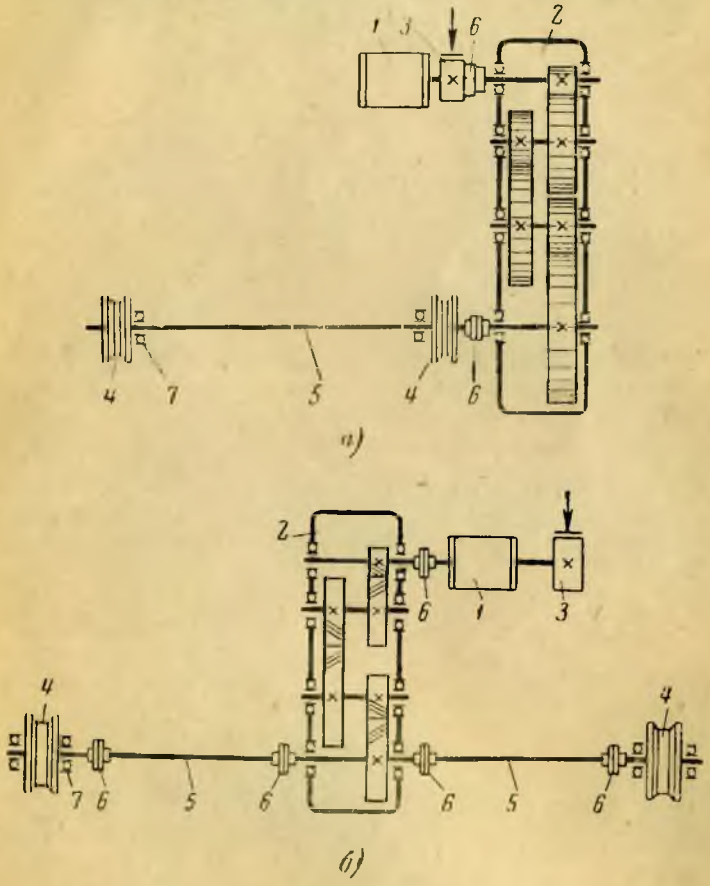


Рис. 4. Схемы механизмов тележек мостовых кранов.

а — механизм передвижения с боковым расположением двигателя; *б* — то же с центральным расположением двигателя; *1* — электродвигатель; *2* — редуктор; *3* — тормоз; *4* — приводное колесо; *5* — вал; *6* — муфта зубчатая; *7* — подшипник.

до 16 *м*, мосты изготовляются с восемью ходовыми колесами. Краны грузоподъемностью 200 и 25 *Т* с любыми пролетами имеют мост, перемещающийся на 16 ходовых колесах.

Для равномерного распределения нагрузки между ходовыми колесами применяют уравновешивающие балансиры. Ходовые колеса устанавливают в балансирах попарно.

Тележка мостового крана представляет собой сварную раму, которая передвигается на ходовых колесах по рельсам, уложенным на главных балках. Тележки кранов малой и средней грузоподъемности обычно имеют четыре ходовых колеса, кранов большей грузоподъемности (более 200 *Т*) имеют восемь ходовых колес. Для крепления колес в этом случае используют балансиры. Ходовые колеса тележки приводятся в движение механизмом передвижения тележки, который состоит из двигателя, редуктора и вала, передающего движение от редуктора ходовым колесам. Механизмы передвижения тележек представлены на рис. 4.

По конструкции крановые тележки (рис. 5) разделяют на крюковые, грейферные и магнитные.

У крюковой тележки вал двигателя механизма подъема соединяется с быстроходовым валом редуктора при помощи зубчатой или упругой муфты. Тихоходный вал редуктора также при помощи муфты соединяется с валом, на котором находится барабан. От барабана движение передается крюку при помощи полиспаста. В подъемных механизмах малой грузоподъемности часто применяют простой двукратный полиспаст.

На кранах грузоподъемностью более 125 *Т* устанавливают шестикратные полиспасты. В сдвоенных двух-, четырех- и шестикратных полиспастах ось уравнительного блока неподвижно закреплена на раме тележки. В трехкратных полиспастах уравнительный блок располагают между подвижными блоками, и при работе полиспаста он перемещается вместе с ними. К оси подвижных блоков крепится крюк крана.

Конструкция грейферной тележки крана показана на рис. 6. В этом случае мост крана, его механизм передвижения и механизм передвижения тележки грейферного мостового крана выполнены так, как и у кранов с крюковой тележкой. На тележке с четырехканатным грейфером устанавливают два самостоятельных

механизма подъема. На грузовой барабан одного из них наматывают канаты подъема грейфера, а на грузовой барабан другого — канаты замыкания челюстей грейфера. Имеется одно-, двух-, трех, и четрехканатные

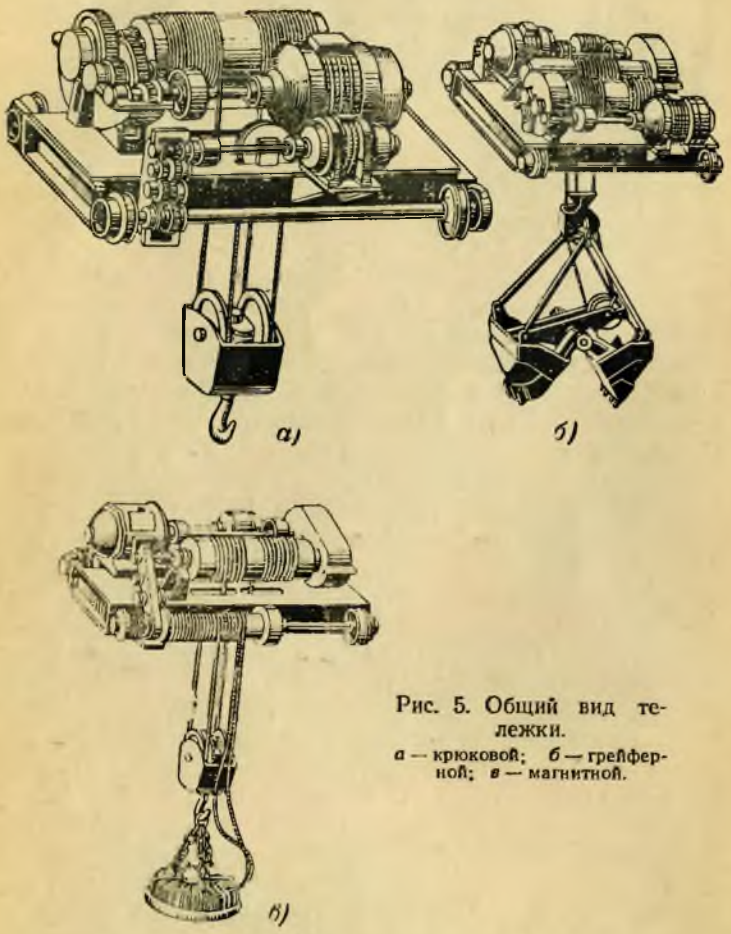


Рис. 5. Общий вид тележки.
а — крюковой; *б* — грейферной; *в* — магнитной.

и моторные грейферы. На мостовых кранах в большинстве случаев применяются четырехканатные грейферы (два каната замыкания челюстей и два каната подъема грейфера) и моторные.

Устройство четырехканатного грейфера и очередность операций при захвате и подъеме груза показаны

на рис. 7. К двум барабанам *А* и *Б* прикреплены канаты *2* и *3*, концы которых закрепляются на грейфере и на его блоке. Барабаны могут вращаться в любом направлении с различной скоростью. Если скорости вращения барабанов равны и направление вращения совпадает, грейфер поднимается или опускается. При этом канаты *2* и *3* наматываются на свои барабаны или раз-

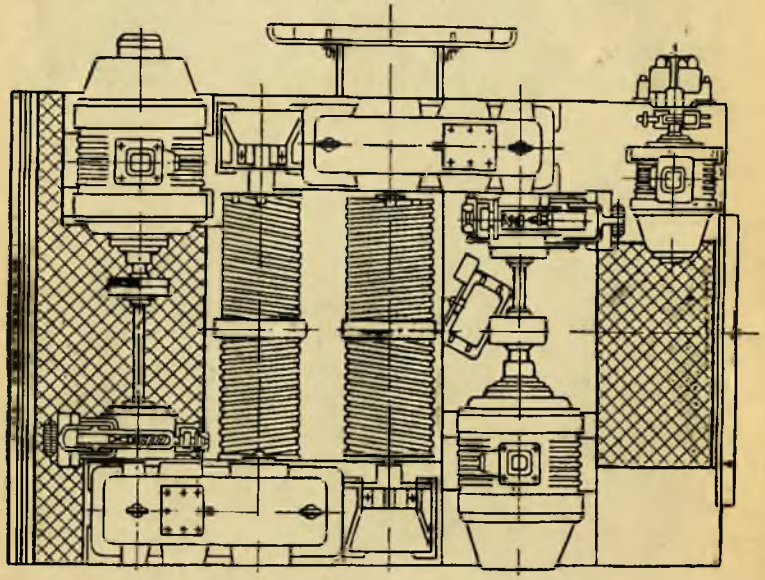


Рис. 6. Конструкция грейферной тележки.

матываются с них. Когда скорости барабанов разные или барабаны вращаются в разные стороны, происходит перемещение канатов относительно друг друга и грейфер раскрывается или закрывается. Таким образом, для подъема или спуска грейфера следует наматывать или разматывать канаты с одинаковой скоростью, а для закрывания и открывания грейфера необходимо относительное перемещение канатов, т. е., чтобы открытый грейфер, опущенный на материал, закрыть, необходимо остановить барабан *Б* так, чтобы канаты *3* несколько ослабли и грейфер под действием собственной тяжести врезался бы в материал. Затем необходимо включить барабан *А* на подъем и закрыть грейфер.

Когда грейфер закроется и начнет подниматься, включают на подъем барабан *Б*. В связи с этим канаты *3* быстро натягиваются, и нагрузка поровну распределится между четырьмя канатами. После подъема барабан *Б* необходимо остановить для разгрузки грейфера, а барабан *А* включить в сторону спуска, и грейфер под действием тяжести материала откроет челюсти. Когда грейфер открыт, он висит на канатах *3*, спуск его происходит также на этих канатах, в то время как канаты *2* разматываются с той же скоростью. Спуск закрытого грейфера происходит на всех четырех канатах.

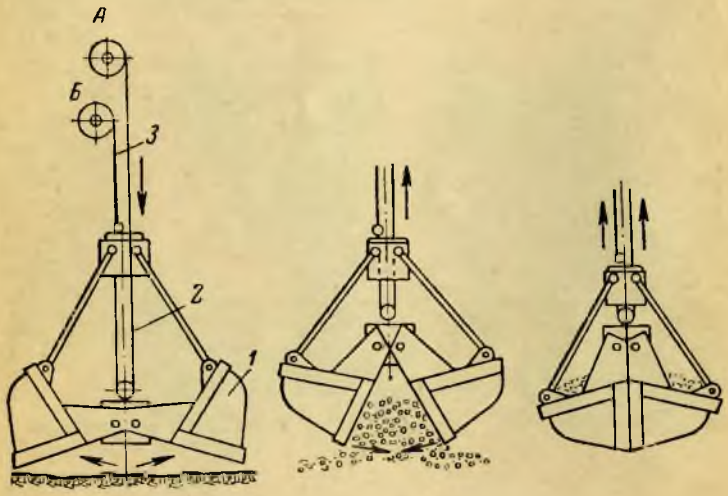


Рис. 7. Схема работы грейфера.
1 — челюсти грейфера; *2* — канаты замыкания; *3* — канаты подъема.

Как видно из схемы управления грейферными лебедками, возникает необходимость включать оба двигателя грейфера одновременно (при подъеме закрытого грейфера) или разновременно, держа контроллеры в разных положениях относительно друг друга (при открывании и закрывании грейфера), что трудно делать крановщику. Для облегчения управления в ряде конструкций грейферных лебедок устраивают механическую или электрическую связь между обеими лебедками, причем более удачными являются электрические аппа-

раты, производящие переключение в схеме двигателей при возникновении разницы в скорости вращения, сделанной обоими барабанами (дифференциальные переключатели или автоматы). Запасовка каната грейфера показана на рис. 8.

Моторный грейфер имеет обычную схему включения подъемного двигателя; двигатель закрывания располагается не на тележке, а находится на самом грейфере, получая питание через гибкий кабель, и выключается в конечных положениях челюстей грейфера конечными выключателями. При моторном грейфере применяется

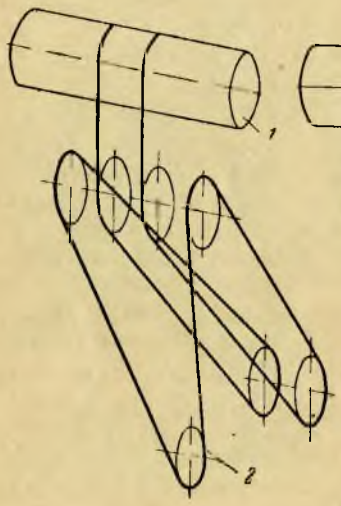


Рис. 8. Запасовка канатов грейфера.
1 — барабан замыкания;
2 — уравнительный блок;
3 — барабан подъема;
4 — верхняя головка грейфера.

обычная, а не грейферная тележка, так как грейфер цепляется непосредственно на крюк крана и фактически такой кран не является грейферным. Грейфер в этом случае является сменным грузозахватным приспособлением.

Магнитная тележка отличается от крюковой лишь наличием кабельного барабана (рис. 9) с кольцевыми токоприемниками, установленного на двух подшипниках на раме тележки параллельно грузовому барабану. Для обеспечения равенства скоростей кабеля и крюка кабельный барабан связан с входным валом редуктора при помощи зубчатой передачи с паразитной шестер-

ней. Грузовой электромагнит подвешивается непосредственно на грузовой крюк. Питание к магниту поступает через троллеи и гибкий кабель. Управление механизмом передвижения моста осуществляется магнитной станцией, тележкой — силовым контроллером, подъемным механизмом — магнитной станцией. Цепи управления всех панелей магнитных контроллеров, кроме панели ПМС, подключаются к цепи питания после линейного кантактора защитной панели. При срабатывании контакта люка или разрыве цепи аварийного выключателя все троллеи обесточиваются и двигатели отключаются. Нельзя допускать, чтобы контакт люка отключал также питание подъемного магнита. Для этого цепь управления пускателем преобразователя присоединяют помимо линейного контактора. Схема должна обеспечить остановку крана под действием контакта люка, двери и конечных выключателей без отключения магнита. На кранах, работающих от сетей трехфазного тока, необходимый для электромагнита постоянный ток вырабатывается специальным двигатель - генератором, установленным на мосту крана.

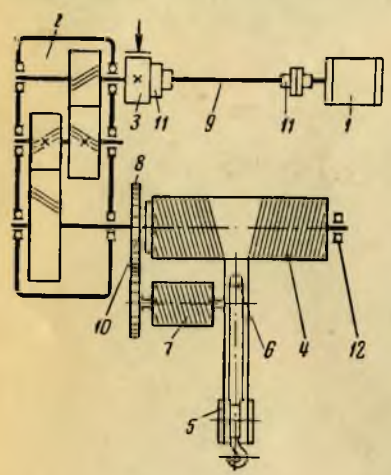


Рис. 9. Кинематическая схема магнитной тележки.

1 — двигатель; *2* — редуктор; *3* — тормоз; *4* — барабан; *5* — подвеска; *6* — уравнительный блок; *7* — кабельный барабан; *8* — передача к кабельному барабану; *9* — вал плавающий; *10* — ступица зубчатая; *11* — зубчатая муфта; *12* — подшипник.

Двигатель-генератор состоит из асинхронного короткозамкнутого двигателя трехфазного тока, пускаемого в ход магнитным пускателем, и из генератора постоянного тока. Постоянный ток поступает в панель управления грузоподъемным электромагнитом типа ПМС и командоконтроллер типа ВУ-501, предназначенный для включения электромагнита. Далее от панели ПМС через троллеи и токоприемники ток поступает на тележку крана. Схема питания электромагнита приведена на

рис. 10. Захват груза электромагнитом происходит при включении тока в его катушку. Магнитный поток, создаваемый током катушки, замыкается через поднимаемый груз. Отпадание груза происходит при выключении тока из катушки электромагнита. Сталь полюсов плиты грузоподъемного электромагнита и полюсных наконечников способна намагничиваться и сохранять остаточный магнетизм после того, как выключен ток из катушки. Поэтому легкие грузы не всегда отпадают от магнита и остаются притянутыми. Для полного размаг-

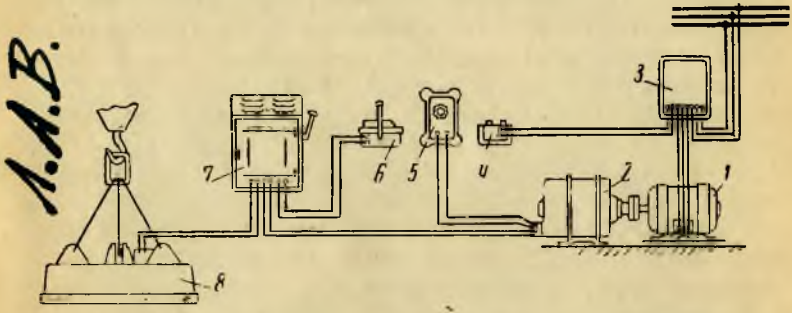


Рис. 10. Схема питания грузоподъемного электромагнита.

1 — асинхронный электродвигатель; *2* — генератор постоянного тока; *3* — магнитный пускатель; *4* — кнопка управления; *5* — регулятор возбуждения; *6* — командоконтроллер; *7* — магнитный контроллер; *8* — грузоподъемный электромагнит.

ничивания плиты грузоподъемного электромагнита после ее выключения дают кратковременное протекание тока небольшой величины обратного направления через катушку магнита.

Подъемная сила электромагнита зависит от свойств груза и его формы, плотности укладки груза и его температуры. Химический состав поднимаемых изделий также влияет на подъемную силу магнита.

2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КРАНОВ

Вал предназначен для передачи крутящего момента от одной детали к другой. В отличие от валов оси не предназначены для передачи крутящего момента и служат только в качестве опоры для закрепленных на них вращающихся деталей. В зависимости от места установки оси бывают вращающиеся или неподвижные.

Муфты служат для непосредственной передачи вращения между валами, лежащими на одной оси, или от вала к сидящему на нем вхолостую шкиву или зубчатому колесу. В крановых механизмах муфты служат для соединения валов друг с другом.

Подшипники служат опорами для вращающихся осей и валов. По принципу работы подшипники делятся на подшипники качения и скольжения. В подшипниках скольжения опорная шейка вала скользит по поверхности вкладыша или втулки. Для уменьшения износа шейки вала от действия сил трения вкладыши изготовляют из антифрикционных сплавов и хорошо смазывают. Чтобы свести до минимума силы трения в подшипнике, полностью устранить износ шеек валов применяют подшипники качения. В таких подшипниках между кольцом, сидящим на шейке вала, и кольцом в корпусе опоры помещают шарики или ролики. В кранах (в редукторах, опорах барабанов, ходовых колес, трансмиссионных валов и т. п.) наибольшее применение имеют подшипники качения. В зависимости от характера нагружения подшипников, конструктивных и эксплуатационных требований, предъявляемых к узлу или механизму, применяют:

радиальные подшипники качения, которые предназначены для восприятия нагрузок, направленных по радиусу окружности шейки вала, т. е. как бы поперек вала;

упорные подшипники, предназначенные для удержания вала от усилия, направленного вдоль оси;

радиально-упорные подшипники, предназначенные там, где нагрузки действуют вдоль и поперек вала.

Радиальные подшипники весьма чувствительны к перекосам. Даже при незначительном перекосе возникают усилия, приводящие к нагреву или разрушению подшипника. Поэтому в тех случаях, когда незначительный перекос неизбежен или нет гарантии, что он не возникнет, применяют самоустанавливающиеся подшипники.

Зубчатые и червячные передачи. Между валом двигателя и приемным органом механизма обычно вводят промежуточные передачи. Передача — это механическое устройство, которое передает энергию от источника к потребителю. Она необходима не только для передачи вращения, но и для изменения скорости рабочего ор-

гана по сравнению со скоростью двигателя, а также для преобразования движения или направления его. Если необходимо увеличить скорость вращения, то ведущее зубчатое колесо должно иметь большее число зубьев, а следовательно, и больший диаметр по сравнению с ведомым. Если же нужно уменьшить скорость вращения, то ведомое зубчатое колесо должно иметь больше зубьев по сравнению с ведущим.

Цилиндрические передачи предназначены для передачи вращения между параллельными, близко расположенными валами. Цилиндрические шестерни бывают с прямыми, косыми и шевронными зубьями. Конические передачи используют там, где валы расположены под углом 90° и лежат в одной плоскости. Червячная передача применяется в тех случаях, если необходимо получить большое передаточное число и сохранить компактности машины. Валы расположены под углом 90° в разных плоскостях. Червячные валы бывают одно-, двух- или трехзаходные и т. д.

Редукторы. Зубчатые передачи бывают открытого и закрытого типа. Закрытые передачи представляют собой стальной или чугунный корпус, в котором помещается передача. При этом получается отдельная часть механизма, называемая редуктором, который удобен тем, что защищает передачу от грязи, обеспечивает хорошую смазку в масляной ванне и улучшает точность зацепления зубьев шестерен. Редуктор позволяет получить более компактную передачу: при небольшой разнице в размерах корпуса в зависимости от числа пар зубчатых колес он может быть двух- или трехступенчатым и т. д.

Грузовые барабаны. Крановые барабаны служат для наматывания на них грузового каната. Изготовляют барабаны обычно в виде полого чугунного или стального литого цилиндра, на наружной поверхности которого сделаны винтовые желобки (ручьи) для навивки каната. Чтобы не допускать износа каната при навивке, диаметр ручья выполняют несколько больше диаметра каната. Диаметр барабана с диаметром применяемого каната связан соотношением: для кранов с легким режимом работы барабан должен быть в 19 раз больше диаметра каната, для среднего — в 24, для тяжелого — в 29 раз.

Барабан приводится во вращение привернутым непосредственно к нему зубчатым венцом или специальной шестерней, посаженной на вал барабана.

Канаты (тросы) на кранах применяют для подъема груза, а также для изготовления грузозахватных приспособлений. Канат изготовляют из отдельных свитых проволочек. Канат, свитый из отдельных проволочек, называется канатом одинарной свивки. Если проволоки предварительно свиваются в пряди, а пряди — в канат, то канат называют канатом двойной свивки. Канаты одинарной свивки очень жестки и не обладают достаточной гибкостью при движении по блокам. Пеньковый сердечник, расположенный в центре каната и пропитанный смазочным материалом, необходим как основа, относительно которой происходит свивание прядей, он же служит своеобразным хранилищем смазки и придает канату лучшую гибкость.

Свивка канатов бывает односторонняя и крестовая. При односторонней свивке отдельные проволоки свиты в пряди по спирали в том же направлении, что и пряди в канате, а при крестовой свивке направление проволок в прядях противоположно направлению прядей в канате.

Шагом свивки называется участок каната, на протяжении которого прядь делает полный оборот вокруг оси каната.

На кранах применяют канаты двойной свивки, в поперечном сечении которых имеется шесть прядей. Число проволок в пряди бывает различным. По стандарту выпускают канаты, в прядях которых имеется 19 или 37 проволок. Эти канаты сокращенно обозначаются $6\times19+1$ и $6\times37+1$.

Грузовые крюки имеют один или два рога. Крюки бывают кованые, штампованные и пластинчатые (состоящие из нескольких пластин, соединенных заклепками). Не допускается применение на кранах литых и сварных крюков. На кранах грузоподъемностью до 75 *Т* применяют штампованные и кованые крюки, а при грузоподъемности крана свыше 100 *Т* применяются пластинчатые крюки, снабженные вкладышами для равномерного распределения нагрузки между пластинами. Для предохранения строповых канатов от перетирания края вкладышей закругляют. Возможность внезапного разрушения пластинчатых крюков меньше, чем кованых, так как в первых в большинстве случаев начинает разрушаться одна какая-либо пластина, что легче заметить, чем трещину в штампованном или кованом

крюке. Пластинчатые крюки больших размеров легче изготовлять.

Ходовые колеса. Мост и тележка крана опираются на рельсы и передвигаются по ним на ходовых колесах, которые бывают рабочие и холостые. Рабочие колеса являются приводными, их вращает механизм хода моста или тележки. Холостые ходовые колеса служат лишь опорой моста или тележки. Ходовые колеса в зависимости от формы обода делятся на цилиндрические и конические. Чтобы ходовое колесо не сошло с подкрановых путей, на нем сделаны реборды. В современных кранах ходовые колеса устанавливаются на подшипниках качения.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КРАНОВ

Мостовые краны получают питание также от цеховых подстанций или распределительных щитов. Напряжение сначала подается по проводам или кабелям, а затем через контактные провода (троллеи), проложенные по колоннам цеха вдоль пути крана,— на скользящие токоприемники, прикрепленные к мосту крана. От токоприемников напряжение поступает в защитную панель, находящуюся в кабине машиниста крана, и через контроллеры — к двигателям и тормозным электромагнитам. На защитной панели установлены вводный рубильник, контакторы и защитные реле. Эта аппаратура защищает двигатели от перегрузок и повреждений при коротких замыканиях. Электрические блокировки, предусмотренные в схеме защитной панели, не позволяют машинисту нарушать правильный порядок управления механизмами крана. Например, аппаратура защитной панели включится и подаст напряжение к контроллерам только в том случае, если все контроллеры будут поставлены в нулевое (нерабочее) положение. Это одно из требований техники безопасности.

В комплект электрооборудования каждого механизма крана входят двигатели, тормозные электромагниты, конечные выключатели, контроллеры, контакторы и пускорегулирующие сопротивления.

Двигатели приводят в действие все механизмы крана. С помощью тормозных электромагнитов управляются тормоза крановых механизмов. Контроллеры

с контакторами и сопротивлениями служат для пуска и остановки двигателей и регулирования скорости движения механизмов. Краны снабжаются различными приборами безопасности, назначение и конструкция которых будут описаны в соответствующем разделе.

Крановые двигатели переменного тока. Для приведения в действие механизмов крана применяют асинхронные двигатели трехфазного тока. Двигатели изготовляют с фазным или короткозамкнутым ротором. Статор этих двигателей собирают из изолированных листов электротехнической стали толщиной 0,5 *мм*. В пазы статора укладывают обмотки, которые выведены на доску зажимов, находящуюся на корпусе двигателя.

Фазный ротор асинхронного двигателя состоит из сердечника, изготовленного, как и статор, из листовой стали с пазами для укладки обмотки. Сердечник посажен на вал, который укреплен в шарико- или роликоподшипниках, установленных в подшипниковых щитах. Обмотку ротора выполняют из медных изолированных шин, образующих три фазные катушки, концы которых соединяют вместе, а начала выводят к трем медным контактным кольцам, насаженным на общий вал ротора. Кольца с помощью медно-графитных щеток, прижимаемых к кольцам пружинными щеткодержателями, соединены с пуско-регулирующим сопротивлением.

Короткозамкнутый ротор асинхронного двигателя состоит из медных или алюминиевых стержней круглого или прямоугольного сечения, приваренных или отлитых заодно с бронзовыми или алюминиевыми кольцами большого сечения. По форме этот ротор напоминает беличье колесо,

Крановые электродвигатели с фазным ротором обозначаются МТ, с короткозамкнутым ротором — МТК. Эти двигатели рассчитаны в большинстве случаев на напряжение 220/380 *в*. Если напряжение питающей сети 220 *в*, статорную обмотку двигателя соединяют треугольником; при 380 *в* — звездой. В паспорте крановых двигателей мощность указана при продолжительности включения (ПВ), равной 25%. При увеличении или уменьшении ПВ соответственно уменьшается или увеличивается и мощность двигателя. Отсюда следует, что один и тот же двигатель может работать с большей нагрузкой в течение короткого промежутка времени и длительный период — с меньшей нагрузкой.

Отношение максимального момента к номинальному в крановых электродвигателях типа МТ находится в пределах 2,5—3. Это позволяет двигателю наряду с кратковременной перегрузкой надежно работать при некоторых колебаниях напряжения сети, которое допускается не более 15%. Двигатели типа МТК имеют начальный пусковой момент в 2,6—3,2 раза больше номинального. Асинхронный двигатель имеет достаточ-

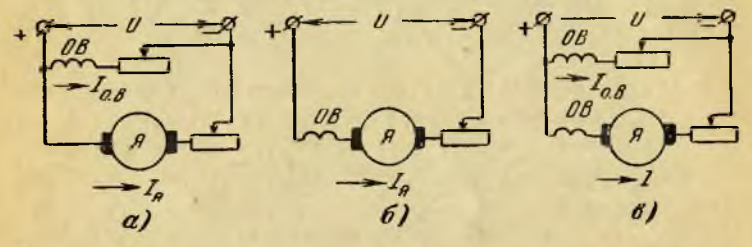


Рис. 11. Схемы соединения обмоток двигателей постоянного тока. *а* — параллельного; *б* — последовательного; *в* — смешанного возбуждения: *Я* — якорь; *ОВ* — обмотка возбуждения; *υ* — напряжение сети; $I_Я$ — ток якоря; $I_{о.в}$ — ток обмотки параллельного возбуждения.

но жесткую характеристику — мало изменяет скорость вращения при изменении нагрузки. В пределах нормальной нагрузки и допустимых перегрузок между током двигателя и нагрузкой на валу существует пропорциональная зависимость: с увеличением нагрузки двигатель потребляет из сети больший ток и большую мощность. При работе вхолостую асинхронный двигатель потребляет из сети намагничивающий ток, нужный для создания вращающегося магнитного поля. Намагничивающий ток у крановых двигателей переменного тока достигает 60—70% номинального тока при ПВ= =25%. Коэффициент мощности (косинус фи) асинхронных двигателей невысокий и при номинальной нагрузке равен 0,68—0,73.

Крановые двигатели постоянного тока состоят из индуктора, якоря с обмоткой и коллектором, щитов с подшипниками и щеткодержателями со щетками. Индуктор состоит из станины, главных и дополнительных полюсов с катушками. Станина предназначена для крепления на ней полюсов с катушками возбуждения, а также для прохождения через нее магнитного потока

полюсов. У двигателей четыре главных и четыре добавочных полюса. По способу возбуждения двигатели типа МП, КПДН и ДП изготовляют с последовательным, параллельным и смешанным возбуждением. Двигатели с последовательным возбуждением применяют главным образом на мостовых кранах; с параллельным и смешанным возбуждением — для вспомогательных механизмов металлургического производства и в системах электропривода генератор — двигатель. Схемы соединения обмоток двигателей постоянного тока показаны на рис. 11.

В двигателе параллельного возбуждения ток возбуждения независимо от нагрузки имеет постоянную величину, и это придает ему жесткую характеристику. Скорость вращения двигателя параллельного возбуждения почти не изменяется при изменении нагрузки на его валу. В двигателе последовательного возбуждения магнитный поток изменяется с изменением тока нагрузки, и это придает двигателю мягкую характеристику, его скорость значительно изменяется при изменении нагрузки. Так, например, крановый двигатель типа ДП-42 при мощности 40 *квт* развивает 490 *об/мин*, а при мощности 20 *квт* — 680 *об/мин*. Мягкая характеристика двигателей последовательного возбуждения наиболее подходит для крановых механизмов. Так, при работе с полной нагрузкой механизм будет двигаться со скоростью, предусмотренной паспортом двигателя, а при холостом ходе механизма, т. е. при малой загрузке, скорость возрастет в 1,5—2 раза. Это значит, что непроизводительный холостой пробег механизм выполнит быстрее, а это в свою очередь способствует повышению производительности труда. Однако двигатели последовательного возбуждения не могут работать совсем без нагрузки, так как в этом случае может произойти «разнос» двигателя, т. е. чрезмерное, опасное увеличение скорости вращения. Для предупреждения этого в схемах управления предусматривается включение добавочного сопротивления параллельно якорю двигателя. Двигатели постоянного тока позволяют регулировать скорость от нуля до номинальной величины при помощи добавочного сопротивления в цепи якоря.

Применение двигателей. Двигатели постоянного тока находят широкое применение в конструкциях кранов, работающих в особо тяжелых условиях, при частых и

значительных перегрузках, а также в тех случаях, когда требуются расширенные пределы плавного регулирования скорости, и там, где нужно для увеличения производительности обеспечить повышение скорости перемещения вхолостую (например, для подъема пустого крюка крана, работающего с большими высотами подъема). В связи с большой надежностью работы крановых двигателей постоянного тока в тяжелых условиях работы они находят широкое применение в конструкциях металлургических кранов. Ограниченность применения двигателей постоянного тока состоит в том, что для питания они требуют преобразовательных агрегатов или цеховой сети постоянного тока. К тому же вес и стоимость двигателей постоянного тока превышают вес и стоимость двигателей трехфазного тока той же мощности; расходы по их обслуживанию соответственно также больше. Поэтому двигатели постоянного тока применяют лишь в случаях неоспоримых технических и экономических преимуществ. Таким образом, на кранах общего назначения применяют двигатели переменного тока, которых подавляющее большинство.

Пускорегулирующие сопротивления. При пуске двигателя с контактными кольцами в цепь его обмотки включают сопротивление, которое по мере увеличения скорости вращения постепенно уменьшается до тех пор, пока двигатель не разовьет полной скорости, соответствующей его нагрузке. Эта особенность двигателя с контактными кольцами, позволяющая ограничить ток и момент при пуске в необходимых пределах, выгодно отличает его от короткозамкнутого и является основной причиной того, что для кранов применяют в основном двигатели с контактными кольцами. Сопротивление следующим образом влияет на скорость ротора. Возьмем двигатель, который имеет три пары полюсов. В этом случае синхронная скорость вращения статора при частоте тока 50 *гц*

$$n = \frac{50 \cdot 60}{3} = 1\,000 \text{ об/мин.}$$

Асинхронный двигатель только тогда развивает момент вращения, когда скорость вращения его ротора будет меньше скорости вращения поля. Величина, пока-

зывающая, насколько ротор вращается медленнее поля статора, называется скольжением;

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}, \%,$$

где n_0 — скорость вращения поля, *об/мин.*

n — скорость вращения ротора двигателя, *об/мин.*

Скорость вращения ротора при номинальной нагрузке будет меньше на величину скольжения. Скольжение в крановых двигателях при установившемся режиме 3—10%. Так, в нашем примере при скольжении 5%, или 0,05, скорость будет:

$$n = \frac{50 \cdot 60}{3}(1 - 0{,}05) = 950 \text{ об/мин.}$$

Если ввести в обмотку ротора дополнительное сопротивление, то необходимый крутящий момент двигателя будет развиваться при повышенном скольжении, а следовательно, меньшей скорости вращения. Если сопротивление цепи ротора увеличить в 5 раз, скольжение его при нормальной нагрузке возрастет до $5 \cdot 5 = 25\%$, а скорость вращения будет:

$$n = \frac{50 \cdot 60}{3}(1 - 0{,}25) = 750 \text{ об/мин.}$$

Таким образом, подбирая нужное сопротивление, можно обеспечить необходимую скорость вращения двигателя с фазным ротором.

В момент пуска двигателя ротор вращается медленно, а магнитное поле статора вращается с постоянной скоростью. Скольжение в этом случае достигает большой величины (в момент пуска 100%), поэтому э. д. с, развиваемая в замкнутой обмотке ротора, также велика. В несколько раз больше номинального и ток ротора, который как и скорость вращения, понижается за счет дополнительного сопротивления.

В начальный период ток по закону Ома будет меньше благодаря добавочному сопротивлению:

$$I = \frac{U}{R_р + R_д}.$$

где U — напряжение сети *в*;

$R_р$ — сопротивление обмотки ротора, *ом*;

$R_д$ — дополнительное сопротивление, *ом*.

Под действием вращающего момента двигатель постепенно увеличивает скорость вращения. Обмотка ротора при его вращении будет пересекаться магнитными линиями, в результате чего в ней возбудится э. д. с. $E_р$, направленная против приложенного напряжения U. По мере увеличения скорости вращения э. д. с. $E_р$ возрастает, а ток уменьшается настолько, что добавочное сопротивление $R_д$ может быть отключено. В этом случае величина тока становится нормальной:

$$I = \frac{U - E_р}{R_р}.$$

Таким образом, сопротивление предназначается для уменьшения пускового тока двигателя до величины, безопасной для двигателя и сети, увеличения вращающего пускового момента и регулирования скорости вращения во время работы.

Особенности управления двигателем механизма подъема. Так как при опускании вес груза способствует вращению, то скорость вращения весьма быстро достигает синхронной и может даже превзойти ее. Это значит, что скольжение двигателя, упав до нуля, может стать отрицательным, т. е. ротор будет не только не отставать от вращающегося поля, но и обгонять его. При этом в обмотке ротора, обгоняющей поле статора, наводится э. д. с., пропорциональная скольжению, и если обмотка замкнута, то возникает ток. Ток, взаимодействуя с магнитным потоком, создает вращающий момент, направленный в обратную сторону по отношению к движущему моменту, создаваемому в данном случае грузом. Как только скорость вращения настолько превзойдет синхронную, что обратный тормозной момент полностью уравновесит момент, определяемый грузом, дальнейшее увеличение скорости вращения прекратится. Скорость вращения будет тем больше, чем тяжелее груз и чем больше сопротивление, включенное в роторную обмотку. При вращении ротора с опережением (с отрицательным скольжением) двигатель уже не потребляет энергии тока из сети, а, наоборот, отдает его

в сеть. При спуске, так же как и при подъеме, сохраняется зависимость между моментом двигателя, скольжением и сопротивлением роторной цепи. Чем больше сопротивление при данном моменте, тем больше скольжение. Но так как при спуске в генераторном режиме скольжение отрицательное, то чем больше скольжение, тем больше скорость вращения (при подъеме было наоборот). Поэтому при спуске тяжелых грузов увеличение сопротивления в роторе увеличивает скорость вращения.

Контроллеры. В крановых электроприводах контроллеры применяют для пуска, остановки, изменения направления вращения (реверсирования), торможения и регулирования скорости вращения двигателей. Контроллер не включает в себя сопротивлений, но они могут быть к нему присоединены. Этим они отличаются от реостата. Различают контроллеры по роду тока, электрическим схемам, в которых они используются, и по конструкции привода. Чаще всего они бывают с механи-

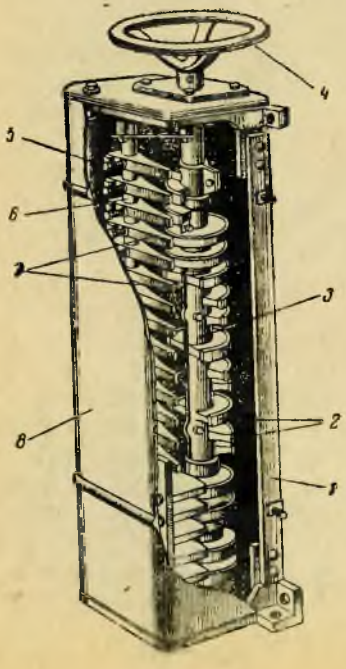


Рис. 12. Барабанный контроллер.

1 — корпус; *2* — сегменты; *3* — вал с сегментодержателями; *4* — штурвал; *5* — пальцедержатель с пружиной и регулировочными гайками; *6* — стальная изолированная рейка; *7* — пальцы с сухарями; *8* — съемный кожух.

ческим или магнитным приводом. По исполнению контактной части контроллеры с механическим приводом бывают кулачковые или барабанные. Последние постепенно выходят из употребления и используются лишь для очень легких режимов работы. Барабанные контроллеры нашей промышленностью не выпускаются, хотя большое количество их находится еще в эксплуатации на действующих кранах. Постепенно барабаные контроллеры вытесняются кулачковыми контроллерами,

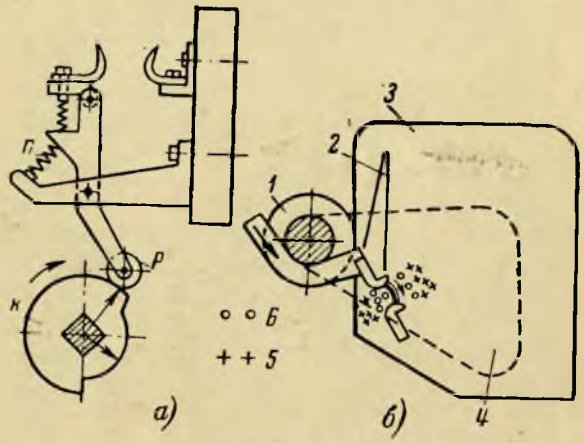


Рис. 13. Кулачковый контроллер.
а — принцип действия; *б* — дугогашение в контроллере; *1* — катушка; *2* — рог; *3* — камера; *4* — полюс; *5* — поле катушки; *6* — поле дуги.

которые допускают более тяжелые режимы работы. Однако в наиболее тяжелых режимах даже кулачковые контроллеры с механическим приводом непригодны. В этих случаях применяются магнитные контроллеры, которые управляются дистанционно посредством переключателя катушек электромагнитов специальных аппаратов (контакторов и реле). Магнитные контроллеры состоят из магнитной станции (контакторов и реле) и командоаппарата (командоконтроллера).

Для пуска и защиты от перегрузок короткозамкнутых двигателей тельфера на корпусе его установлены два магнитных пускателя, управляемых кнопочными аппаратами; устройство контреллеров приведено на рис. 12—15.

Барабанный контроллер (рис. 12) состоит из изолированного вала, на котором закрепляют штурвал и чугунные сегменты. К сегментам сверху винтами прикрепляют изогнутые по окружности медные полосы. На изолированной неподвижной стойке устанавливают пальцы,

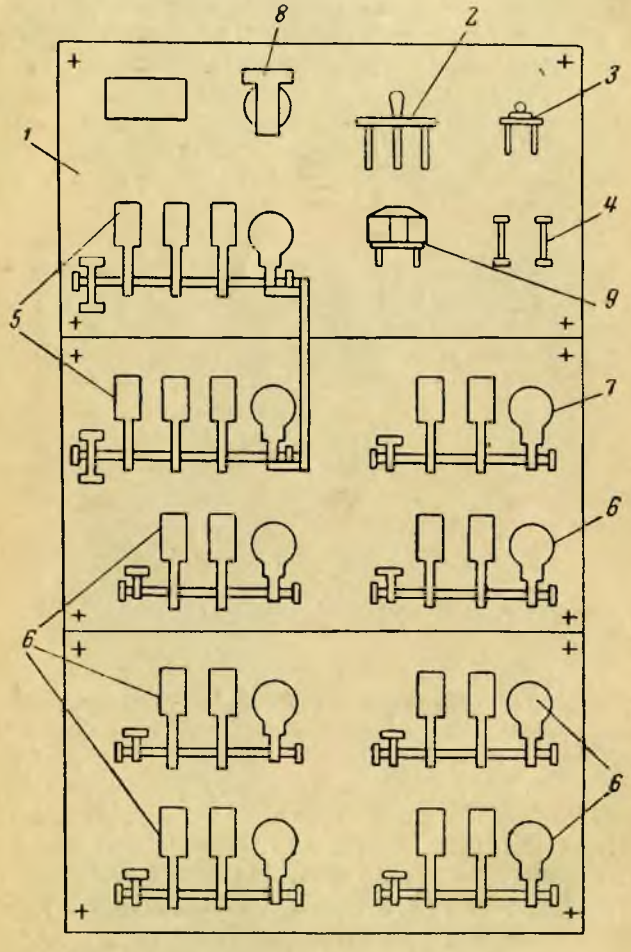


Рис. 14. Панель магнитного контроллера.

1 — панель; *2* — рубильник силовой цепи; *3* — рубильник цепи управления; *4* — предохранители цепи управления; *5* — контакторы для включения и реверсирования двигателя; *6* — контакторы для закорачивания ступеней сопротивления; *7* — противоточный контактор; *8* — блокировочное реле; *9* — максимальное реле.

имеющие на концах сухари. К пальцам с одной стороны присоединяют провода, идущие от сети, а другая сторона с сухарем на конце касается сегментов при соответствующем включении поворота штурвала. При установке вала в определенное положение провода, прикрепленные к пальцам, соединяются через соответствующие сегменты, связанные перемычкой. Контроллер закрывается кожухом. Вскрывать контроллеры при невыключенном рубильнике строго запрещается.

Кулачковый контроллер (рис. 13) состоит из контактных элементов и кулачковых шайб, количество которых зависит от сложности схемы и числа переключаемых цепей, Фасонные кулачковые шайбы *К* укреплены на валу, опрессованном электроизоляционным материалом. По шайбам перекатываются ролики *Р*, меняющие свое положение в зависимости от того, находится ролик на участке с меньшим или большим радиусом. В первом случае медные контактные элементы контроллера замкнуты и прижимаются пружиной *П*, во втором, наоборот, контакты разомкнуты. Замыкание и размыкание контактов сопровождается их перекатыванием, что позволяет им самоочищаться от окиси меди и нагара. Износ контактных поверхностей в кулачковых контроллерах меньше, чем в барабанных, из-за отсутствия трения скольжения и вследствие того, что рабочая часть контакта, через которую более или менее длительно проходит ток, удалена от места образования искр и дуги. Эти особенности кулачковых контроллеров дают возможность использовать их при тяжелых режимах работы. Для облегчения работы контактных деталей в контроллерах применяют электромагнитное гашение дуги. Специальная катушка, выполненная из нескольких витков толстой проволоки, укреплена на стальном сердечнике. По дугогасительной катушке проходит ток, разрываемый контроллером (ток силовой цепи). Взаимодействие магнитного поля катушки и дуги вызывает гашение последней. Возникновение гасящей дугу силы и ее направление схематично показаны на рис. 13,*б*. В связи с тем, что при гашении дуги возможен переброс ее на соседние пальцы, между ними ставят асбесто-цементные перегородки.

Магнитный контроллер представляет собой панель открытого или защищенного исполнения, на которой размещены различные аппараты управления и защиты.

Основными из них являются контакторы и реле. Благодаря этой особенности магнитный контроллер имеет ряд следующих существенных преимуществ по сравнению с барабанными и кулачковыми:

1) контакты барабанного и кулачкового контроллера замыкаются и размыкаются при помощи механического привода непосредственно мускульной силой

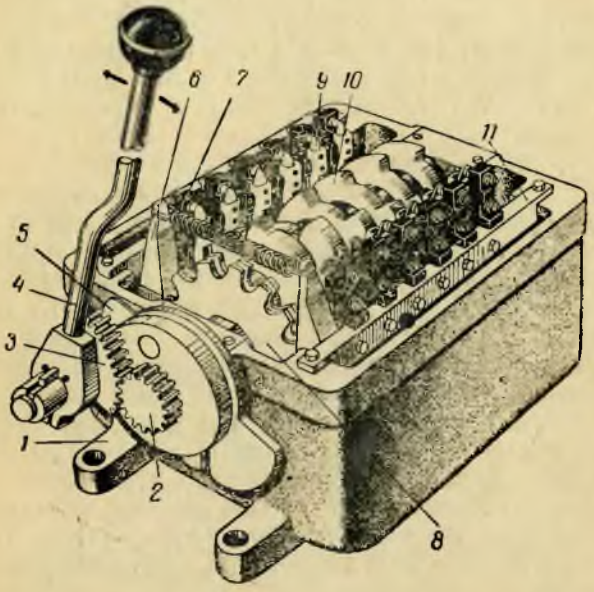


Рис. 15. Командоконтроллер.

1 — корпус; *2* — вал кулачкового барабана; *3* — сектор зубчатый; *4* — рукоятка; *5* — кулачки, изменяющие число фиксированных положений рукоятки; *6* — рычаг фиксирующего устройства; *7* — пружина фиксирующего устройства; *8* — шайба фиксатора; *9* — кулачковые элементы; *10* — кулачковые шайбы; *11* — рейка для крепления кулачковых элементов.

крановщика. Это ограничивает мощность контроллера, так как с увеличением размеров контактов и контактного давления усилие, необходимое для управления, возрастает настолько, что быстро утомляет крановщика. При магнитном контроллере электромагнитный привод контакторов при любой их мощности питается энергией из сети, а роль крановщика ограничивается лишь переключениями в цепи катушек контакторов, для чего при-

меняются легкие в управлении переключатели или командоконтроллеры;

2) барабанные и кулачковые контроллеры обязательно устанавливаются в кабине управления в непосредственной близости к крановщику. Это определяется принципом механического управления ими. В мощных и сложных кранах, особенно многодвигательных, в кабине размещается несколько контроллеров, что влияет на размеры кабины. Смонтированные на панелях кон-

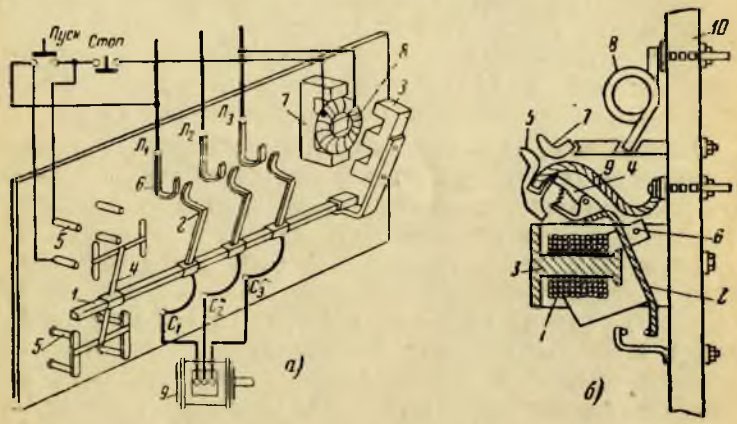


Рис. 16. Контакторы.
а — переменного тока; *б* — постоянного тока.

такторы магнитного контроллера располагают вне кабины. В кабине установлены лишь командоконтроллеры небольших размеров.

3) вследствие конструктивных особенностей электромагнитные контакторы значительно прочнее и износоустойчивее, чем контакты барабанного или кулачкового контроллера;

4) магнитные контроллеры позволяют сравнительно просто автоматизировать управление двигателем, что упрощает управление приводом и предохраняет двигатель от ненужных перегрузок. Расположение контактов на панели показано на рис. 14.

Командоконтроллер служит для включения и выключения катушек контакторов в той последовательности, которая определяется электрической схемой. По конструкции и принципу действия командоконтроллер является кулачковым контроллером, отличающимся от ранее

описанного силового кулачкового контроллера лишь размерами. Так как ток катушек контроллера во много раз меньше тока двигателя, то размеры контактов командоконтроллера и все остальные размеры последнего могут быть значительно меньшими, чем у силовых контроллеров. Контакты командоконтроллера, так же как блок-контакты контакторов, рассчитаны на длительный ток до 10 *а* переменного тока и выполнены в виде так называемого контактного мостика. На непосредственно соприкасающиеся поверхности неподвижного контакта и мостика напаивают серебряные пластинки круглой формы для надежности контакта при небольшом контактном давлении. Конструкция одного из крановых командоконтроллеров показана на рис. 15.

Контакторы. Для создания магнитных контроллеров, а также ряда простых комплектов аппаратуры (например, магнитных пускателей, реверсоров и т. д.) служат контакторы. Контактор выполняет те же функции, что и рубильник, но с помощью электромагнитного привода. Усилие руки человека заменено усилием, создаваемым катушкой контактора. Когда по катушке управления проходит ток, подвижная часть магнитопровода притягивается и замыкает главные контакты. При исчезновении тока в катушке управления подвижная часть магнитопровода отпадает, размыкая главные контакты. В одном контакторе может быть несколько силовых и вспомогательных контактов, иначе называемых блок-контактами, так как они используются чаще всего для целей блокировки. При одной паре силовых контактов контактор называется однополюсным. В цепях переменного тока наибольшее распространение получили двух- и трехполюсные контакторы, при постоянном токе — однополюсные. Внешний вид трехполюсного контактора переменного тока показан на рис. 16,*а*. На изолированной оси квадратного сечения *1*, подшипники которой для простоты не показаны, установлены подвижные рабочие контакты *2*, якорь электромагнита *3* и траверса *4* для блок-контактов. На изолированной плите укреплены неподвижные рабочие контакты *6*, блок-контакты *5* и ярмо *7* с обмоткой электромагнита *8*. В положении, представленном на рис. 16,*а* рабочее контакты разомкнуты и ток в силовой цепи $Л_1$, $Л_2$ и $Л_3$ не проходит. Если в катушке *8* появится ток, то якорь *3* будет притянут к ярму *7*, ось *1* повернется, рабочие

контакты *2* и *6*, а также верхние блок-контакты *5* замкнутся, а нижние блок-контакты *5* разомкнутся. В данном случае показана упрощенная схема пуска и остановки короткозамкнутого асинхронного двигателя *9* с кнопочным управлением при помощи контактора. Силовая цепь идет непосредственно к двигателю и обозначена жирными линиями. В цепи управления (тонкие линии) показаны две кнопки — включающая «Пуск» и отключающая «Стоп». Пуск производится следующим образом. При замыкании кнопки «Пуск» ток идет от провода $Л_1$ через кнопки в обмотку электромагнита *8* и к проводу $Л_3$. Образуется замкнутая цепь. Якорь притягивается и поворачивает ось *1*, при этом одновременно замыкаются рабочие контакты *2* и *6* и верхние блок-контакты *5*; последние шунтируют кнопку «Пуск» и позволяют отпустить включающую кнопку. Для выключения двигателя достаточно разомкнуть цепь управления, нажав на кнопку «Стоп». Контакты отпадут под действием собственного веса устройства.

Устройство контактора постоянного тока показано на рис. 16,*б*. При прохождении тока через обмотку катушки *1* якорь *2* (подвижная часть магнитопровода) притягивается к неподвижному сердечнику *3*. При этом якорь, поворачиваясь вместе с укрепленным на нем суппортом *4* и подвижным контактом *5* вокруг оси *6*, вводит подвижный контакт *5* в соприкосновение с неподвижным контактом *7*. При этом контакты, соединяясь сначала своими верхними частями, приходят в дальнейшее соприкосновение и смещаются относительно друг друга, как бы притираясь. Гашение дуги происходит в искрогасительной камере, изготовленной из асбоцемента. Последовательно с главными контактами включена искрогасительная катушка *8*. Создаваемое этой катушкой магнитное поле направлено таким образом, что дуга (как проводник с током) выталкивается вверх по правилу правой руки. Ток от подвижного контакта *5* отводится при помощи гибкого проводника *9*. Контактор монтируется на плите *10*.

Магнитный пускатель представляет собой контактор, смонтированный в кожухе (с защитным термическим реле или без него) и предназначенный для дистанционного пуска (остановки) асинхронного двигателя. Пускатели различаются по конструкции, величине, способу защиты от воздействия окружающей среды, числу глав-

ных и вспомогательных контактов, схеме включения и номинальному напряжению катушек.

Реле. В электрических схемах управления широко применяются электромагнитные реле. Принцип действия электромагнитного реле аналогичен принципу действия контактора, но отличается тем, что реле предназначено для переключения в цепях управления, а не в силовых

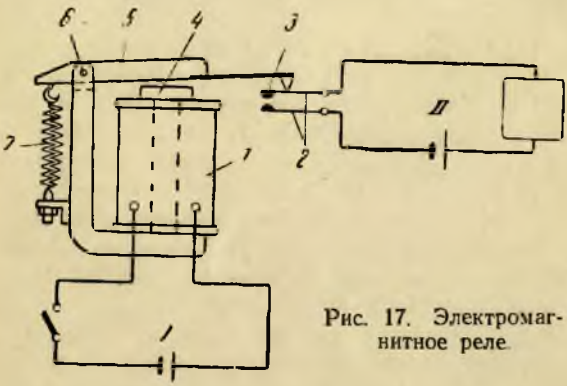


Рис. 17. Электромагнитное реле

цепях. Конструктивное исполнение реле зависит от его назначения. Применяемые на кранах реле делятся на реле времени, промежуточные напряжения, нулевые и максимальные. Простейшее электромагнитное реле (рис. 17) состоит из намагничивающей катушки *1*, включаемой в цепь источника тока, неподвижного стального сердечника *4*, поворотного стального якоря *5*, укрепленного на шарнире *6* и оттянутого пружиной *7*, подвижного и неподвижного контактов *3*, расположенных на упругих металлических пластинах *2*.

Когда в катушке тока нет (исходное положение реле), его якорь располагается на некотором расстоянии от сердечника. При замыкании управляющей цепи *I* реле срабатывает. Сердечник намагничивается и притягивает к себе якорь, который в свою очередь перемещает неподвижный контакт реле, замыкая управляемую цепь *II*.

На рис. 18 показано реле времени типа РЭ-100. На неподвижный сердечник *1* насажена массивная медная гильза *2*, служащая короткозамкнутым витком. Сверху гильзы *2* расположена катушка реле *3*. При прохождении тока в катушке *3* подвижная часть магнитопровода *4*, преодолевая противодействие пружины *5*, притягива-

ется к неподвижному сердечнику *1*. При этом контакты *6* замыкаются мостиком *7*. При отключении тока магнитный поток, создаваемый катушкой *3*, спадает до нуля, но реле не размыкает своих контактов сразу. Это происходит потому, что при отключении катушки *3* ее магнитный поток, исчезая, пересекает короткозамкнутый виток — гильзу *2*, в которой при этом индуктируется ток, создающий магнитный поток. Этот магнитный поток удерживает некоторое время реле во втянутом состоянии. Регулировка выдержки времени реле осуществляется изменением толщины прокладки *8*, изготовленной из немагнитного материала (латуни) и натяжением пружины *5*.

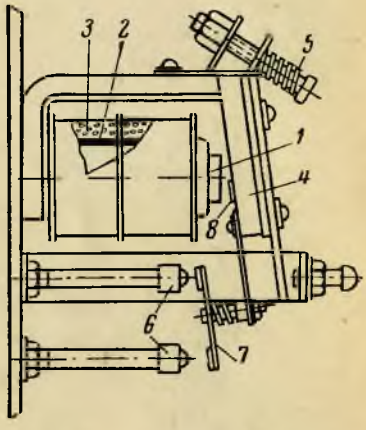


Рис. 18. Реле времени РЭ-100.

На кранах постоянного тока в качестве промежуточных или блокировочных применяют реле типа РЭ-100 без медной гильзы (поскольку выдержка времени при этом не нужна), в связи с чем контакты этих реле замыкаются и размыкаются сразу же после появления или исчезновения тока в их катушке. Реле типа РЭ-100 без гильзы применяют также в качестве реле напряжения.

Максимальные реле служат для защиты двигателей крана при увеличении тока выше допустимого. На рис. 19 показано максимальное реле, применяемое на постоянный и переменный ток. Катушка *2* этого реле рассчитана на прохождение всего тока двигателя (обычно она состоит из нескольких витков голой медной шины). Поток, создаваемый этой катушкой, стремится поднять вверх стальной якорь, находящийся в трубке *1*, которая изготовлена из немагнитного материала. Уставка (ток срабатывания) реле регулируется винтом *4*, который перемещает втулку вместе с якорем по шкале *5*. При вращении винта по часовой стрелке якорь опускается вниз и уставка реле увеличивается. При срабатывании реле якорь поднимает бронзовый боек *3*,

который, ударяя в контактную планку *6*, размыкает постоянно замкнутые контакты *7*. Цепь катушки линейного контактора разрывается и контактор отключается. В одном реле смонтированы две катушки.

Для защиты трехфазных двигателей катушки максимальных реле включают в две фазы. Для защиты двигателей постоянного тока достаточна защита на одном полюсе, поэтому реле может защищать два двигателя постоянного тока.

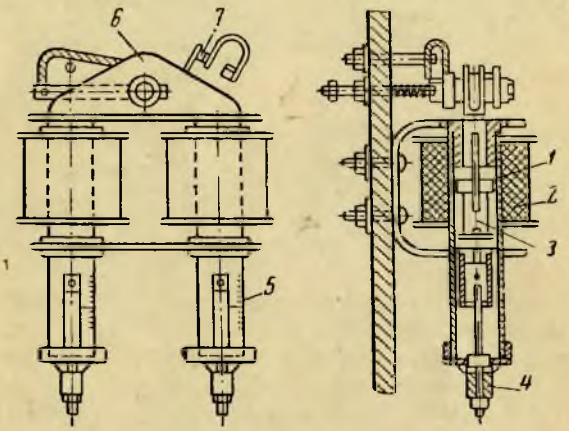


Рис. 19. Максимальное реле.

На рис. 20 представлена схема работы теплового реле, служащие для максимальной и тепловой защиты двигателя. Тепловое реле состоит из проволочного электрического нагревателя *3*, биметаллической пластинки *2* и размыкающих контактов *1*. Биметаллическая пластинка представляет собой двухслойную металлическую пластинку из двух металлов, имеющих различные коэффициенты линейного расширения. Проволочная спираль электронагревателя включается последовательно в электрическую цепь, т. е. в цепь защиты двигателя. Замыкание или размыкание этой цепи осуществляют контакты специального электромагнитного выключателя (на схеме не показан). Цепь питания намагничивающей катушки этого выключателя проходит через размыкающую контактную пару теплового реле. При длительной перегрузке двигателя, когда ток в нагревателе заметно возрастет, биметаллическая пластинка изгиба-

ется. Реле приводится в действие, При этом изгибающая вверху пластинка освобождает защелку *5*, которая под действием пружины поворачивается и размыкает контакты *1*. Цепь катушки электромагнитного выключателя разрывается, его контакты размыкаются и двигатель отключается от сети. После охлаждения пластинки нажатием кнопки *4* возвращают реле в исходное положение.

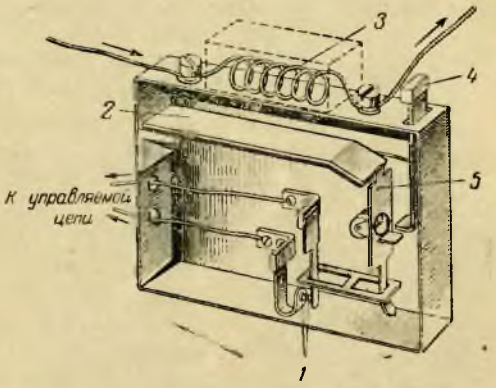
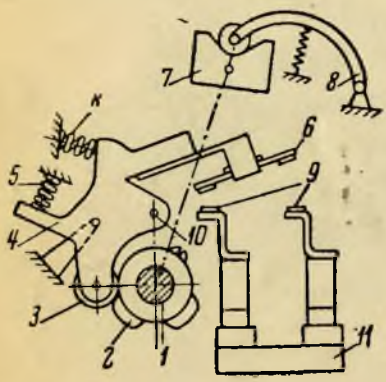


Рис. 20. Тепловое реле.

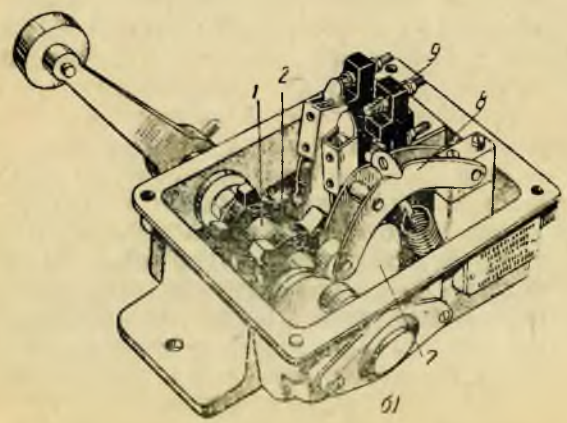
Конечные выключатели устанавливают на кранах для ограничения движения механизма при его подходе к крайним точкам пути. Концевые выключатели устанавливают для ограничения высоты подъема крюковой обоймы к упору, остановки мостового крана и их тележек, если скорость их более 32 *м/мин* (для механизмов передвижения козловых кранов и перегрузочных мостов независимо от скорости их передвижения) и автоматической остановки механизма передвижения при подходе одного крана мостового типа к другому, находящихся на одном подкрановом пути. Принцип действия конечных выключателей аналогичен принципу действия кулачковых контроллеров. В конечном выключателе, так же как и в кулачковом контроллере, размыкание контактов происходит под воздействием кулачковой шайбы. Наиболее широко применяется конечный выключатель типа КУ-501. Выключатель типа КУ имеет две цепи и обеспечивает различные схемы замыкания контакторов, которые могут быть размыкающими или

замыкающими или один замыкающий, а другой — размыкающий.

Механизм рычажного выключателя типа КУ (рис. 21) размещен в штампованном стальном, закрытом со всех сторон корпусе и имеющей снаружи один рычаг, на который и воздействует отводка, которая установлена в крайних положениях. На валу *1* закреплены шайбы *2*. При повороте его с шайбами изоляционный (из карболита) рычаг *4* с контактными мостиками *6* замыкает (или размыкает) неподвижные контакты *9*, установленные на изоляционной подставке *11*. Рычаг под действием пружины *5* роликом *3* постоянно прижат к кулачковым шайбам. При этом контакты разомкнуты. Для того чтобы контакты замкнулись, когда это необходимо для защиты механизмов, ролик рычага *4* переставляют на ось *10*, а пружина *5*—в поло-



а)



б)

Рис. 21. Конечный выключатель типа КУ.
а — принцип действия; *б* — общий вид со снятой крышкой.

жение *К*. Изменение положения кулачковых шайб *2* относительно оси *1* производится их поворотом и фиксированием винтами. Это необходимо при перестановках приводного рычага, насаживаемого на конец вала *1*, и при изменении схемы замыкания контактов. Фиксирующий храповичок *7* и соединенная с ним собачка *8* с пружиной предназначена для возврата приводного рычага выключателя в исходное положение. Кроме рассмотренного выключателя, на кранах приме-

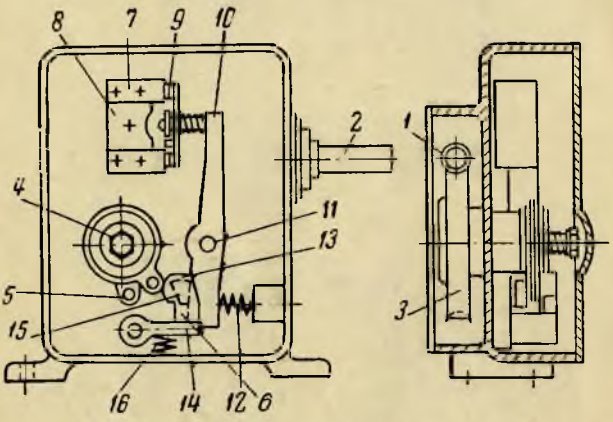


Рис. 22. Конечный выключатель типа ВУ.

няется шпиндельный выключатель типа ВУ-150, механизм которого представлен на рис. 22. Червяк *1* расположен на валу *2*, посредством которого выключатель соединяется с механизмом. Червяк *1* находится в зацеплении с червячным колесом *3*, укрепленным на оси *4*. На этой же оси фрикционно укреплены замыкающая шайба *5* и размыкающая *6*. Обе шайбы соединены при помощи зуба и снабжены роликами. Неподвижные контакты *7*, установленные на изоляционной колодке *8*, замыкаются мостиком *9*, закрепленным на рычаге *10*, который вращается вокруг оси *11*. Рычаг *10* находится под действием пружины *12*, стремящейся отвести мостик *9* от контактов *7*. Положение рычага *10* изменяется при помощи роликов замыкающей и размыкающей шайб. При набегании ролика замыкающей шайбы *6* на выступ *13* собачки *14* рычаг *10* расцепляется с этой собачкой и под влиянием пружины *12* отводит мостик *9*

от контактов *7*. При набегании ролика замыкающей шайбы на выступ *15* рычага *10* последний медленно поворачивается, замыкая мостиком контакты выключателя. В замкнутом положении рычаг *10* запирается собачкой *14* под действием пружины *16*.

Для блокировки открывания дверей (контакты люка), для талей кран-балок используются простей-

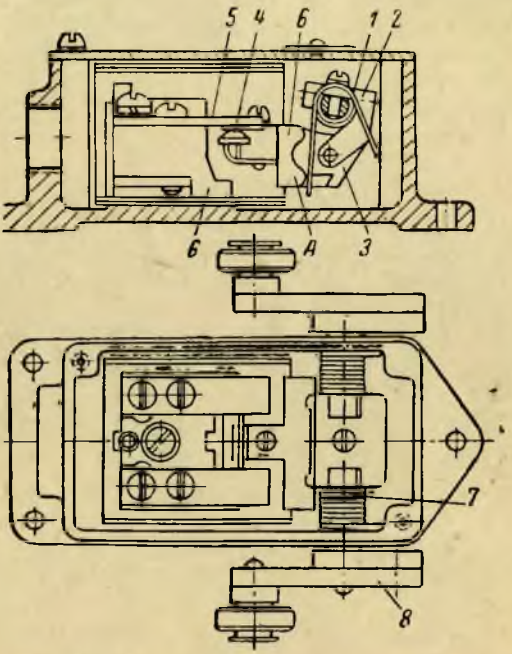


Рис. 23. Конечный выключатель типа В-10.

шие конечные выключатели типа В-10 (рис. 23). Вал *1* конечного выключателя типа В-10 расположен в литом корпусе. На валу укреплен кронштейн *2*, на котором может вращаться изоляционная деталь *3* с подвижным контактным мостиком *4*. Неподвижные контакты *5* укреплены на изоляторе *6*. Спиральные пружины *7* создают давление на контакты и служат для возврата приводного рычага *8* в исходное положение.

На рис. 24 показана установка рычажного конечного выключателя типа КУ-133 на механизме подъема. При подъеме крюка выше определенной точки угольник

3 поднимает груз *2* и под воздействием контргруза *4* конечный выключатель *1* размыкает свои контакты, чем ограничивается дальнейший подъем.

Тормозные устройства. Правилами устройства и безопасной эксплуатации кранов предусматривается установка тормозных устройств на все крановые механизмы. По этим Правилам допускается отсутствие тормозов лишь в механизмах передвижения грузоподъемных машин с машинным приводом и их тележек при скорости передвижения менее 32 *м/мин*. Крановые тормоза в механизмах подъема предназначены для надежного удержания груза на весу, а в механизмах передвижения — для остановки механизма на определенном пути торможения.

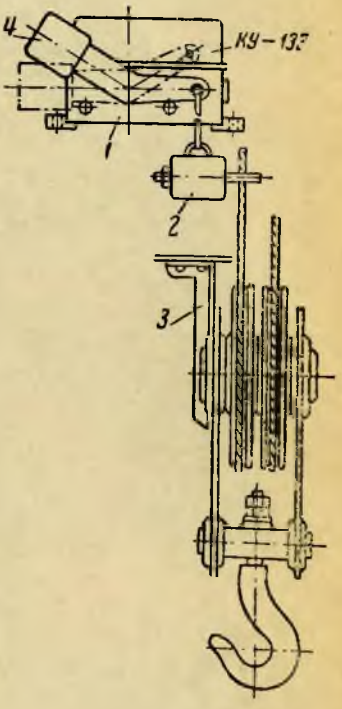


Рис. 24. Установка выключателя типа КУ-133.

Тормозные устройства кранов по конструкции подразделяются на колодочные и ленточные, а по принципу действия — на автоматические и управляемые. В механизмах кранов мостового типа разрешается применять автоматические, замкнутые тормоза (при соблюдении некоторых условий, о которых будет сказано ниже, разрешено на механизмах передвижения применять тормоза нормально открытые). Замкнутые тормоза постоянно в нерабочем состоянии затянуты усилием пружины или специальным грузом и размыкаются на то время, в течение которого работает механизм. Открытого типа тормоза замыкаются только на то время, в течение которого необходимо, чтобы механизм стоял.

Тормоза в крановых механизмах обычно устанавливают на валу, имеющем наибольшую скорость вращения, т. е. на валу двигателя. С этой целью одна из полумуфт муфты, соединяющей вал двигателя с валом

редуктора, выполняется в виде тормозного шкива. Тормозной шкив устанавливается со стороны редуктора для того, чтобы тормоз мог остановить механизм даже в случае поломки деталей, соединяющих полумуфты.

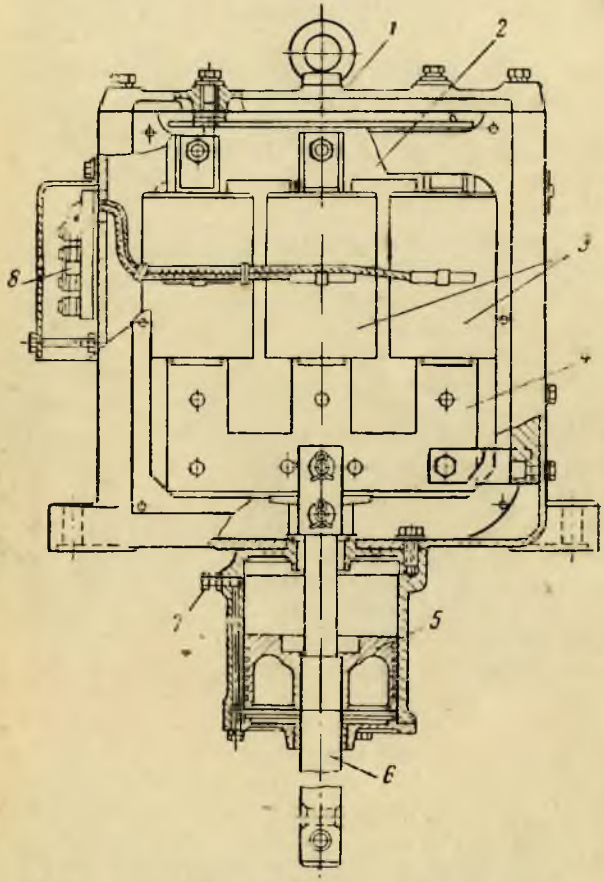


Рис. 25. Тормозной электромагнит типа КМТ.

В крановых механизмах наиболее широкое распространение получили двухколодочные тормоза, в которых колодки прижимаются к тормозному шкиву за счет веса тормозного груза или сжатой тормозной пружины. Размыкание тормоза, т. е. отвод колодок от шкива,

производится с помощью тормозных электромагнитов или электрогидравлических толкателей.

Тормозной электромагнит состоит из магнитопровода и обмотки возбуждения (катушки). Магнитопровод имеет ярмо и якорь. При прохождении тока через катушку образуется магнитное поле, под действием которого якорь притягивается к ярму и через систему рычагов производит подъем тормозного груза или отжатие пружины. По роду питания различают электромагниты постоянного и переменного тока, по величине хода якоря — длинноходовые и короткоходовые.

Тормозной электромагнит типа КМТ (рис. 25) является трехфазным, втяжным с поступательно перемещающимся якорем *4*. На закрепленном в корпусе *1* электромагнита ярме *2* расположены три катушки *3*, выводы которых заканчиваются на доске зажимов *8*, установленной на боковой стенке корпуса. Катушки могут быть соединены звездой (на напряжение 380 *в*) или треугольником (на 220 *в*). По конструктивному исполнению различают магниты с воздушным демпфером и без демпфера. Демпфер служит для смягчения ударов при включении и отключении. Воздушный демпфер *5* состоит из цилиндра, укрепленного болтами на корпусе электромагнита, поршня, насаженного на тягу *6* и перемещающегося в цилиндре, и регулировочного винта *7*, с помощью которого изменяется сечение канала, соединяющего полости под поршнем и над поршнем и, следовательно, скорость перемещения поршня.

Тормозной электромагнит типа МО (рис. 26) является однофазным короткоходовым поворотного типа для установки на пружинных колодочных тормозах типа ТКТ. Магнитопровод магнита, склепанный из изолированных листов электротехнической стали, состоит из неподвижного ярма *1* и поворачивающегося якоря *2*. Катушка крепится к ярму специальной крышкой *3*. Для устранения вибрации электромагнита на ярме закреплен короткозамкнутый виток *4*. Как известно, при нормальной промышленной частоте электрического тока 50 *гц* тяговое усилие изменяется от нуля до максимума 100 *раз/сек*. Короткозамкнутый виток рассчитан так, что в момент, когда исчезает магнитный поток, наводимый катушкой, виток наводит свой собственный поток, который удерживает якорь от отпада-

ния. Обрыв короткозамкнутого витка приводит к тому, что якорь электромагнита 100 *раз/сек* отходит от ярма и снова притягивается к нему. При этом создается сильный шум, а пакеты якоря и ярма сильно нагреваются. На рис. 27 представлен тормозной электромагнит постоянного тока типа КМП. Цилиндрический сердечник (якорь) *9* выточен из мягкой стали и в верхней части имеет форму усеченного конуса, а в нижней — хвостовик с отверстием для присоединения к рычажной системе тормоза. Сердечник свободно скользит в направляющей латунной втулке *10*. Якорь используется так же, как демпфер, для смягчения ударов при включении и отключении электромагнита. Регулирование демпфера производится винтом *4*, имеющим шайбу *3* и прорезь. При повороте витка изменяется сечение прорези для выхода сжимаемого воздуха или для всасывания воздуха при ходе сердечника вниз. Смазка для поверхностей сердечника и направляющей втулки вводится через отверстие винта *4* и удерживается сальником *8*. При выключении катушки *2* электромагнита на ее зажимах появляется повышенное напряжение (перенапряжение), вызванное тем, что исчезающий магнитный поток, пересекая витки катушки, наводит в них э. д. с. самоиндукции. Перенапряжение может вызвать пробой изоляции витков катушки. Для ограничения перенапряжения и поглощения освобождающейся энергии магнитного поля электромагнита параллельно катушке включают разрядное сопротивление *6*, помещенное в защитный кожух. Разрядное сопротивление монтируется на корпусе *1* электромагнита. Оно постоянно подключено параллельно катушке на вводных зажимах *7*.

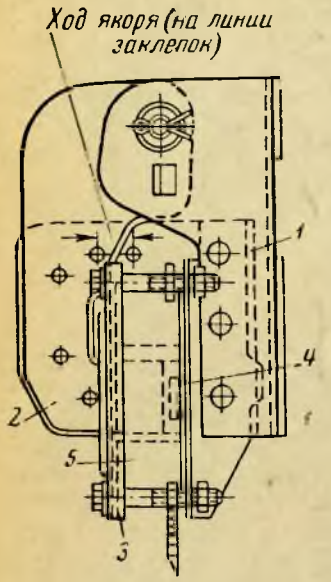


Рис. 26. Тормозной электромагнит типа МО.

Электрогидравлические толкатели имеют размеры и

вес, меньшие по сравнению с аналогичными по рабочим параметрам электромагнитами; электроэнергию потребляют они также в несколько раз меньше. Величина напорного усилия гидротолкателя не зависит от положения поршня, в то время как у электромагнита усилие

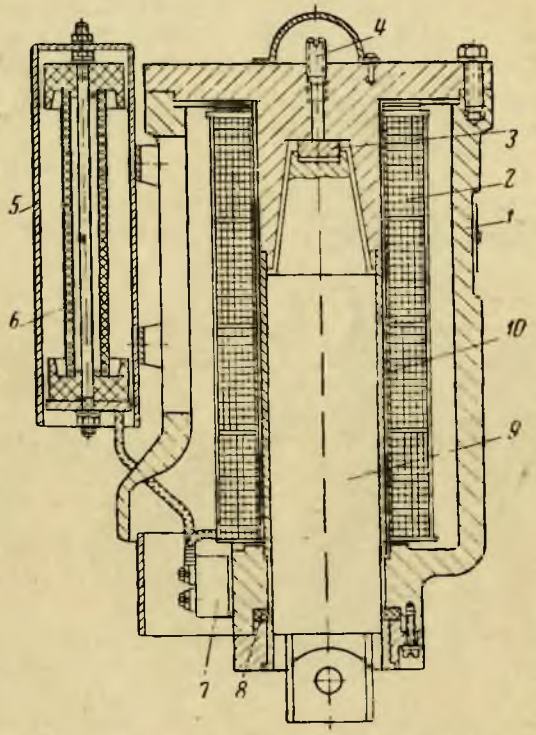


Рис. 27. Тормозной электромагнит КМП.

резко изменяется в зависимости от величины воздушного зазора между ярмом и якорем. С повышением внешней нагрузки до величины максимального напорного усилия толкателя поршень останавливается. При этом двигатель не перегружается и части толкателя не повреждаются. У тормозного электромагнита в этом случае сгорела бы катушка.

По конструктивному исполнению толкатели делятся на двухштоковые и одноштоковые. На кранах должны устанавливаться электрогидравлические толка-

тели без регулировки времени подъема и обратного хода поршня, так как в противном случае после выключения механизма тормоз замыкается с выдержкой времени. Электрогидравлический толкатель без регулировки времени подъема и обратного хода поршня (рис. 28) состоит из электродвигателя *1*, погруженного в рабочую жидкость, корпуса *2* толкателя, центробежного насоса *10*, закрепленного на валу электродвигателя, поршня *3* со штоком *9*, цилиндра *4*, промежуточной крышки *8* и верхней крышки *7* с резиновым армированным уплотнением штока *6*. Для уплотнения корпусных деталей служат маслостойкие резиновые кольца *5*, *11*, *12*, *14*, *15*. Концы обмоток электродвигателя выведены на доску зажимов *13*. Кабель крепится при помощи штуцера *16*. Колесо насоса *10* имеет прямые радиальные лопатки, которые, независимо от направления вращения колеса, обеспечивают нормальную работу толкателя. При включении электродвигателя центробежное колесо нагнетает масло под поршень. Создается избыточное давление, которое поднимает поршень со штоком до верхнего положения. Рабочая жидкость, находящаяся над поршнем, выталкивается через каналы в корпусе к нижней части центробежного колеса. Поршень остается в верхнем положении все время, пока работает насос. При выключении электродвигателя центро-

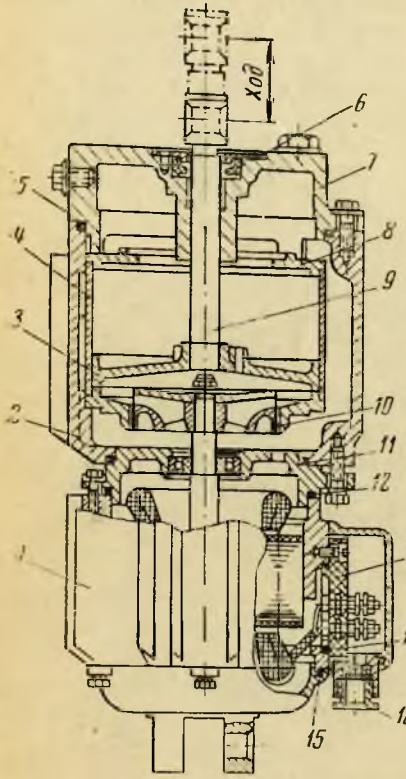


Рис. 28. Электрогидравлический толкатель.

бежное колесо останавливается, поршень со штоком опускается в нижнее положение, выжимая рабочую жидкость в полость над поршнем. Электрогидротолкатель допускает до 720 включений в 1 *ч*.

Крановая защитная панель применяется для защиты кранового двигателя от перегрузок и коротких замыканий. Панель состоит из изоляционной плиты, на которой смонтированы вводный рубильник, линейный контактор, реле максимального тока, предохранители цепей управления, замок, разрывающий цепь управления и сигнальная лампа, показывающая наличие напряжения на вводе.

Изоляционная плита с аппаратурой помещается в защитный шкаф. Рукоятка рубильника выведена наружу. Кнопка для включения контактора и ключевина для замыкания цепи управления помещены на стенке шкафа под приводом рубильника. Наиболее широкое применение для переменного тока получили панели типов В и ПКЗ-150 для постоянного тока типа Е. Защитные панели устанавливают при управлении двигателя кранов с помощью контроллеров. Напряжение от главных контактных проводов крана подводится к защитной панели, а затем поступает к контроллерам и двигателям механизмов крана.

Если один из контроллеров находится не в нулевом положении (нулевая блокировка), а также при сниженном напряжении сети (нулевая защита), произвести пуск и отключение двигателей невозможно. Будучи включенными в цепь вспомогательных контактов контроллеров и конечных выключателей, защитные панели осуществляют не только перечисленные виды защит, но и отключают двигатель при срабатывании конечных выключателей или размыкании аварийного выключателя, защитного контакта люка, двери кабины и т. д.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ КРАНОВ

Электрические схемы бывают принципиальные или элементные, монтажные или маркировочные. Принципиальные схемы отражают взаимодействие элементов электрооборудования, указывают последовательность прохождения тока по силовым цепям и аппаратам управления. Пользоваться принципиальными схемами удобно при ремонте и наладке. Аппаратура в них просто и четко разбита на отдельные самостоятельные цепи, и они легко запоминаются. Электрические цепи

на принципиальных схемах подразделяются на силовые, изображаемые толстыми линиями, и цепи управления, выполненные тонкими линиями. На монтажных или маркировочных схемах в отличие от принципиальных изображают электрическую проводку крана, взаимное расположение электрооборудования. Кабели и провода на этих схемах обычно наносят на силуэте машины.

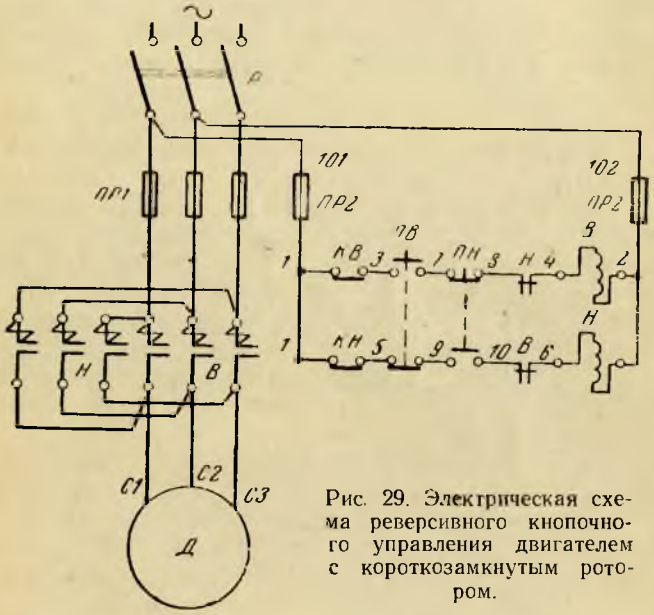


Рис. 29. Электрическая схема реверсивного кнопочного управления двигателем с короткозамкнутым ротором.

Простейшая схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, пригодная для простейших крановых механизмов и, в частности, электроталей, показана на рис. 29. Пуск двигателя вперед — назад или вверх — вниз выполняется при помощи двух контакторов или реверсивного магнитного пускателя. Перед пуском двигателя *Д* включается рубильник *Р*. При нажатии на кнопку *ПВ* замыкается цепь управления *101—1—3—7—8—4—2—102*, и катушка контактора *В* хода *«Вперед»* обтекается током. Контактор, втягиваясь, замыкает через главные контакты силовую цепь тока, и зажимы двигателя *С1—С2—С3* при этом соответственно подключаются к сети. Двигатель вращается. После того как кнопка *ПВ*

отпущена, цепь *3—7* разрывается и контактор *В* отключается. Кнопкой *ПН* двигатель пускается в направлении «*Назад*» (цепь *101—5—9—10—6—2—102*). При этом замыкается контактор *Н*, и зажимы *С1—С2—С3* подключаются к сети в измененной последовательности, чем обеспечивается другое направление вращения. При

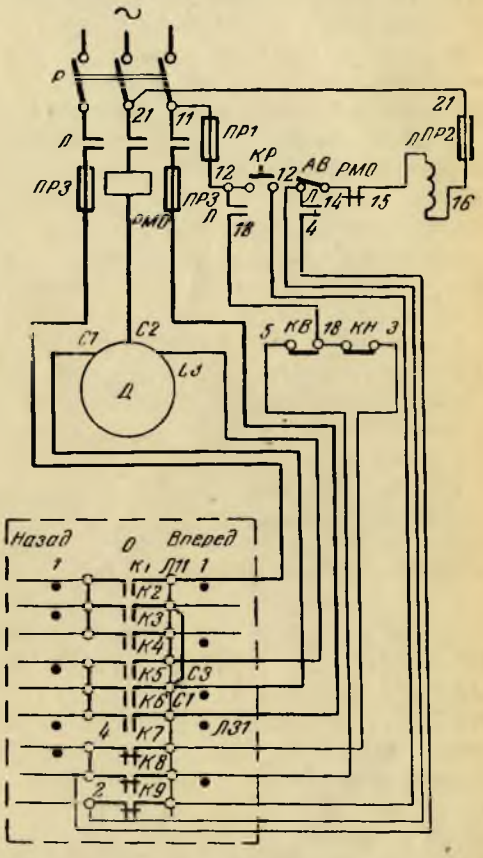


Рис. 30. Схема управления двигателем с короткозамкнутым ротором при помощи контроллера типа НТ-53 и НТ-63.

срабатывании в предельных положениях одного из конечных выключателей *КВ* или *КН* двигатель отключается и может быть пущен только в обратном направлении. Блок-контакты *Н(8—4)* и *В(10—6)* не допускают одновременного включения катушек *В* и *Н*. Для этого служит и механическая блокировка между контакторами. В схеме управления с помощью контроллера одиночным короткозамкнутым двигателем (рис. 30)

взамен контакторов *В* и *Н* применен контроллер типа НТ-53. Схемы контроллеров типов НТ-63 и ККТ-63 аналогичны указанной схеме. В нулевом положении контроллера при включенном рубильнике *Р* кнопкой *КР* возможно включение линейного контактора *Л* (создается цепь *11—12—1—2—14—15—16—21*). Затем кнопка *КР* может быть отпущена, и ток будет проходить по цепи *12—18—5—4—2—14—15—16—21* или цепи *11—18—3—4—2—14—15—16—21*. Если механизм не находится в одном из крайних предельных положений, то возможно вращение двигателя в обоих направлениях. Если один из конечных выключателей *КВ* или *КН* будет разомкнут, то вращение возможно лишь в одном направлении, так как при разомкнутом выключателе *КВ* разрывается цепь *18—5—4*, а при разомкнутом *КН* — цепь *18—3—4*. При повороте контроллера в направлении *«Вперед»* замыканием контактов *К1* и *К3* соединяется провод *Л11* с зажимом *С3* двигателя и замыканием контактов *К4* и *К6* — провод *Л31* с зажимом *С1*. При повороте контроллера в направлении *«Назад»* замыканием контактов *К1* и *К2* соединяются *Л11* и *С1*, а замыканием *К4* и *К6* соединяются *Л31* и *С3*. Остановка двигателя произойдет при повороте контроллера в нулевое положение, а также при разрыве цепи каким-либо выключателем. Схема после отключения может быть введена в работу лишь с предварительным возвращением рукоятки контроллера в нулевое положение. ,

Для управления двигателями с фазным ротором наибольшее распространение получили контроллеры типов НТ-51, НТ-61, НТ-101, НТ-151, ККТ-61, ККТ-101 и ККТ-161. На рис. 31 приведена схема контроллера типа ККТ-101, которая аналогична схемам перечисленных выше контроллеров. Эти контроллеры различаются главным образом числом ступеней и расположением контактов. Вывод пускорегулирующих сопротивлений осуществляется поворотом вала контроллера с положения *1* до положения *6*. Сначала под током находится все пусковое сопротивление, а затем часть роторного сопротивления шунтируется и в последнем положении вала контроллера; точки *Р1, Р2, Р3* замкнуты, что соответствует полностью выведенному сопротивлению.

Максимальное реле *МР* в данной схеме отключает двигатель при перегрузках. Как предыдущие, эта схема обеспечивает нулевую защиту, нулевую блокировку и

конечное ограничение хода механизма. Линейный контактор *Л*, кнопка *КР*, предохранители и максимальное реле входят в комплект защитной панели.

В приводе моста крана в ряде случаев применяется раздельный привод, т. е. два двигателя, которыми надо управлять синхронно. Для этой цепи служат контроллеры типов НТ-52, НТ-102, ККТ-62, ККТ-102 и др. На

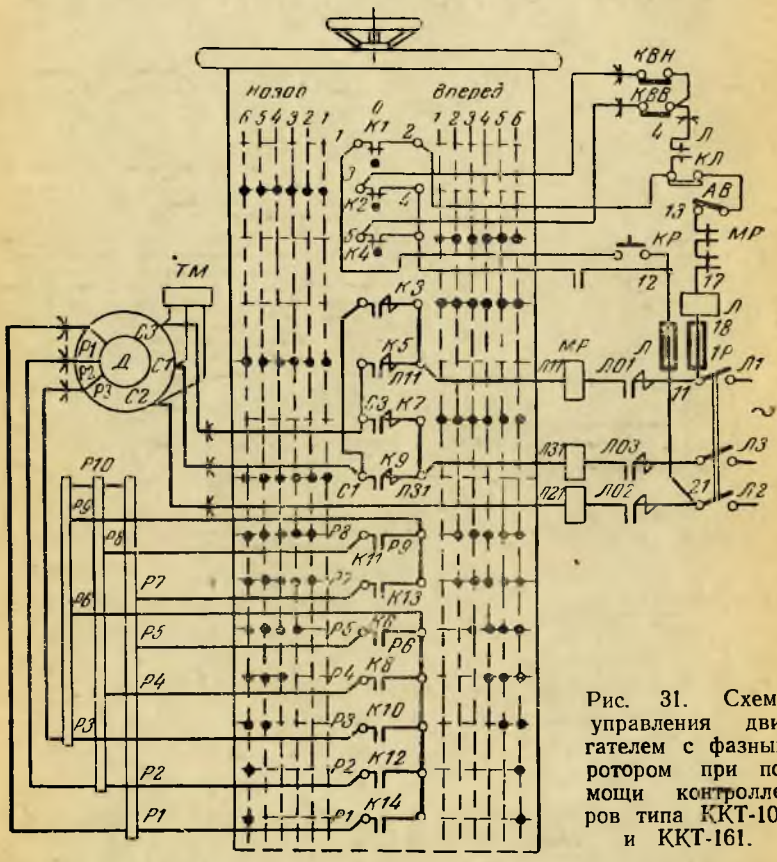


Рис. 31. Схема управления двигателем с фазным ротором при помощи контроллеров типа ККТ-101 и ККТ-161.

рис. 32 показана схема контроллера типа ККТ-102, в которой роторные цепи разделены (объединять роторы двух машин нельзя во избежание механических и электрических перегрузок). Чтобы не увеличились размеры контроллера при применении схемы, реверсирование

двигателя выполняется не контроллером, а двумя механически сблокированными контакторами *В* и *Н*. Вместо кнопок служат пальцы контроллера *30* и *50*. Тормозной магнит или электродвигатель включают параллельно обмотке статора. Зажимы *1* и *2* предназначены для нулевой блокировки и присоединяются к соответствующим выводам защитной панели, к которым подводятся также и провода *Л11, Л21, Л31*.

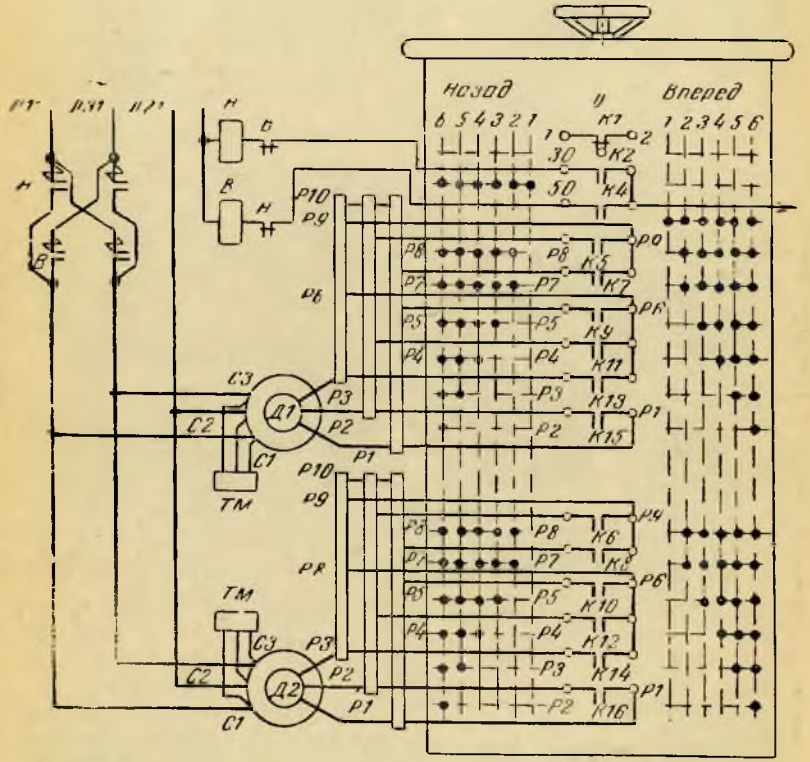


Рис. 32. Схема управления контроллером типа ККТ-102 или ККТ-102т двумя двигателями.

Если режим работы для силовых контроллеров слишком тяжел, применяют магнитные контроллеры. Обычно панели типа *Т* применяют для управления механизмами передвижения тележек и мостов, панели типа *ТС* — в подъемных лебедках и грейферных механизмах. На рис. 33 приведена схема панели типа ТС.

При включении рубильника *2Р* и нулевом положении командоконтроллера получает питание катушка блокировочного реле *РБ*. Наличие размыкающего (в нулевом положении командоконтроллера) контакта *К1* позволяет производить пуск двигателя только начиная с нулево-

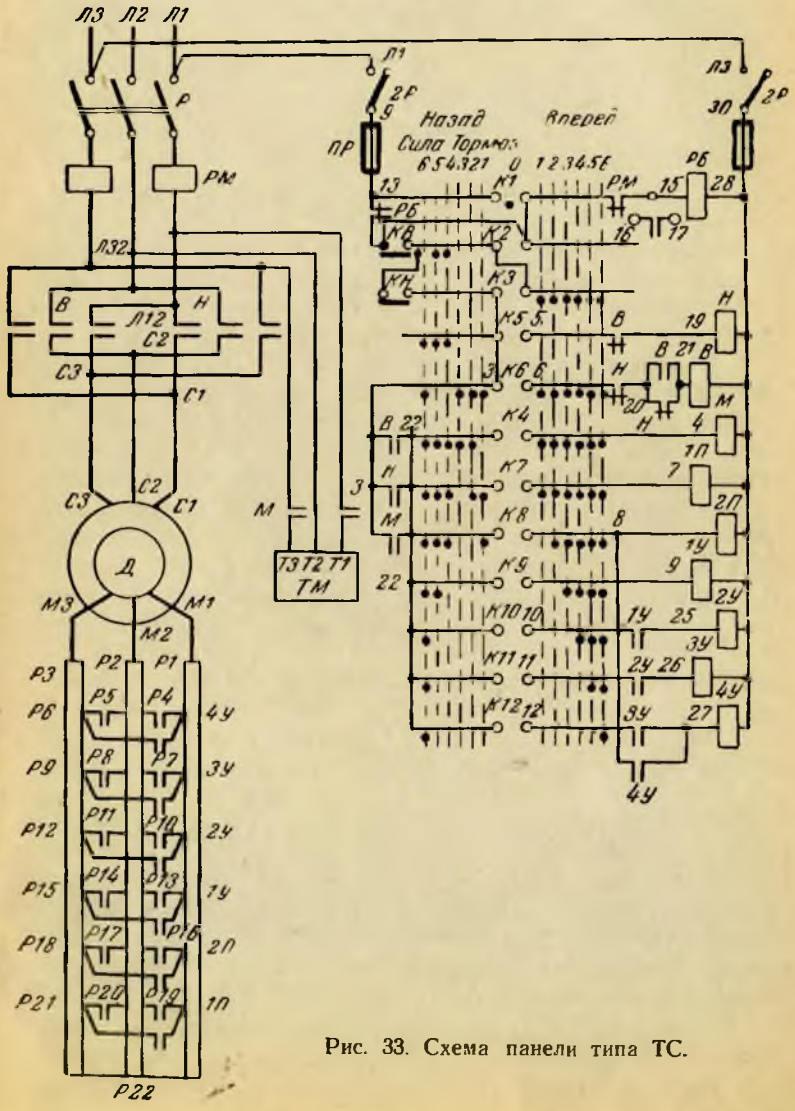


Рис. 33. Схема панели типа ТС.

го положения командоконтроллера. В первом положении *«Вперед»* замыкается контакт *К6* командоконтроллера и получает питание катушка контактора *В*. Включаются контакторы *В* и *М*. Статор двигателя *Д* подключается вместе с тормозным магнитом *ТМ*, открывающим тормоз. При включении контактора *1П* отключается часть сопротивления, затем по мере поворота контроллера замыкаются контакторы ступеней ускорения *1У, 2У, 3У* и *4У*. Для смягчения механической характеристики двигателя небольшая часть сопротивления в каждой фазе (*Р1—Р4, Р2—Р5, Р3—Р6*) остается невыключенной, что желательно для хорошей работы электропривода.

Смягчение механических характеристик двигателя способствует при возникновении механических перегрузок более плавной и безударной работе привода. По схеме предусмотрено два тормозных положения (торможение противовключением). В этих положениях спуска двигатель по схеме включен на подъем («Вперед»), но под действием тяжелого груза фактически происходит движение вниз. Создаваемый двигателем тормозной момент не дает в этом случае грузу падать. В электроприводе кранов с силовыми кулачковыми контроллерами, а также и с контакторными панелями (магнитными контроллерами) преобладает спуск груза со сверхсинхронной скоростью, т. е. чем больше сопротивление включено в роторную цепь, тем больше будет скорость одного и того же груза. Во избежание этого в панелях типа *ТС* выполнена блокировка блок-контактами *Н* и *4У* (*8—27*), не позволяющая отпасть контактору *4У*, пока не разорвется цепь *К8* или не отпадет контактор *Н*. Для предупреждения включения контактора *В* при полностью выведенном пусковом сопротивлении ротора служит включенный последовательно с катушкой контакта *В* блок-контакт контактора *4У*. Пока замкнут контактор *4У* и зашунтировано почти все сопротивление роторной цепи, включить двигатель в тормозной режим невозможно (такое включение вызвало бы бросок тока и механический удар). В дальнейшем блок-контакт *4У* размыкается, но это не вызывает отключения двигателя, так как цепь уже зашунтирована блок-контактом *В* (*20—21*).

Простейшим контроллером постоянного тока является кулачковый типа НП-101 (рис. 34), предназначенный для управления двигателями механизмов передви-

жения крана. Для отключения двигателя от сети при срабатывании конечного выключателя, снижении напряжения и других причин, обычно служит линейный контактор *Л*, установленный отдельно или являющийся частью защитной панели. Контакты *1—2* обеспечивают нулевую блокировку. При повороте маховика контроллера из нулевого в положение *«Вперед»* замыкаются

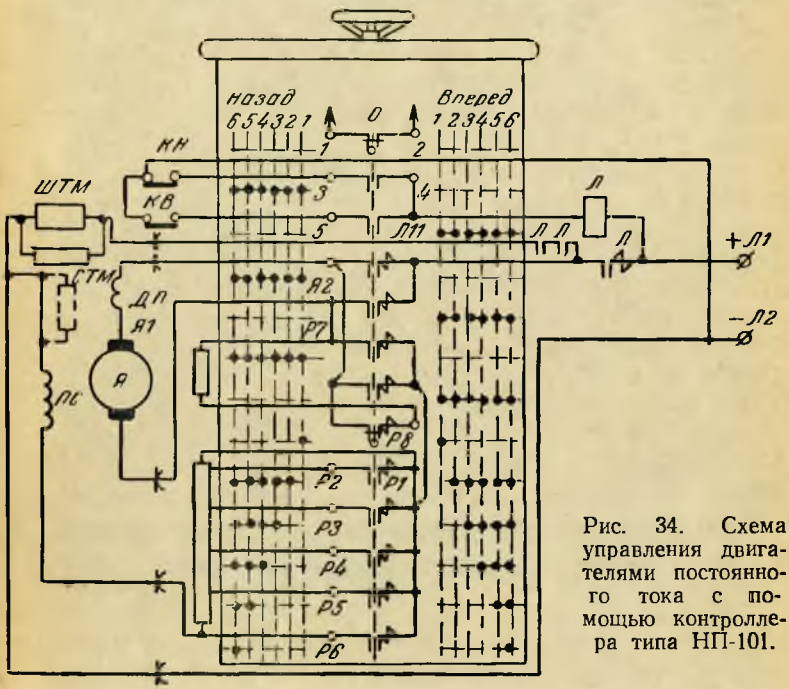


Рис. 34. Схема управления двигателями постоянного тока с помощью контроллера типа НП-101.

контакты *4—5* (в положении *«Назад»* — контакты *3—4*), чем создается цепь питания катушки контактора *Л* на все время, пока не разомкнуты контакты одного из конечных выключателей *КВ* или *КН*. После того как получила питание катушка контактора *Л* и этот контактор сработал, замкнется цепь тормозного магнита ШТМ и механический тормоз откроется. Если вместо магнита *ШТМ* с параллельным питанием (шунтовой) применяется магнит с последовательным питанием катушки *СТМ* (сериесный), то он присоединяется за обмоткой *ПО* последовательного возбуждения двигателя (показано на схеме пунктиром). Помимо вклю-

чения тормозного магнита происходят следующие процессы. Размыкается цепь электрического торможения, состоящая из обмотки якоря двигателя *Я2—Я1,* обмотки дополнительных полюсов *ДП* и сопротивления *Р7—Р8.* Создается цепь питания двигателя при движении вперед *Л1—Л11—Я2—Я1—ДП* сопротивление *Р1—Р6*—обмотка возбуждения *ПО* — тормозной магнит *СТМ-Л2.* При магните *ШТМ* его обмотка подключается через два контакта *Л* (для облегчения условий разрыва) к сети *Л1* и *Л2.* При движении назад меняется последовательность подключения якоря *Л1—Л11—ДП—Я1—Я2—Р1—Р6* и т. д. Этим обеспечивается перемена направления вращения двигателя. При постепенном переходе с первого к последующим положениям контроллера вне зависимости от направления вращения постепенно шунтируются ступени сопротивления *Р1—Р2, Р2—Р3, Р3—Р4, Р4—Р5, Р5—Р6.* Таким образом, в шестом положении контроллера двигатель выходит на естественную характеристику.

Отдельные узловые схемы объединяются в общие схемы электрооборудования, так как краны имеют не один, а несколько двигателей. Схема защитной панели переменного тока для нескольких двигателей, а также подключение к ним нескольких двигателей приведены ниже (см. рис. 35).

5. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СХЕМАХ ДЕЙСТВУЮЩИХ КРАНОВ

Мостовые краны выпускаются с опробованными, стандартными электрическими схемами, которые описаны выше. Однако в зависимости от количества установленных на одном подкрановом пути кранов, в связи с вступлением в действие «Правил устройства и безопасной эксплуатации кранов» *, а также при заменах аппаратов управления, производимых в процессе эксплуатации, возникает необходимость в изменениях электрических схем действующих кранов. Так, например, электроприводы кранов должны иметь дополнительную нулевую блокировку, предупреждающую самозапуск двигателей после перерыва в подаче напряжения, и блокировку, не позволяющую включать ли-

* Для краткости в дальнейшем будем называть просто Правила.

нейный контактор, когда контроллеры установлены в рабочее положение.

Согласно ст. 149 Правил, у грузоподъемных машин с электрическим приводом при контроллерном и командоконтроллерном управлении включение контактора, подающего напряжение на грузоподъемную машину, должно быть возможно лишь только в том случае, если все контроллеры и командоконтроллеры находятся в нулевом положении. Контактор в некоторых схемах имеет возможность включаться не при нулевом положении командоконтроллера при наличии исправной нулевой блокировки.

Защита при исчезновении напряжения отключает двигатель при значительном снижении напряжения в сети или его исчезновении. Последнее не влечет за собой аварии, но внезапное появление напряжения может вызвать недопустимый самозапуск двигателей. Асинхронные двигатели с фазным ротором и двигатели постоянного тока не могут пускаться в ход без пусковых сопротивлений. Поэтому при исчезновении напряжения двигатели должны обязательно отключаться от сети, а при внезапном появлении напряжения их пуск производится по обычным правилам из нулевого положения контроллера постепенным переводом его в рабочее положение.

Защита при исчезновении напряжения обычно осуществляется катушкой линейного контактора крановой защитной панели. При исчезновении напряжения контактор выключается, а для последующего включения его при появлении напряжения машинист должен сначала поставить все контроллеры крана в нулевое положение, затем нажатием кнопки защитной панели вновь включить ее линейный контактор. Для осуществления нулевой блокировки во всех контроллерах имеются контакты вспомогательного тока, замкнутые только в нулевом положении контроллера и разомкнутые во всех рабочих положениях. Через эти контакты контроллеров и пусковую кнопку защитой панели подается ток в катушку линейного контактора защитной панели.

Если какой-либо из контроллеров не поставлен в нулевое положение, то контакты его нулевой блокировки разорвут цепь питания катушки линейного контактора и контактор защитной панели при нажатии кнопки не включится.

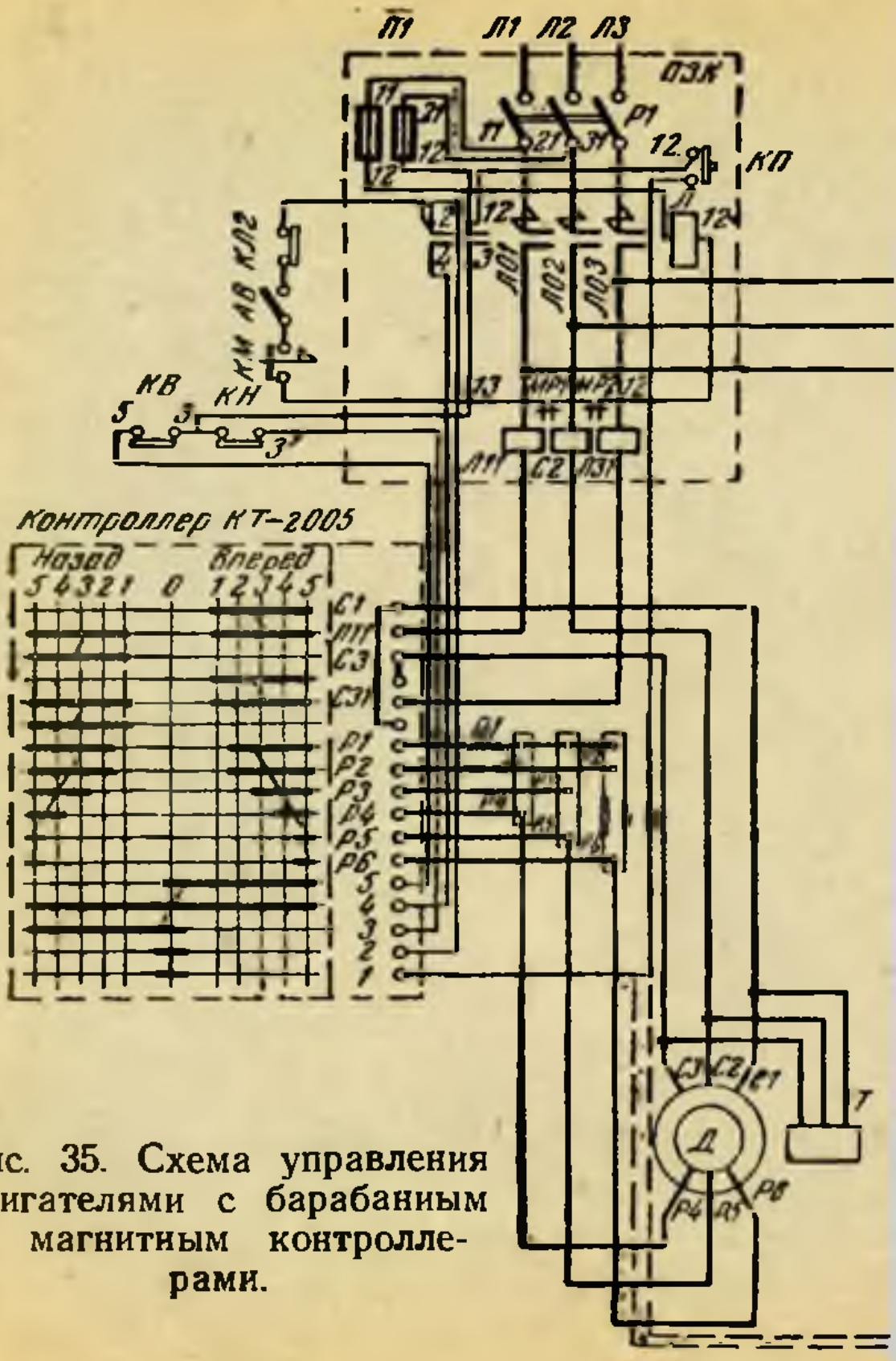
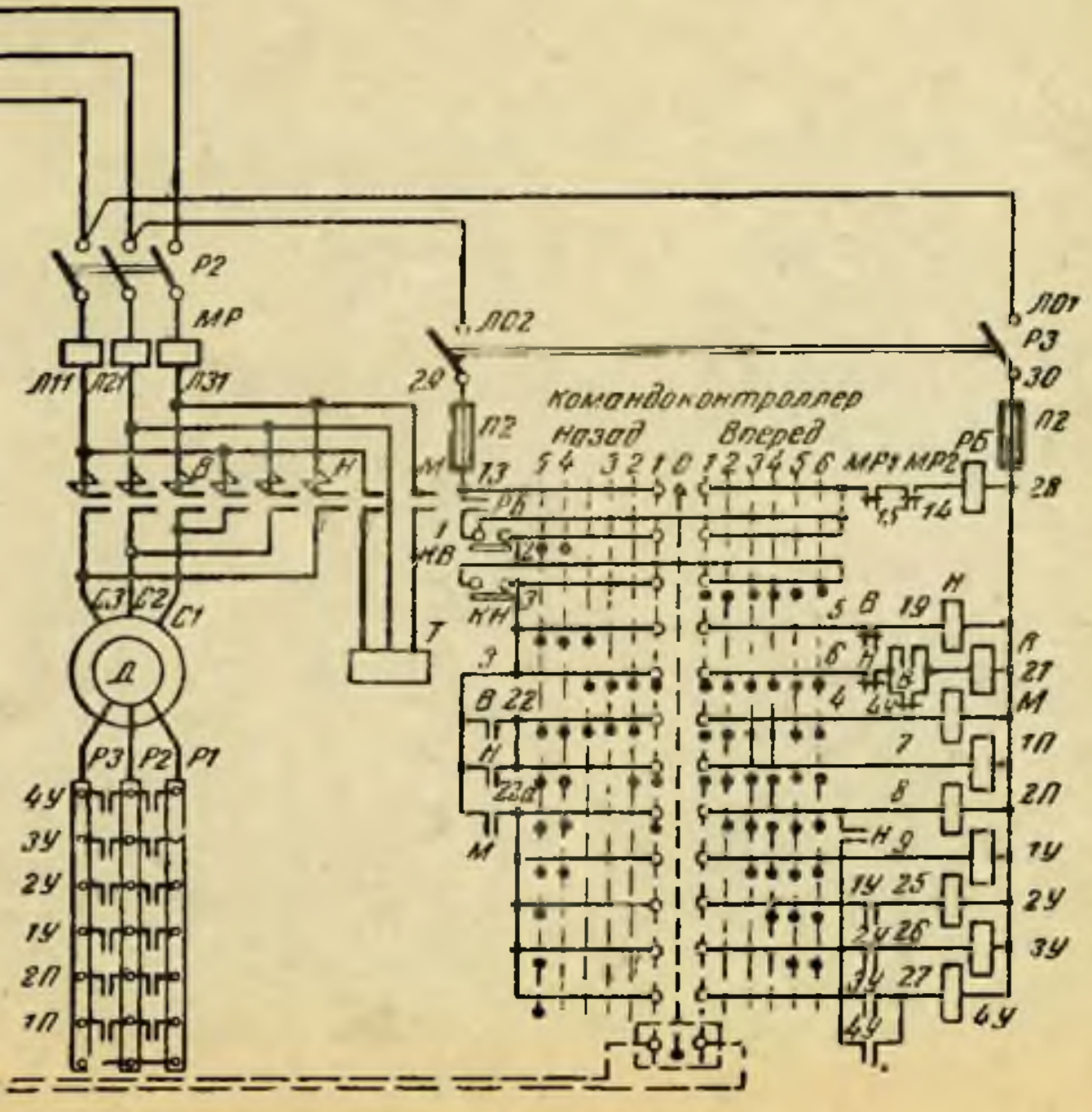


Рис. 35. Схема управления двигателями с барабаным и магнитным контроллерами.


Командоконтроллер
Назад
Вперед
Р2
МР
Л11
Л21
Л31
ЛО2
ЛО1
Р3
П2
РБ
МР1
МР2
Д
С1
С2
С3
Р1
Р2
Р3
4У
3У
2У
1У
2П
1П
Т
КН
КВ
М
В
Н
Л
1П
2П
1У
2У
3У
4У

В схемах с магнитными контроллерами, управляемых командоконтроллерами, нет линейного контактора и нулевая защита осуществляется при помощи блокировочного реле. Это реле, в отличие от линейного контактора, контактов силовой цепи не имеет и является промежуточным. Этим же реле осуществляется защита при исчезновении напряжения. Таким образом, когда на кране установлены барабанные и кулачковые или только магнитные контроллеры, электрические схемы отвечают требованиям безопасности и требованиям Правил. Контроллеры подбирают в зависимости от режима работы. Так как механизм подъема и закрывания челюстей грейфера мостового крана работает в тяжелом режиме, то часто эти механизмы управляются магнитными контроллерами через командоконтроллеры, а остальные механизмы, которые не работают в тяжелом режиме, управляются кулачковыми или барабанными контроллерами. Получается своего рода смешанная электрическая схема (рис. 35), где слева показано управление барабанным, а справа — магнитным контроллером.

Электрическая схема с барабанным контроллером работает следующим образом. При включении рубильника P_1 ток через предохранитель и кнопку пуска *КП* подается на палец *12* на рейке контроллера. Так как штурвал находится в нулевом положении, медные сегменты замыкают проводники, которые подведены к пальцам *1* и *2*, а также *3*, *4* и *5* (что видно на развертке барабана контроллера). Через палец *2* ток возвращается обратно, проходя через нулевые контакты всех контроллеров, ключ-марку, аварийный выключатель, контакт люка, контакты максимального реле, электромагнитную катушку линейного контактора и через предохранитель попадает в фазу *Л1*. Образуется замкнутая цепь. При нажатии на пусковую кнопку замыкается цепь электромагнитной катушки, включается контактор и его два блок-контакта (*2—4*, *12—3*). Пальцы *3*, *4* и *5* при любом рабочем положении штурвала контроллера обеспечивают включение двух конечных выключателей. Это видно из развертки контроллера, согласно которой эти три сегмента замкнуты. Теперь ток проходит, минуя пусковую кнопку, прямо через блок-контакты, конечный выключатель и через пальцы *3* и *4* или *5* и *4* возвращается в фазу *Л1* прежним пу-

тем. После того как замкнутся рабочие контакты контактора, при первом положении контроллера *«Вперед»* палец *Л31,* к которому подходит напряжение от третьей фазы, замыкается пальцем *С3* третьей фазы обмотки двигателя. В то же время пальцы *Л11* и *С1* включают вторую фазу обмотки двигателя. Так как одна фаза обмотки двигателя соединяется с сетью, без захода в контроллер, то все три фазы становятся включенными и ротор двигателя начинает вращаться.

В первом положении контроллера пальцы, к которым подводятся провода от цепи ротора, не замкнуты и сопротивления полностью включены в ротор. Чтобы переменить направление его вращения, штурвал вращают в противоположном направлении, т. е. *«Назад».* При переходе штурвала через нулевое положение линейный контактор не отключится, а фазы поменяются местами. Пальцы на рейке теперь будут соединяться иначе: *Л31* с *С1* через немаркированный палец, а *Л11* с *Л3,* в связи с чем изменится направление вращения ротора двигателя. Двигатель остановится, если штурвал возвратить в нулевое положение, а также при срабатывании конечного выключателя, максимального реле, при выключении аварийного рубильника или контакта люка, двери и ключ-марки.

Таким образом, при такой схеме обеспечивается нулевая блокировка, исключается возможность включения линейного контактора, когда контроллер предварительно не будет установлен в нулевое положение. Справа показана схема управления двигателем с помощью магнитного контроллера типа ТС, приводимого в действие командоконтроллером.

Как видно из схемы, электродвигатель *Д* подключается к сети через рубильник P_2 и контакторы *В* или *Н*, включенные по реверсивной схеме, цепь управления питания — через рубильник P_3 (узловая схема действия этого контроллера рассматривалась в § 4). Если поставить рукоятку командоконтроллера магнитного контроллера в любое промежуточное положение, то при нажатии на пусковую кнопку на защитной панели линейный контактор включится. При исправном реле *РБ* двигатель не включится, но при износе кулачков может произойти самопроизвольное включение двигателя, причем даже не на всех промежуточных положениях контроллера. Чтобы исключить возможность пус-

ка двигателя при перерыве в подаче напряжения и исключить возможность включения главного контактора при такой смешанной схеме, необходимо соединить две цепи управления, как показано на схеме пунктирной линией. Для этой цели используют свободный контакт командоконтроллера и устанавливают его так, чтобы он был замкнут в нулевом положении рукоятки командоконтроллера. Теперь при нажатии на пусковую кнопку электрический ток будет проходить также и через

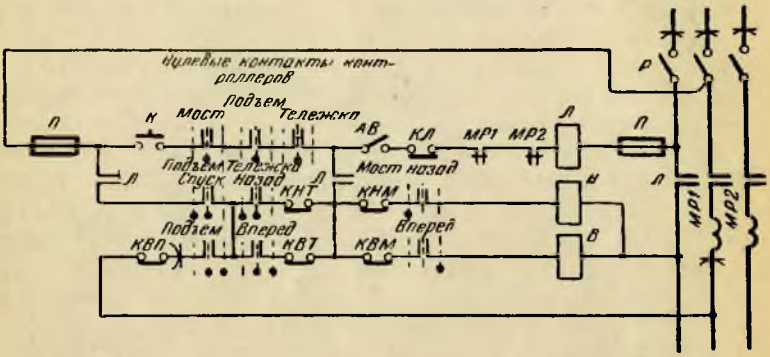


Рис. 36. Существующая схема управления краном с раздельным приводом передвижения.

размыкающий контакт командоконтроллера, и если рукоятка не будет установлена в нулевое положение, то линейный контактор на защитной панели не включится. Таким образом, смешанная электрическая схема, которая нашла широкое применение на мостовых грейферных кранах, при управлении краном барабанным (кулачковым) и магнитным контроллером будет приведена в соответствие с требованием Правил.

На рис. 35 размыкающий контакт условно вынесен отдельно, в действительности используют свободный контакт контроллера, для чего освобождают контакты концевого выключателя низа, так как он не используется (или контактора *М*, присоединив обмотки катушки магнита параллельно статору двигателя). Необходимо помнить, что при включенном линейном контакторе *Л* этот контакт будет под током, даже если будут отключены рубильники P_2 и P_3.

Краны с раздельным приводом передвижения управляются по схеме, приведенной на рис. 32. Как видно

из рис. 36, после отключения концевого выключателя *КНМ* или *КВМ* отключится контактор *Н* или *В* и двигатели моста будут остановлены. При этом линейный контактор *Л* не отключится, так как цепочка питания его продолжает быть замкнутой через свои блок-контакты *Л*, которые не разомкнутся после отключения указанных концевых выключателей.

Сразу же после замыкания контактов концевых выключателей (если контроллер останется в промежуточном, рабочем положении) включаются контакторы *В* или *Н* и кран начнет двигаться. Если кран с такой электрической схемой установлен один на подкрановых путях, то никакой опасности в этом нет и он может работать без изменения электрической схемы. Когда на одном подкрановом пути устанавливаются два крана, то электрические схемы необходимо переделать, так как в случае сближения кранов, если они будут взаимно остановлены концевыми выключателями хода моста, возникает возможность самопроизвольного пуска механизма передвижения моста. Если на одном из кранов контроллер двигателя моста будет крановщиком остановлен в одном из рабочих положений, а другой кран будет в это время отъезжать, то контакты концевого выключателя остановленного крана замкнутся и произойдет самопроизвольное включение механизма второго крана, у которого контроллер был оставлен в рабочем положении. В этом случае может произойти включение крана без сопротивления, если контроллер был оставлен в пятом положении. Таким образом, происходит нарушение Правил, требующих, чтобы электрическая схема исключала самозапуск двигателей после восстановления напряжения на линии, питающей грузоподъемную машину. Двигатели также не должны включаться контактами предохранительных устройств (контактами концевых выключателей и блокировочных устройств). Такое самопроизвольное движение крана может привести к тяжелым последствиям в случае нахождения, например, ремонтного персонала на мосту крана, при регулировке концевых выключателей, установке и ремонте «лыж», включающих концевой выключатель, и т. д. Для предотвращения этого необходимо изменить схему управления краном (рис. 37). В схеме рис. 37,*а* контакты концевого выключателя *КНМ* и *КВМ* перенесены до блок-контакта линейного контак-

тора *Л*, и отключение концевого выключателя влечет за собой разрыв цепи линейного контактора через блок-контакты.

В схеме, приведенной на рис. 37,*б*, концевые выключатели *КНМ* и *КВМ* хода моста подключаются в цепь управления главного контактора через размыкающие контакты электромагнитного контактора хода моста. Та-

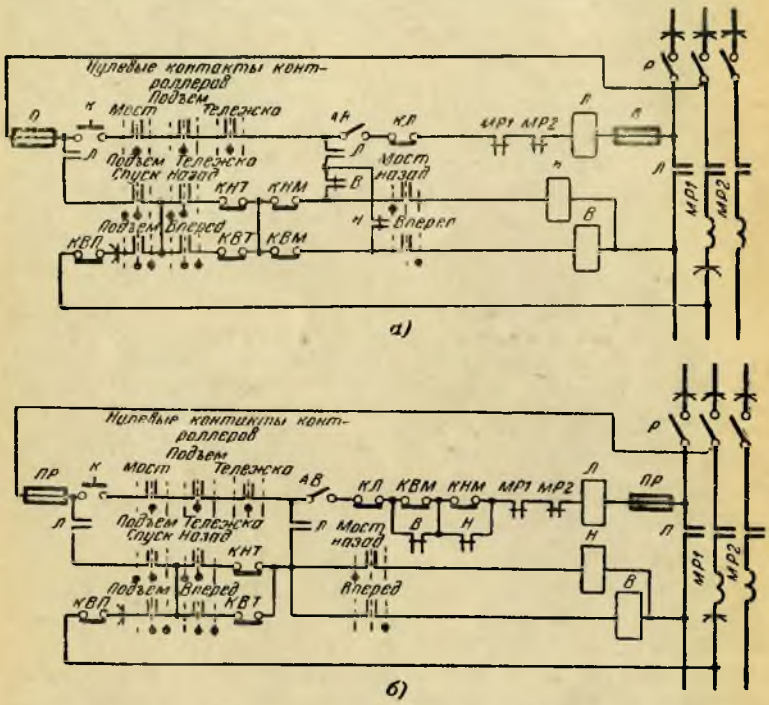


Рис. 37. Измененная схема управления краном с раздельным приводом.

а — схема, в которой ограничители передвижения перенесены до блок-контакта линейного контактора; *б* — то же, но подключены в цепь управления главного контактора.

ким образом, концевые выключатели хода моста будут разрывать цепь управления главного контактора, и его можно будет включить только после того, как все контроллеры будут поставлены в нулевое положение.

Если на одном пути установлены два крана, у которых всего один кран имеет раздельный привод, то также существует опасность. В этом случае схему переде-

лывают следующим образом: устанавливают промежуточное реле *РП* типа ЭТ-41, имеющее замыкающий и размыкающий контакты (рис. 38). В этой же цепи параллельно замыкающему контакту переключены свободные контакты ограничителя передвижения моста. Когда разорвется ограничитель, то замкнутся его контакты в цепи реле *РП*, катушка окажется под током, включатся и разорвутся размыкающие контакты в цепи ограничителя. Если второй кран отъедет и контакт ОМ замкнется, кран не начнет самопроизвольного движения, так как реле *РП* в цепи ограничителя будет разомкнуто. Чтобы начать дальнейшее движение, рукоятку контроллера надо поставить в нулевое положение. Катушка реле *РП* обесточится при нулевом положении контроллера, и схема восстановится. Таким образом, даже без отключения линейного контактора будет исключаться самопроизвольное передвижение крана.

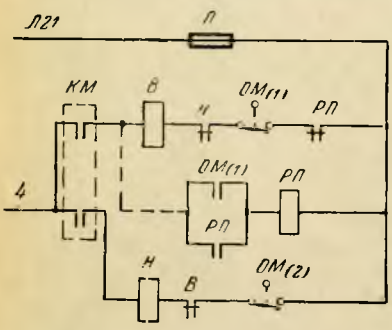


Рис. 38. Измененная схема управления передвижения с дополнительным реле.

Краны выпускаются также со схемами, где концевые выключатели хода моста установлены не в цепи управления, а в силовой цепи двигателя. Передвижение и включение их не влекут отключения цепи управления крана и линейного контактора, а лишь отключается двигатель передвижения, что также создает опасность нахождения двух кранов на одном подкрановом пути, так как будет происходить самовключение. Поэтому такая схема подлежит изменению. Если на подкрановом пути один кран, то до установки второго электрическая схема может не подвергаться изменению.

Согласно Правилам при работе мостовых кранов их владелец обязан обеспечить применение марочной системы, при которой управление краном разрешается лишь лицу, получившему в установленном на предприятии порядке марку или ключ, замыкающий электрическую цепь управления краном. Создание специальной

блокировки в марочной системе «ключ — марка» исключает возможность пуска крана лицом, на это не уполномоченным. Смысл этой системы состоит в том, что цепь управления замыкается специальным ключом, и линейный контактор включается, если цепь замкнута этим ключом. Поэтому в схему вносят дополнение. Эта блокировка может выполняться в виде электрического замка (рис. 39), который состоит из эбонитовой доски, контактов и ключей с разными бородками. Ключ не должен подходить к другому замку. Эбонитовая доска крепится на внутренней стенке защитной панели. В доске и стенке делается прорезь для ключа. Если поворотом ключа разомкнуть контакты и вынуть ключ, включение линейного контактора кнопкой «Пуск» станет невозможным. Эта система может выполняться в разных вариантах. В наиболее простом варианте она состоит из конечного выключателя типа ВК-411 и замка дверного типа (рис. 40).

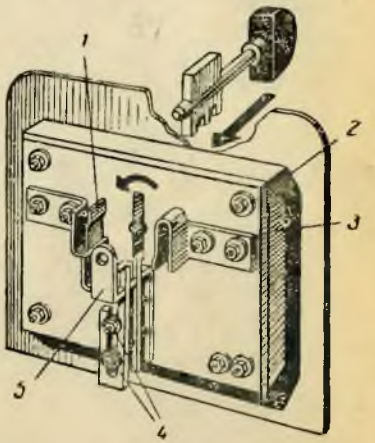


Рис. 39. Электрический замок.
1 — контакт; *2* — болт; *3* — эбонитовая доска; *4* — пластинка замка; *5* — опорная скобка ключа.

Конечный выключатель и замок крепят внутри защитной панели и располагают таким образом, чтобы штырек конечного выключателя находился против язычка замка (последний должен быть с плоским концом). Если язычок от поворота ключа убрать вовнутрь замка, цепь будет разомкнута (замок открыт). Когда замок закрыт поворотом ключа, язычок нажимает на штырь конечного выключателя и замыкает цепь.

Ключ, подходящий только для данного замка, является «ключом-маркой», которая обеспечивает условия безопасности. Прорезь в стенке для ключа делают так, чтобы невозможно было вынуть ключ, когда цепь остается включенной, т. е. для вынимания ключа требуется повернуть ключ и обязательно разомкнуть цепь. Ключи от установленных на кранах замков должны храниться в инструментальной кладовой и выдаваться обслужива-

ющему персоналу (крановщикам, слесарям, электрикам) в обмен на жетоны, которые предоставляют ему право на обслуживание крана. Для удобства установления принадлежности ключа и жетона тому или иному крану на них выбивают номера крана. Жетоны должны выдаваться персоналу под расписку.

Согласно новым Правилам, дверка кабины мостового крана должна быть снабжена электрической блокировкой, не позволяющей начать передвижение крана при

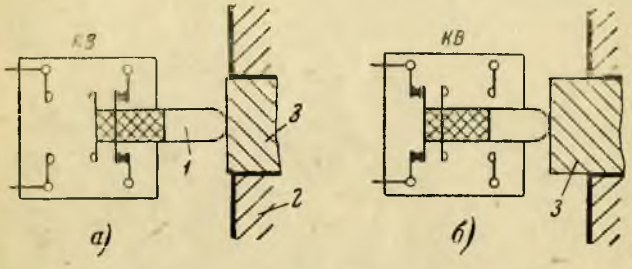


Рис. 40. Схема блокировки «ключ—марка».

а — замок открыт; *б* — замок закрыт; *КВ* — конечный выключатель; *1* — контактный штырек конечного выключателя; *2* — корпус замка; *3* — язычек замка.

открытой дверке. Ранее на кранах такой контакт не предусматривался, поэтому его вводят дополнительно и соединяют последовательно с контактом люка. Устройство такой блокировки позволит отключить кран при посадке в его кабину на ходу посторонних лиц или трогань крана с места.

На некоторых мостовых кранах установлены магнитные контроллеры типов ТС и ДТС. Особенность этих контроллеров состоит в том, что при установке рукоятки командоконтроллера на трех первых положениях спуска порожний или легко груженый крюк движется не вниз, а вверх. При этом конечная защита работать не будет. Так как несрабатывание концевого выключателя может привести к подтягиванию крюковой обоймы до упора и обрыву грузового каната, то схема этих контроллеров должна быть изменена таким образом, чтобы ограничитель высоты подъема крюка был включен в цепь на первых трех положениях спуска.

В эксплуатации находятся грейферные мостовые краны, у которых возможна раздельная работа поддерживающей и замыкающей лебедок. Ограничитель высо-

ты подъема установлен на поддерживающей лебедке, которая поднимает закрытый грейфер. Имеется возможность поднимать дальше грейфер замыкающей лебедкой, которая, закрыв челюсти грейфера, имеет возможность поднимать грейфер вверх, и тем самым не исключается возможность обрыва каната, так как ограничитель отсутствует в этой цепи. Поэтому конечный выключатель необходимо устанавливать также на замыкающей лебедке. При этом на замыкающей лебедке выключатель регулируется на срабатывание при подъеме закрытого грейфера. Если выключатель будет срабатывать раньше, то окажется невозможным закрытие высоко поднятого грейфера, так как при подъеме грейферного каната (что необходимо для закрытия грейфера) лебедка окажется преждевременно выключенной. Необходимо установить правильную последовательность срабатывания концевых выключателей обеих лебедок. Правильная регулировка будет состоять в том что при подходе закрытого грейфера к крайнему верхнему положению сначала должен остановиться механизм поддерживающей лебедки, а затем только механизм замыкающей лебедки, т. е нельзя допускать, чтобы передавалась нагрузка на поддерживающие канаты, что может привести к непредусмотренному открыванию груженого грейфера. Нельзя также забывать об этом при замене грейфера и канатов, в связи с чем следует производить после этого проверку работы и регулировку конечных выключателей на последовательность их включения (выключения).

Из схемы магнитного контроллера типа ТС (рис. 41) видно, что параллельно блок-контактам контакторов *В* и *Н* командоконтроллера установлен блок-контакт *М* контактора магнита тормоза. Назначение его заключается в том, чтобы шунтировать контакты *В* и *Н* во время перехода от тормозного спуска к силовому спуску с целью исключения «прыгания» тормоза. Использование контактов *М* в качестве шунтирующих, а также в качестве самоподпитки катушки контактора магнита тормоза, исключает из схемы действие контакта *Н*, так как катушка контактора магнита запитывается в первом положении контроллера на подъем через контакты *В* и на других ступенях подъема питается через свои блок-контакты, аналогично при спуске во втором положении контроллера запитывается через контакты *В* и становится на самоподпитку. Таким образом, самопод-

питка катушки управления контактора магнита независимо от положения контакторов *В* и *Н* может привести к аварии. Например, в случае нарушения цепи управления контакторов *В* и *Н*, что возможно вследствие подгорания контактов, в результате чего эти контакты (вер-

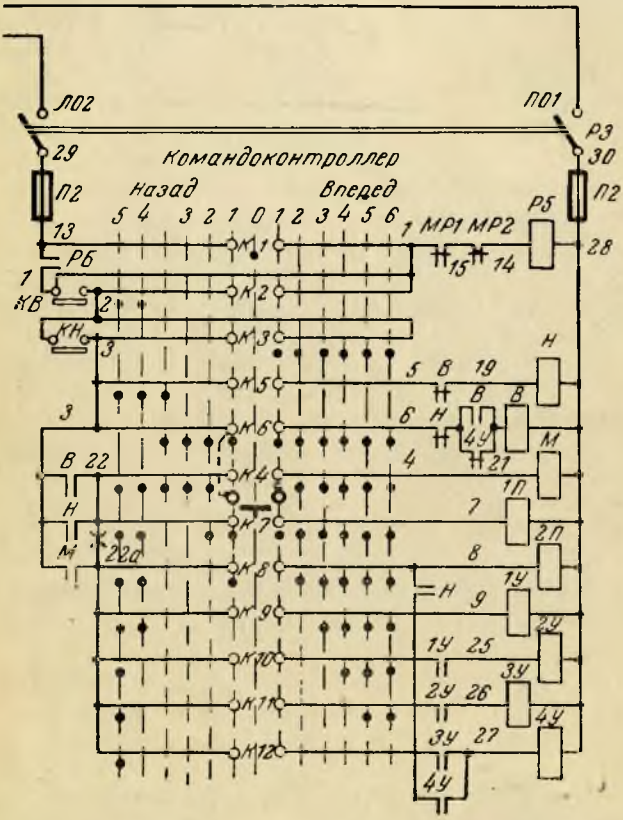


Рис. 41. Измененная схема магнитного контроллера ТС.

нее, один из них) отпадет, подача напряжения на двигатель прекращается, а тормоз в действие не придет, так как катушка контактора магнита запитывается через свои блок-контакты. Груз под действием веса начнет самопроизвольно опускаться вниз. Указанная схема опасна, так как любое отключение контакторов *Н* и *В* должно сопровождаться срабатыванием тормоза, а при такой схеме это не всегда возможно. Чтобы не возникла такая

опасность, необходимо снять перемычку на участке, который отмечен знаком ×. После такой переделки схемы при отпадании контактора *В* и *Н* в случае неисправности цепи управления обязательно будет срабатывать тормоз.

Перечисленные выше изменения электрических схем направлены в основном на обеспечение безопасной работы кранов. Иногда возникает необходимость изменения схемы для повышения производительности труда или экономии электроэнергии. Примером может служить получение возможности опускания грефера при неработающем двигателе. Согласно существующему положению, механизмы подъема груза должны снабжаться тормозами замкнутого типа, автоматически размыкающимися при включении и замыкающимися при выключении привода. В схемах тормозные катушки подключены в большинстве случаев параллельно обмоткам статора двигателя. У грейферных двухбарабанных лебедок с раздельным электроприводом на механизме поддерживающего барабана допускается устройство педали (кнопки) для растормаживания барабана при неработающем двигателе. Это можно осуществить в схеме управления двигателем при помощи магнитного контроллера типа ТС.

Как видно из рис. 41, катушки тормоза подключены в силовую цепь до контакторов *Н* и *В*. Тормозной магнит включается при помощи контактора *М*. При переводе рукоятки командоконтроллера в положение спуска включается контактор *Н*, подключаются контакторы *М* и *1П*, тормоз растормаживается, и происходит опускание грейфера. При установке рукоятки в нулевое положение контакторы *Н* и *М* отпадут и механизм остановится. Если установить перемычку и ножную педаль, как показано пунктирной линией на рис. 41, то нажатием на педаль во время начала опускания грейфера и установкой рукоятки командоконтроллера в нулевое положение можно, выключив двигатель, оставить тормоз в расторможенном состоянии и продолжать опускание грейфера при выключенном двигателе. При нажатии на педаль без предварительного включения двигателя движения не произойдет. При срабатывании электрической защиты тормоз автоматически замкнется, даже если педаль будет нажата, так как питание катушек тормоза осуществляется после катушек максимального реле. Таким образом, можно производить работу грейфером, экономя электроэнергию.

Даже хорошо отрегулированные тормоза механизма передвижения кранов для плавности остановки перед окончательным выключением двигателя требуют, чтобы крановщик несколько раз включил и выключил штурвал или рукоятку контроллера, в противном случае возможно раскачивание груза. Для избежания этого крановщики отпускают тормоза, увеличивая тем самым тормозной путь, и прибегают при этом к противовключению.

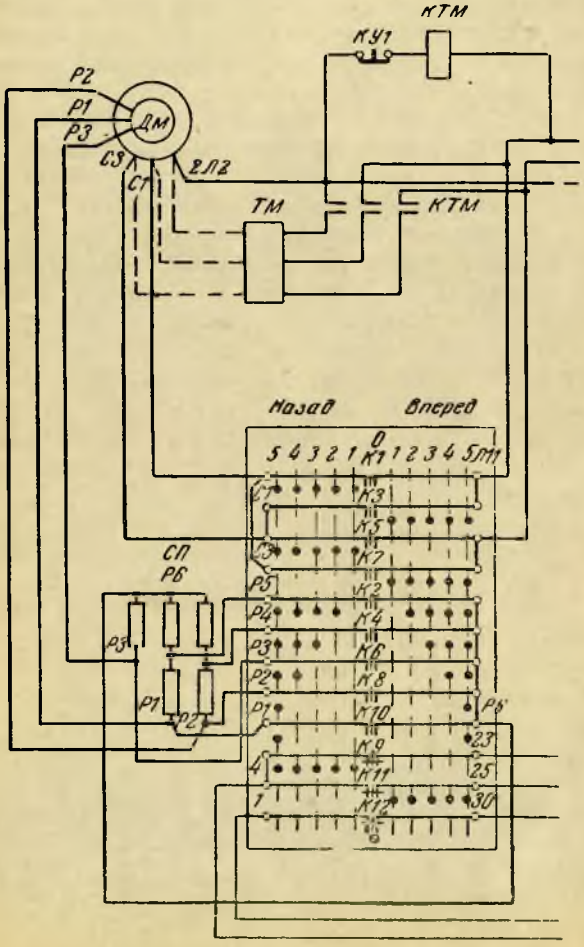


Рис. 42. Измененная схема механизма передвижения крана.

Это небезопасно и приводит к быстрому износу механизмов крана. Чтобы облегчить работу крановщика, уменьшить износ деталей, увеличить производительность и улучшить условия безопасной эксплуатации крана, целесообразно тормоза механизма передвижения сделать не нормально закрытыми, а нормально открытыми, управляемыми кнопкой. В этом случае при подходе крана к месту, где необходимо остановить кран, крановщик устанавливает штурвал контроллера в нулевое положение и во время движения крана по инерции периодическим нажатием на специальную кнопку постепенно снижает скорость и плавно останавливает кран. Хотя тормоза ме-

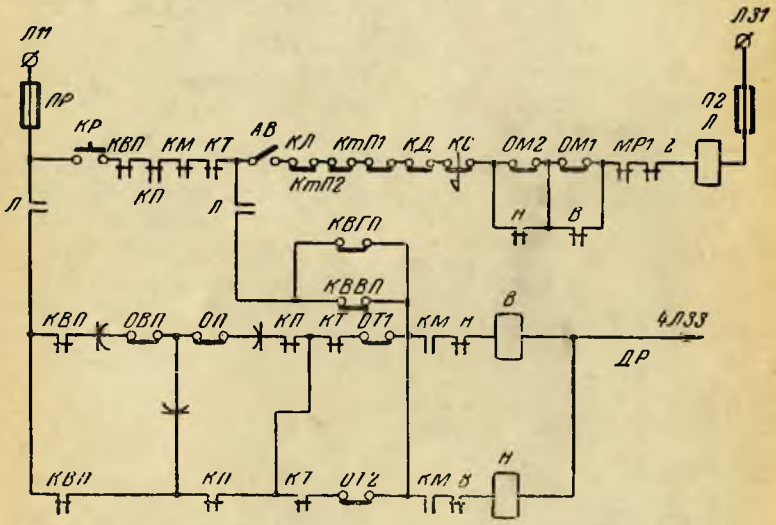


Рис. 43. Схема цепи управления с дополнительной блокировкой при двух механизмах подъема.

ханизма передвижения кранов должны быть замкнутого типа, но допускается, согласно ст. 105 Правил, устанавливать на механизме передвижения такие тормоза, которые бы при отключении двигателя аппаратами управления не замыкались, если электрической схемой контроллера будет предусмотрена возможность торможения двигателем. В этом случае электрической схемой может быть предусмотрено наложение (снятие) тормоза добавочным аппаратом (кнопкой) при нахождении контроллера в нулевом положении.

На рис. 42 приведена схема, которая обеспечивает эти требования и позволяет произвести плавную остановку крана. С этой целью применяется дополнительный магнитный пускатель *КТМ* и кнопка стоп *КУ1*. В этой схеме питание тормозных катушек производится не от статора двигателя, как показано пунктирной линией, а от сети. При включении линейного контактора ток проходит через катушку магнитного пускателя *КТМ*, в результате замкнутся контакты *КТМ* и катушки тормозного электромагнита растормозят колодки тормоза. Когда контроллером включается двигатель передвижения, тормоза уже открыты. Если необходимо произвести плавную остановку крана, штурвал контроллера устанавливают в нулевом положении и нажимают на кнопку *КУ1*. При этом цепь катушки пускателя *КТМ* размыкается, размыкаются контакты *КТМ* тормоза и происходит подтормаживание. При отпускании кнопки колодки тормоза сразу оттормаживаются.

В мостовых кранах с двумя механизмами подъема при работе с одним механизмом может произойти ошибочное включение механизма подъема крюка второго механизма, и при неисправном (неработающем) ограничителе высоты подъема крюка произойдет обрыв каната. Чтобы этого не произошло, устанавливают блокировку, позволяющую работать только одному механизму, а при включении второго контроллера будет отключаться линейный контактор. Для этого в каждом контроллере в обоих механизмах устанавливают параллельные контакты, замкнутые в нулевом положении (рис. 43). Если перевести рукоятку контроллера в рабочее положение, цепочка КВГП или КВВП разрывается. При включении второго контроллера отключится и второй контакт и цепь линейного контактора разорвется, как разрывается она

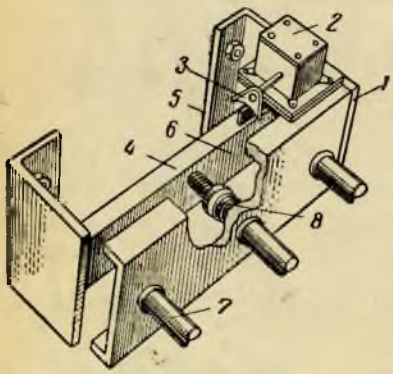


Рис. 44. Электрическая схема отключения гибких главных троллейных проводов.

при срабатывании любого конечного выключателя. Можно также для этой цели установить пакетный переключатель, и тогда, переключая его, получаем возможность работать только одним из двух механизмов подъема.

Гибкие троллейные провода при свободной подвеске закрепляют только на концах линии. Промежуточные держатели с троллеями жестко не связаны. При обрыве

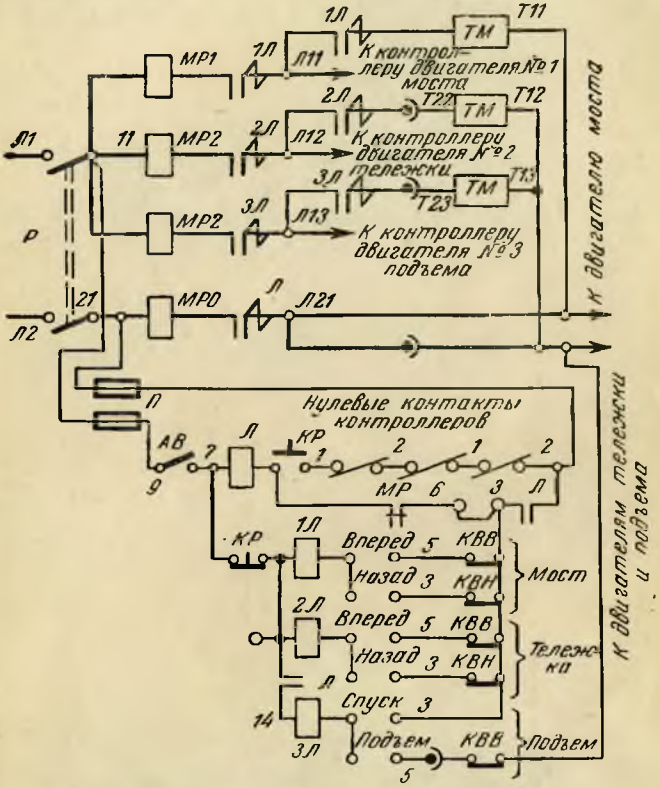


Рис. 45. Защитная панель постоянного тока.

такой провод может опуститься до пола, что опасно для находящихся внизу людей. Известно много способов для автоматического обесточивания троллейных проводов при обрыве. Наиболее простой основан на электромеханическом принципе (рис. 44). Приспособление состоит из рамы *1*, выключателя *2* с собачкой *3*, валика *4* с выступом *5* и полкой *6*, натяжных болтов *7* с пружи-

ной *8*. С помощью выступа и собачки контакты выключателя удерживаются в замкнутом положении. Рама крепится болтами к стене цеха, а троллеи — к натяжным болтам. При обрыве троллеев сжатая пружина толкает натяжной болт, который упирается в полку и поворачивает валик, чем вызывается срабатывание выключателя и размыкание его контактов, включенных в цепь катушки контактора, подающего напряжение на главные троллейные провода. В результате троллеи отключаются от питающей сети.

На рис. 45 представлена защитная панель постоянного тока. Если штурвал контроллера находится в нулевом положении и аварийный выключатель *АВ* замкнут, то при нажатии на кнопку *КР* включается катушка контактора *Л*. После того как кнопка *КР* будет отпущена, ток пойдет через блок-контакт *Л*. При перегрузке одного из двигателей контакты реле размыкаются и контактор *Л* отпадает.

Поворотом вала контроллера замыкается соответствующая цепь (например, контакт «В п е р е д» моста). При срабатывании любого из конечных выключателей

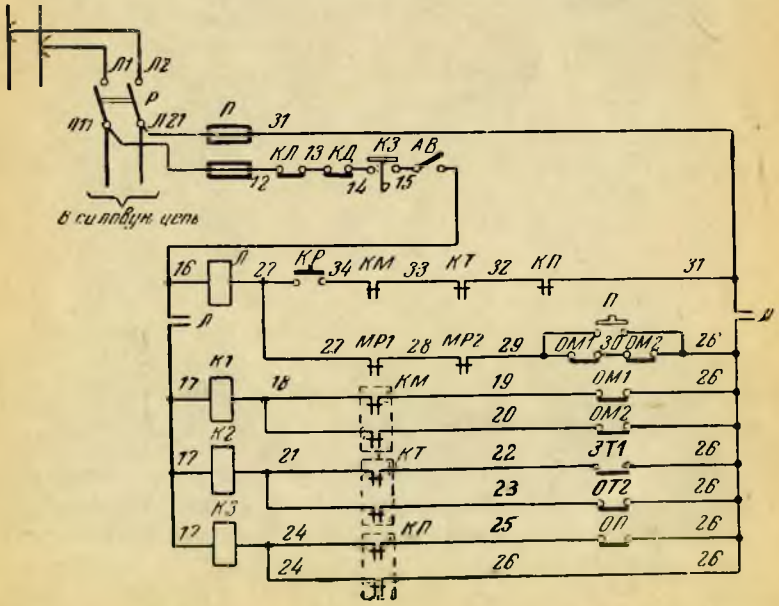


Рис. 46. Измененная схема цепи управления мостовым краном на постоянном токе.

движение в одном из направлений делается невозможным, так как отключаются контакторы *1Л, 2Л* или *3Л* двигателя соответствующего механизма. Защитные панели постоянного тока отличаются от защитных панелей трехфазного тока тем, что при срабатывании конечного выключателя одного из механизмов отключается контактор данного механизма, а не общий линейный контактор. Например, при разрыве цепи конечным выключателем подъема *КВВ* (хода вверх) отключается катушка контактора *3Л,* а остальные механизмы могут продолжать работать. В эксплуатации защитные панели постоянного тока более удобны.

Измененная схема приведена на рис. 46. В этом случае в цепь максимальных реле *МР1* и *МР2* включаются контакты передвижения моста *ОМ1* и *ОМ2,* которые будут отключать линейный контактор *Л.* Педаль *П* предназначена для восстановления схемы.

Двигатели с сопротивлением должны включаться в работу постепенным переводом контроллера из нулевого положения в крайнее. Однако имеются схемы постоянного тока, у которых может производиться включение двигателя не с первого, а с пятого положения. Это является нарушением ст. 134 Правил. Из рис. 45 видно, что кнопкой *КР* подается напряжение на катушку контактора *Л* после восстановления снятого напряжения или срабатывания защиты. Размыкающийся при этом контакт кнопки *КР,* находящийся под кнопкой, исключает одновременную подачу питания на катушку контактора *Л* и контакторов *1Л—3Л* во избежание включения их при возможном коротком замыкании в сети. Если во время работы любого механизма, когда контроллер будет находиться в третьем, четвертом или пятом положении, нажмем на кнопку *КР,* работа механизма прекратится. Когда кнопка *КР* будет отпущена, механизм мгновенно включится с того положения, в котором был остановлен, т. е. с третьего, четвертого или пятого. Это произойдет потому, что линейный контактор при нажатии на кнопку *КР* не отключается. Чтобы исключить такой внезапный пуск и одновременную подачу питания на катушку контактора *Л* и контакторов *1Л—3Л,* необходимо внести изменения, которые указаны на рис. 46, т. е. контакт кнопки *КР* изымается, блок-контакт *Л* устанавливается перед катушками контакторов *1Л—3Л.* В этом случае пуск крана невозможен после его остановки кнопкой *КР,*

и вообще пусковая кнопка не будет служить кнопкой «*Стоп*».

6. ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ КРАНОВ

Техническое обслуживание кранов является одним из основных профилактических мероприятий, обеспечивающих исправную и безопасную их работу. Планово-предупредительный ремонт (ППР) машины устраняет элементы случайности и позволяет вести ремонт согласно плану. Характерным для системы ППР является то, что машина через определенный срок выводится в ремонт, при котором нормируются не сроки службы отдельных деталей, а величина допустимого их износа. Система технического обслуживания состоит из ежедневного обслуживания, которое проводит крановщик, плановых осмотров, малого и капитального ремонтов, выполняемых специальными бригадами. При уходе за электрооборудованием крановая бригада с участием электромонтера проводит контрольный осмотр электрооборудования и выполняет мелкий крепежный ремонт оборудования, устраняет неисправности, меняет изношенные контакты, пружины, щетки и проверяет их раствор и нажатие. Кроме того, при осмотрах регулируют токоприемные устройства и проверяют предохранители, заземляющие устройства, смазку в подшипниках, силовую цепь и ее сопротивление, защиту троллей, магнитные пускатели, тормозные электромагниты, контакторы, прочность пайки и т. д. Сроки осмотров и ремонтов устанавливаются по графику.

К неисправностям двигателей относятся шум и местный нагрев подшипников, биение или смещение вращающихся частей, чрезмерное искрение щеток и т. д. При нагреве подшипников необходимо проверить состояние смазки и, если надо, заменить ее. Для осмотра подшипников и замены смазки разбирают двигатель. При этом выполняют следующие работы:

очищают корпус двигателя от грязи и пыли;

снимают крышку с вводной коробки обмотки статора;

отсоединяют подводящие концы статорной обмотки;

снимают муфту, соединяющую двигатель с редуктором, кожух вентилятора и вентилятор;

в двигателях с фазным ротором поднимают щеткодержатели и закрепляют их;

отвинчивают болты подшипниковых щитов;

ввинчивают эти болты в отверстия во фланцах подшипниковых щитов и отжимают ими щиты до выхода посадочной поверхности из станины. Эту операцию производят осторожно, так как при извлечении щита сердечник ротора ляжет на обмотки статора;

снимают подшипниковые щиты вместе с ротором с наружными подшипниковыми крышками;

снимают подшипниковые крышки со щитов;

вынимают ротор из статора.

После разборки двигателя из снятых крышек и подшипниковых щитов удаляют старую смазку, полости крышек и лабиринтовые канавки промывают бензином или керосином. Ротор при этом следует держать в наклонном положении, чтобы бензин или керосин не попали на изоляцию обмоток. Если подшипники имеют трещины или выбоины на кольцах, валиках или шариках или чрезмерный износ, то их заменяют. Износ подшипников двигателя определяется щупом, пропускаемым между шариками и обоймой. При замене негодной изоляции лабиринтовое кольцо, подшипник и упорную втулку снимают струбциной. Шейку вала зачищают наждачной бумагой № 100 —120 и протирают чистой тряпкой.

Посадку нового подшипника производят с предварительным подогревом. Все свободное пространство подшипника заполняют смазкой. Необходимо помнить, что чрезмерное заполнение смазочных камер подшипникового узла смазкой может вызвать дополнительные сопротивления вращению ротора и нагрев двигателя. Сборку двигателя выполняют в обратной последовательности. При установке ротора в статор прокладывают между ними картон толщиной, равной зазору. Подшипниковые щиты устанавливают в прежнее положение в соответствии с рисками, нанесенными на их привалочных частях. После сборки прокручивают двигатель от руки. Ротор правильно собранного двигателя поворачивается легко. Затем в течение 10 *мин* двигатель включают вхолостую.

Одной из наиболее уязвимых деталей фазного ротора являются щетки, которые при нормальной работе не должны искрить. Образование искр указывает на неисправность щеточного аппарата. Чтобы щетки не искрили, кольца ротора должны иметь зеркальную поверхность. Для этого кольца шлифуют стеклянной бумагой, сначала крупнозернистой, а затем более мелкой. Щетки шлифуют

непосредственно на месте установки, для чего стеклянную бумагу помещают между кольцом и щеткой (рис. 47).

При незначительном нажатии щеток на кольца не обеспечивается достаточный контакт, а при сильном нажатии щетки быстро изнашиваются. Удельное нажатие в двигателях типа МТ на щетки марки *М1* должно быть не меньше 200 *г/см²*. Замер давления на щетку производится динамометром. При ослаблении давления на щетки заменяют пружины щеткодержателей. Искрение щеток может происходить и из-за неисправности контакт-

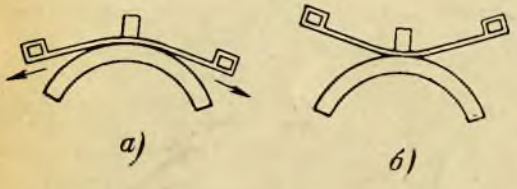


Рис. 47. Притирка щеток к кольцам.
а — правильно; *б* — неправильно.

ных колец, неравномерного износа их по окружности, образования на поверхности наплывов и загрязнений. Кольца притирают стеклянной бумагой № 100—120, прикрепленной к деревянной колодке. Биения или наплывы на кольцах устраняют на токарном станке.

Продолжительное хранение на открытом воздухе двигателей приводит к увлажнению их обмоток и резкому снижению электрического сопротивления изоляции. Если сопротивление будет меньше 0,5 *мом,* двигатель эксплуатировать нельзя, так как может произойти пробой изоляции. Перед пуском двигатель необходимо просушить. Наиболее эффективным методом сушки является внешний нагрев.

Сушку двигателя можно производить, нагревая его током. Этот способ заключается в следующем. Ротор двигателя затормаживают и закорачивают обмотку ротора на кольцах специальной перемычкой. Статор включают в сеть трехфазного тока с пониженным напряжением. В этом случае необходимо следить за температурой бандажей ротора. При наличии соответствующего напряжения ток может быть подведен к заторможенному ротору, а статор закорочен через амперметр. Если имеются два двигателя одинаковой мощности, то один из них может являться источником тока. Корпус двигателя при этом должен быть надежно заземлен. Температуру

обмоток ротора и статора поддерживают на уровне 70° С.

Выход из строя обмоток двигателей и электрических аппаратов чаще всего происходит из-за *повреждения их изоляции.* Замыкание обмотки на корпус определяют мегомметром. В фазном роторе мегомметр подключают к каждому из колец и валу.

В практике встречаются случаи обрыва или плохого соединения обмоток. При обрыве обмотки двигатель или трехфазный электромагнит работает ненормально, гудит, перегревается. Установлено, что 50% двигателей выходит из строя вследствие работы на двух фазах. Основной мерой предохранения от работы на двух фазах является исправная работа автоматической защиты.

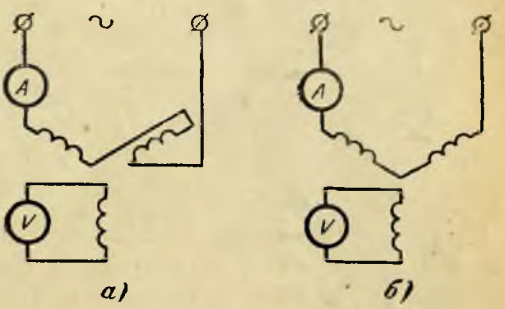


Рис. 48. Определение начала и конца фазы обмотки

а — вольтметр показывает напряжение; *б* — вольтметр не показывает напряжения.

Прежде чем приступить к отысканию обрыва в катушках двигателя или аппарата, необходимо проверить питающую сеть. Обрыв фазы обмотки двигателя обнаруживают мегомметром или контрольной лампой. Место обрыва устраняют пайкой твердым припоем и изолируют. При обрыве обмотки в пазу необходимо заменить секцию или катушку.

Определение начал и концов обмоток статора. Если выводные провода обмотки статора двигателя на напряжение 220/380 *в* не имеют обозначений, то начала и концы обмоток определяют следующим образом: мегомметром или контрольной лампой определяют выводы обмотки каждой фазы и произвольно их обозначают — для первой фазы *1—1*, для второй фазы *2—2*, для третьей фазы *3—3*; последовательно соединяют любые две фазы (например, фазу первую и вторую) и подключают к сети переменного тока напряжением 12, 24 или 36 *в*, а к третьей фазе присоединяют вольтметр или контрольную лампу (рис. 48). Если фазы обмотки будут соединены

разноименными выводными проводами (начало — конец), то вольтметр покажет полное напряжение или лампа будет гореть полным накалом. Если фазы будут соединены одноименными выводами (начало — конец), то вольтметр напряжение почти не покажет, а лампа не будет гореть. Когда таким образом будут определены начало и конец двух фаз (первый вывод фазы первой произвольно будем считать началом или концом), на началах фаз ставят обозначения *1* и *2*, а на концах *1к*, *2к*.

К одной из фаз, выводы которой уже обозначены, присоединяют третью фазу и определяют ее выводы аналогично приведенным выше. В этом случае переключают концы третьей фазы; на найденные фазы наносят обозначения для начала фаз C_1, C_2, C_3 и для концов фаз C_4, C_5, C_6.

Тормозные электромагниты. При осмотре тормозные электромагниты очищают от пыли и грязи. Проверяют крепление корпуса, катушек и ярма, регулируют ход якоря, который должен втягиваться быстро, без ударов, и во включенном состоянии плотно прилегать к ярму катушки. Неплотное прилегание якоря может происходить как при недостаточном его ходе, так и при перекосах в тормозных рычагах. Регулирование хода электромагнита производят за счет перестановки скалки якоря на новую позицию. Перекосы электромагнита устраняют регулировкой болтов, крепящих ярмо. В ряде случаев электромагниты бездействуют вследствие падения напряжения в электрической сети. Нормальная работа электромагнитов обеспечивается при напряжении не менее 85% номинального. Наиболее частым дефектом в электромагнитах является выход из строя катушек вследствие чрезмерного перегрева или повреждения изоляции.

Дефектами контроллеров являются обгорание, оплавление или износ контактов, нарушение регулировки, повреждение изоляции, обрывы перемычек износ роликов и осей, ослабление пружин. Обгорелые контакты зачищают бархатным напильником, но не наждачной шкуркой, так как внедряющиеся в металл кристаллы стекла или наждака будут в дальнейшем служить причиной интенсивного нагарообразования. Контакты с износом более 25% первоначальных размеров должны браковаться, так как будут в работе перегреваться и могут привариваться. После зачистки или замены контактов необходимо проверить правильность прилегания по ширине подвижного

контакта к неподвижному, величину раствора и степени начального и конечного нажатий контактов. При проверке взаимного прилегания контактов по ширине на рабочую поверхность одного из контактов наносят мелом поперечную черту и после включения и отключения контактов осматривают метку. Если метка стерлась не менее чем на 2/3, значит взаимное прилегание контактов нормальное.

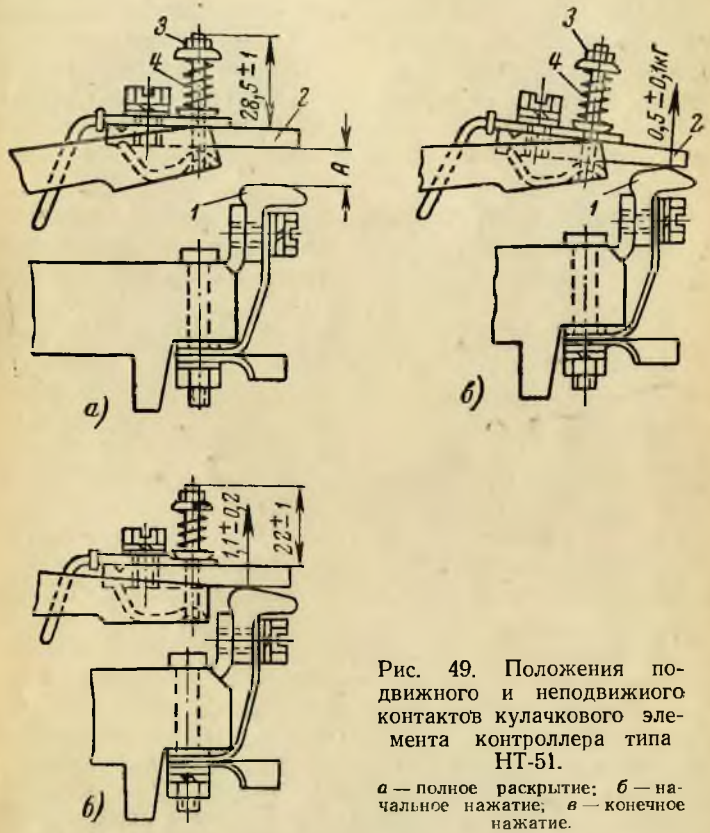


Рис. 49. Положения подвижного и неподвижного контактов кулачкового элемента контроллера типа НТ-51.

а — полное раскрытие; *б* — начальное нажатие; *в* — конечное нажатие.

Раствор контактов представляет собой кратчайшую линию отхода *А* (рис. 49, *а*) подвижного *2* от неподвижного *1* контактов. Для контроллеров типов НТ-51 и НТ 52 раствор должен быть в пределах 9—14 *мм*. Начальное нажатие представляет собой усилие, создаваемое пружиной *4* в точке первоначального касания (рис. 49, *б*). Сила это-

го нажатия 0,4—0,6 *кг*. Конечное нажатие — величина усилия, создаваемого пружиной *4* в точке конечного касания контактов *1* и *2* при их полном включении (рис. 49, *в*). Сила конечного нажатия контактов 0,9—1,3 *кГ*. Силу нажатия регулируют гайкой *3*.

Поверку степени нажатия контактов осуществляют при помощи полоски бумаги и динамометра так же, как и главных контактов контакторов.

Гибкие дефектные перемычки заменяют новыми, изготовленными из медной фольги или сплетенными из голого провода. Изношенные ролики, оси и кулачки восстанавливают наплавкой металла или заменяют. Ослабевшие пружины заменяют новыми. После осмотра и ремонта трущиеся поверхности контроллера смазывают техническим вазелином.

Дефектами контакторов являются ослабление крепления, окисление контактов, повреждение короткозамкнутых витков, пробои изоляции магнитной катушки, поломка пружин, обгорание и износ главных и блокировочных контактов, нарушение раствора, провала, начального и конечного нажатий главных контактов, прогиб мостиков блок-контактов.

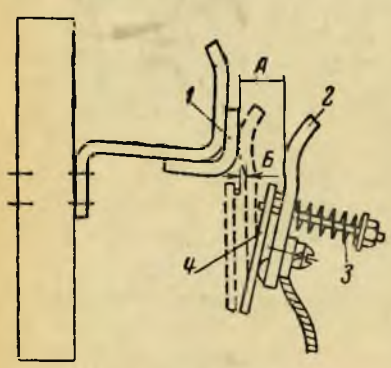


Рис. 50. Определение величины раствора и провала главных контактов контактора.

Неровности на главных контактах устраняют бархатным напильником. Контакты с износом более 30% подлежат замене. Обгорелые или неплотно прилегающие блок-контакты зачищают, изношенные напайки меняют. Проверяют прилегание каждого подвижного главного контакта по ширине к неподвижному контакту и производится их регулировка или подгонка. Далее проверяют раствор, провал и степень начального и конечного нажатий главных контактов.

Раствор представляет собой кратчайшую линию *А* (рис. 50) отхода подвижного контакта *2* от неподвижного *1* при разомкнутом положении. Провал — это расстояние, на которое смещается место касания подвижного

контакта с неподвижным, если снять с места крепления подвижной контакт. Практически величину провала определяют замером величины зазора *Б* между контактом *2* и контрольной пластиной *4* при включенных контактах.

Начальное нажатие представляет собой усилие, создаваемое пружиной *3* в точке первоначального касания. Конечное нажатие — величина создаваемого той же пружиной усилия в точке касания контактов при полном включении.

Силу нажатия контактов проверяют динамометром, петлей и полосой папиросной бумаги. Для определения величины первоначального нажатия полоску папиросной бумаги *1* (рис. 51,*а*) закладывают между подвиж-

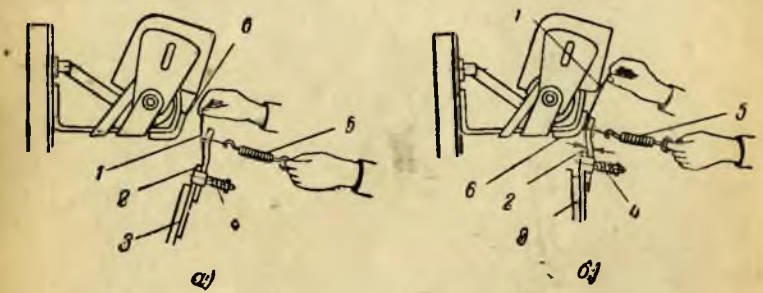


Рис. 51. Определение начального и конечного нажатия главных контактов контактора.

ным контактом *2* и пластиной *3*. Накидывают петлю на контакт *2* и оттягивают за кольцо динамометра *5*. При этом следят за показаниями стрелки динамометра, а второй рукой сдвигают бумагу. Момент сдвига бумаги будет начальным касанием.

Для проверки величины конечного нажатия бумажную полосу *1* (рис. 51,*б*) закладывают между контактами *2* и *6*, прижимают к сердечнику якорь и заклинивают его. Через петлю захватывают динамометром *5* за конец контакта *2* и оттягивают его. При этом следят за показаниями стрелки динамометра и второй рукой сдвигают бумагу. Момент сдвига бумаги будет означать момент конечного касания.

Если полученные величины усилий не соответствуют нормам, то изменением осадки пружины *4* добиваются требуемых результатов. Растворы и провалы должны быть одинаковыми для всех трех контактов контактора.

Нормально работающий контактор издает легкий ровный гул. Если гул повышается или сопровождается дребезжанием, значит контактор неисправен. Для устранения неисправностей контактора проверяют состояние катушки и работу механической части (при замыкании витков катушку заменяют новой). Проверяют, нет ли перекоса магнитной системы контактора. Перекос может произойти вследствие износа или сдвига листов ярма и якоря, а также от изменения положения якоря и ярма. Чтобы обнаружить перекос между якорем и ярмом, прокладывают лист копировальной бумаги и несколько раз замыкают контактор. По отпечаткам на отшлифованной поверхности якоря определяют, есть перекос или нет. Необходимо следить за состоянием короткозамкнутого витка. Вышедший из строя виток должен быть заменен новым. Проверяя механическую часть, необходимо обследовать надежность крепления аппарата к щиту,— вал контактора должен легко проворачиваться на подшипниках.

Постоянный уход за **сопротивлениями** предохраняет их от быстрого износа и выхода из строя. Признаком неисправности пускового сопротивления является возрастание пускового тока якоря, а следовательно, увеличение искрения контактов контроллера и сильный нагрев элементов. Неисправное сопротивление разбирают, обдувают сжатым воздухом, ослабшие элементы подтягивают. Замкнутые накоротко элементы должны быть выправлены путем установки между ними слюды или асбестовых прокладок. В ряде случаев при больших перекосах пластин устанавливают стальные оцинкованные компенсирующие шайбы. Если константановая проволока имеет местный обрыв при удовлетворительном состоянии в других частях сопротивления, неисправность устраняют пайкой проводника в месте разрыва. Сопротивление не должно нагреваться ни в одной точке до температуры более 300° С для фехраля и константана. Низкая температура нагрева сопротивлений указывает на излишнее количество элементов. Необходимо привести сопротивление в соответствие с типом двигателя.

Регулировка максимально-токовой защиты. Двигатели с фазным ротором защищаются максимальным реле типа РЭО-401, а двигатели с короткозамкнутым — предохранителями и тепловыми реле. Надежная и безопас-

ная работа крана обеспечивается правильно отрегулированной и исправной максимальной защитой. При осмотрах и ремонтах крана следует тщательно проверять исправность максимально-токового реле. Реле срабатывания при токе не выше 225% номинального нагрузочного тока и примерно на 25% выше максимального пускового тока двигателя. Неисправные катушки и иные детали реле заменяются новыми.

Характерными **дефектами конечных выключателей** являются нарушения регулировки кулачковых шайб, загрязнение и окисление контактных соединений токопроводов, обгорание и износ подвижных и неподвижных контактных напаек, искривление мостика и реже износ роликов, осей, рычагов, поломки пружин. Загрязненные контакты очищают от грязи и окислов. Червячную передачу и подшипники смазывают техническим вазелином. Загрязненные или обгорелые подвижные и неподвижные контакты цепи управления осторожно зачищают бархатным напильником. Изношенные напайки удаляют и к мостику и неподвижным стойкам припаивают серебряным припоем новые контакты. Изношенные ролики, оси, защелки, рычаги и дефектные пружины в зависимости от их состояния ремонтируют или заменяют.

При нарушениях посадки на валу кулачковых шайб положение последних регулируют.

Заземление металлоконструкций кранов как подвижных сооружений осуществляется через ходовые колеса и подкрановые рельсы. Если рельсы проложены на железобетонной подкрановой балке заземление их выполняют в середине подкранового пути, причем каждая нитка пути заземляется отдельно. Все соединения выполняются электросваркой. Основным связующим звеном металлоконструкций крана с очагом заземления являются рельсы, поэтому на стыках они должны быть соединены гибкими перемычками. Если рельсы проложены на металлической подкрановой балке, необходимо тщательно проверить, нет ли разрывов между металлоконструкциями, препятствующих созданию цепи заземления. При обнаружении таких разрывов или элементов конструкций, изолированных от общей системы, установить в этих местах перемычки из полосовой стали размером 40×4 *мм* с креплением их электросваркой. На самом кране должны быть заземлены стальные трубы, металлорукава, короба, в которых проложены

провода. Для возможной замены в процессе эксплуатации аппаратуры применяют заземляющие перемычки из полосовой стали размером 25×2 *мм* или гибкого медного привода сечением не менее 10 *мм*^{2}. Необходимо также проверять, чтобы сопротивление растеканию электрического тока было не больше 4 *ом*.

Краткие сведения по технике безопасности. Выполнение работ на подключенных и работающих двигателях не допускается. Обслуживание электрического оборудования кранов, как и вообще все работы, выполняемые на кранах, должны находиться под постоянным тщательным надзором руководящего персонала предприятия.

Правила электробезопасности запрещают при работе двигателей: снимать крышки с вводных щитков; производить работы на заземляющих устройствах и снимать с электродвигателей заземление; производить работу на включенных в цепь ротора сопротивлениях.

Вращающиеся части двигателей (контактные кольца, шкивы, муфты и открытые концы валов) должны быть надежно ограждены.

На полу под пусковыми устройствами контроллеров пускателей должны быть диэлектрические коврики.

При выполнении ремонта двигателя он должен быть отключен всеми имеющимися в его цепи аппаратами (рубильниками, магнитным пускателем, контроллером), и предохранители должны быть сняты. При этом на рукоятках рубильников вывешиваются предупреждающие плакаты, снимают предохранители и рукоятку рубильника закрывают на замок.

Если двигатель снимается для ремонта, то концы отсоединенных проводов следует заизолировать.

При выполнении ремонтных работ на механизмах крана, соединенных с двигателями, последние обязательно отключаются, на включающих устройствах вывешивают предупредительные плакаты и принимают меры, предупреждающие ошибочное включение.

Перед началом ремонтных работ кран должен быть обесточен. Руководящий работами обязан лично убедиться в том, что все подлежащее ремонту электрооборудование отключено и приняты меры против ошибочного его включения. Кроме того, должны быть приняты меры предохранения работающих от падения с крана и попадания под напряжение.

ЛИТЕРАТУРА

Шабашов А. П., Хрисанов М. И., Кропачев Г. П., Электрические подъемные краны, Машгиз, 1964.

Справочник по Котлонадзору, Госэнергоиздат, 1961.

Меклер А. Г., Электрооборудование подъемно-транспортных машин, изд-во «Машиностроение», 1965.

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, Изд-во «Недра», 1965.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие сведения об устройстве мостовых кранов 3
2. Механическое оборудование кранов . . . 17
3. Электрическое оборудование кранов . . . 21
4. Электрические схемы кранов 49
5. Рекомендуемые изменения в электрических схемах действующих кранов 58
6 Обслуживание и ремонт электрооборудования кранов 78
Литература 89

Цена 17 коп.

Еще больше электротехнической
литературы на
www.bibliom.narod.ru