



**СИНЕТИК**  
эксперт в автоматизации



**ЭЛЕКТРОПРИВОД  
ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ  
МЕХАНИЗМОВ**

Solution Partner

Automation

SIEMENS

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>1</b>
<b>ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ</b>	<b>2</b>
<b>1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ АСУ ГМ</b>	
1.1. Построение силовой части электропривода АСУ ГМ	3
1.2. Возможности систем управления АСУ ГМ	4
1.3. Варианты размещения АСУ ГМ и контроль микроклимата электрооборудования	6
1.4. Электрооборудование для АСУ ГМ	7
<b>2. РЕФЕРЕНЦИИ</b>	
2.1. АСУ специальным штыревым электрическим мостовым краном цеха электролиза ОАО «КрАЗ» (г. Красноярск)	8
2.2. АСУ мостовым краном Q=32/5т, для ДП №5 ОАО «НТМК» (г.Нижний Тагил)	9
2.3. АСУ мостовым краном Бурейской ГЭС (Амурская обл.)	10
2.4. АСУ працен-краном электросталеплавильного цеха ОАО «НКМК» (г. Новокузнецк)	10
2.5. АСУ краном-штабелером ОАО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти)	11
2.6. АСУ литейным краном ОАО «ИСПАТ-КАРМЕТ» (г.Темиртау, респ. Казахстан)	12
2.7. АСУ литейным краном ОАО «ЗСМК» (г. Новокузнецк)	13
2.8. АСУ укладчиком-заборщиком роторным 1200/1000 (УЗР 1200/1000, изготовитель МК «ОРМЕТО-ЮУМЗ») ОАО «МОСЭНЕРГО», ТЭЦ-22 (г. Москва)	14
2.9. Комплексная модернизация мостового перегружателя «СУМИТОМО» ОАО «Восточный Порт» (г. Находка)	15

## ВВЕДЕНИЕ

За пятнадцать лет работы ЗАО СИНЕТИК накоплен значительный опыт проектирования и реализации автоматизированных крановых систем, как для кранов общепромышленного назначения, так и для специализированных машин.

В зависимости от технологических особенностей крана, специалистами компании СИНЕТИК подбирается наиболее оптимальная конфигурация системы автоматизации. Залогом нашей успешной работы являются:

- Огромный опыт, накопленный специалистами, выпущенными НГТУ и занимающихся только модернизацией кранов. При этом проектирование приводов происходит на базе комплектующих одного производителя - фирмы SIEMENS, зарекомендовавших себя многолетней надежностью. Все оборудование имеет полный набор сертификатов и разрешений для применения в грузоподъемной технике на территории России и ЕС.
- Представительства во всех регионах России, что увеличивает скорость реагирования на различные вопросы клиентов. При этом центральный офис, находящийся в географическом центре России имеет удобные временные интервалы для общения как с дальневосточными Заказчиками, так и с западными поставщиками электрооборудования.
- Большой склад электрооборудования, что позволяет в короткие сроки выполнять гарантийные обязательства по договорам, либо оперативно поставлять дополнительные компоненты по требованию Заказчика.
- Полный комплекс работ, необходимый для выполнения, задуманной Заказчиком, модернизации. Реализация проектов модернизации «под ключ», выполняемая компанией СИНЕТИК, может включать следующие работы:

### ОБСЛЕДОВАНИЕ

Квалифицированное обследование объекта Заказчика и решение вопросов по наиболее оптимальным вариантам модернизации.

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Разработка полного комплекта документации в соответствии с действующими российскими нормами.

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Разработка всего необходимого перечня программного обеспечения для АСУ ГМ, включая программу контроллера и панели оператора.

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КРАНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

Сквозной контроль качества на всех этапах сборки, включая итоговое тестирование.

### МОНТАЖ, ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ И ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Осуществление монтажа, пусконаладочных работ и ввод в эксплуатацию поставляемых систем автоматизации на площадке Заказчика, стыковка с уже существующими системами.

### ГАРАНТИЙНОЕ И ПОСЛЕГАРАНТИЙНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Диагностика и устранение неисправностей в сжатые сроки, ремонт электронных блоков, ускоренная поставка запасных частей. Гарантийный срок сопровождения системы управления грузоподъемным механизмом обычно составляет 12 месяцев с момента ввода в эксплуатацию. После завершения гарантийного периода сервис - центр ЗАО СИНЕТИК предлагает заключение договора на сервисное обслуживание.

### ОБУЧЕНИЕ НА КУРСАХ ПО ЭЛЕКТРОПРИВОДАМ ФИРМЫ SIEMENS НА БАЗЕ УЧЕБНОГО ЦЕНТРА СИНЕТИК

Наряду с проектами по созданию новых крановых систем, мы готовы предложить модернизацию уже существующего кранового оборудования, включая механизмы с двигателями с фазным ротором, а также с двигателями постоянного тока.



Современное и надежное решение для автоматизированной системы управления грузоподъемными механизмами (АСУ ГМ) - это прежде всего электропривод, не требующий больших затрат на обслуживание и поддерживающий эффективные законы управления двигателями, гибкая система управления с функциями диагностики силового электрооборудования, а также эргономичный и функциональный пульт управления.

## ЭЛЕКТРОПРИВОД ДЛЯ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Наибольшая эффективность от внедрения современной АСУ ГМ достигается разными способами. Так для кранов, работающих в легком или в средне-загруженном режиме экономически целесообразно использовать релейно-контакторные схемы управления, в которых силовая коммутация происходит по сигналам от микропроцессорных модулей.

Для тяжело загруженных машин, простои которых очень критичны для производства, электропривод, построенный на базе системы ПЧ-АД (преобразователь частоты асинхронный двигатель) зачастую оправдывает вложенные в него средства. Там же, где требуется точное позиционирование груза, такое построение системы управления является единственно возможным. Кроме того, регулируемый электропривод на кране на основе преобразователей частоты позволяет создать новую технологию энергосбережения, что особенно актуально для кранов с большой установленной мощностью.

**Применение преобразователей частоты на кране вместо старой релейно-контакторной системы управления имеет следующие преимущества независимо от мощности:**

- снижение износа механических звеньев и продление срока службы технологического оборудования и коммутационной аппаратуры вследствие улучшения динамики работы электропривода;
- повышение надежности и долговечности работы оборудования, упрощение его технического обслуживания;
- уменьшение потребления электроэнергии за счет оптимального управления электродвигателем в зависимости от нагрузки.

**Данные экономические показатели работы обеспечиваются следующими свойствами преобразователей частоты:**

- плавный пуск и остановку электродвигателя без пусковых токов и ударов, а также изменение направления его вращения;
- полная электрозащита двигателя от перегрузок по току, перегрева, обрыва фаз и утечек на землю;
- плавное регулирование скорости вращения электродвигателя практически от нуля до номинального значения;
- синхронное управление несколькими электродвигателями там, где это необходимо.

Какие тогда преимущества может дать использование новой релейно-контакторной схемы управления взамен старой?

Преимущества состоят в увеличении надежности и уменьшении затрат на обслуживание, что дает соответственно положительный экономический эффект на кранах сравнительно малой мощности, работающих в легких режимах.

**Достижение этого экономического эффекта в новых релейно-контакторных схемах, реализованных на замену старых, достигается за счет следующего:**

- громоздкая релейная система управления силовыми контакторами заменяется на компактный и удобный в использовании программируемый микропроцессорный модуль, который реализует прием всех необходимых сигналов от концевых датчиков и необходимые задержки времени для предотвращения больших токов при силовой коммутации;
- вместо устаревших силовых контакторов и автоматических выключателей применяются новые, имеющие больший рабочий ресурс и использующие последние достижения в области разработки силового коммутационного оборудования;
- для управления кранами используются последние разработки в области пультового оборудования как стационарного, так и радиуправления.



# 1. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ АСУ ГМ

## 1.1. Построение силовой части электропривода АСУ ГМ.

Крановый электропривод механизмов подъема, передвижения тележки и моста крана реализуется, как правило, на базе асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором, имеющих хорошие эксплуатационные качества.

Управление электродвигателями осуществляется от преобразователей частоты (конверторов) серии PM Sinamics S120, или выпрямитель / инверторов (Sinamics S120).



Рис. 1 Sinamics S120

Серия приводов Sinamics S120 является последней разработкой фирмы SIEMENS в том числе для управления электродвигателями грузоподъемных механизмов. Преобразователи частоты Sinamics S120 (рис. 1) выпускаются в диапазоне мощностей от 1.6 кВт до 1400 кВт.

### Характеристики Sinamics S120:

- новейшая технология IGBT;
- цифровое микропроцессорное управление;
- высококачественное векторное управление;
- регулирование прямым током (FCC) для наилучших динамических характеристик и оптимального управления двигателем;
- U/f-управление линейное;
- параметрируемая кривая зависимости U/f;
- управление моментом;
- режим низкого потребления энергии;
- «подхват на ходу»;
- компенсация скольжения, автоматический повторный запуск при пропадании сети или нарушениях режима;
- параметрируемое время разгона и торможения в пределах 0...650 сек.
- сглаживание кривой пуска;

- быстродействующее токоограничение (FCL) для безаварийной работы;
- быстродействующий, репродуцируемый опрос цифровых входов;
- комбинированное управление торможением для контролируемого быстрого останова;
- 4 частоты пропускания против резонанса в механической нагрузке;
- встроенный контроллер;
- простое расширение функциональности;
- подключение к сети PROFIBUS-DP или Profinet;
- подключение абсолютных датчиков позиционирования.

### Варианты управления электродвигателями на базе системы ПЧ-АД:

Существует несколько вариантов управления электродвигателями:

- индивидуальный привод;
- индивидуальный привод с общим выпрямительным блоком;
- индивидуальный привод с активным блоком питания/рекуператором.

Перечисленные варианты отличаются друг от друга структурой построения системы управления, эксплуатационными характеристиками и стоимостными показателями.

### Индивидуальный привод

В случае системы с индивидуальным приводом (рис. 2) питание электродвигателей осуществляется от конверторов, совмещающих в себе функции выпрямителя и инвертора, которые подключены к единой шине переменного тока.

При этом, как и в любой другой структуре системы электроприводов, существует единый токовый ввод с ручным видимым и дистанционным электронным разъединителем нагрузки.

Такое решение позволяет строить системы управления для кранов с нестабильным питающим напряжением. В данном случае во время торможения, когда двигатель работает в генераторном режиме, выделяемая энергия рассеивается на тормозных резисторах.

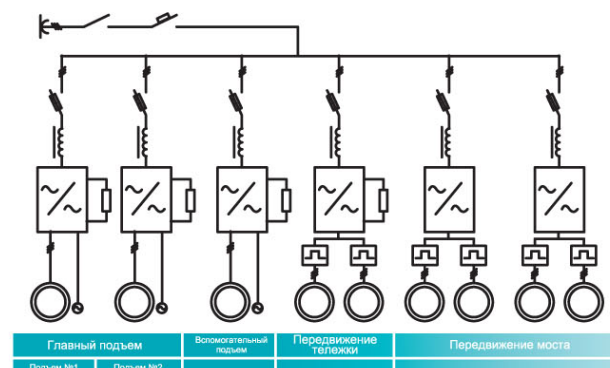
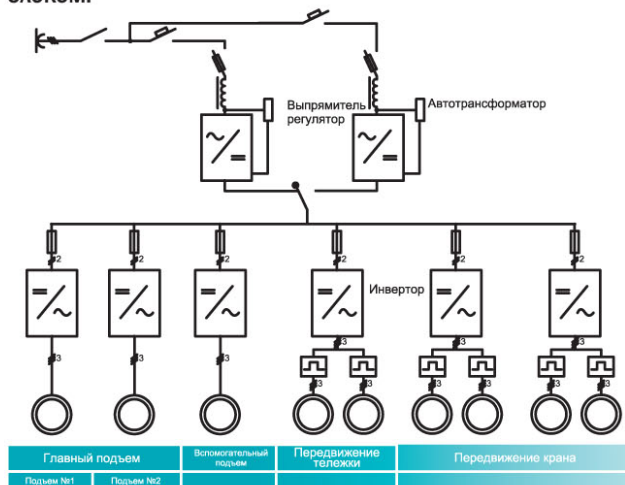


Рис.2 Структурная схема системы «Индивидуальный привод»

В случае аварии одного из преобразователей частоты, выведенным из работы остается только один привод, и появляется возможность завершить технологическую операцию в аварийном режиме.

Применение конвертеров также обоснованно в случаях построения смешанного электропривода, где на некоторых механизмах устанавливается контакторное управление электродвигателями.

**Индивидуальный привод с общим выпрямительным блоком.**



**Рис.3 Структура системы «Индивидуальный привод с общим выпрямительным блоком»**

В случае системы с индивидуальным приводом с общим выпрямительным блоком (рис. 3) отдельные приводы объединены по шине постоянного тока. Питание осуществляется от общего выпрямителя.

В таком варианте достигается оптимальный КПД вследствие обмена энергией по шине постоянного тока между приводами, работающими в данный момент

в двигательном и генераторном режимах. Кроме этого, для монтажа оборудования требуется меньше пространства, чем для индивидуального электропривода, что дает возможность сократить размеры электропомещения.

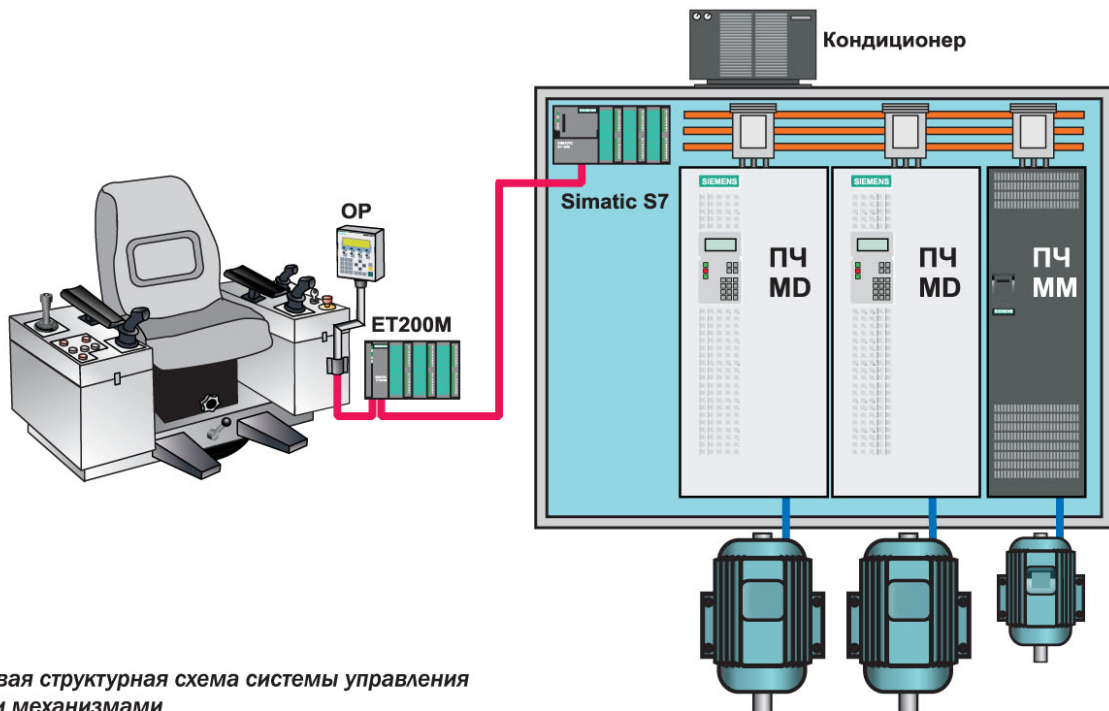
К недостаткам можно отнести повышенные требования к качеству питающей сети. В связи с накопленным опытом применения преобразователей серии Sinamics, можно отметить, что выпрямители имеют большую наработку на отказ, чем инверторы, поэтому применение индивидуальных приводов с общим выпрямительным блоком не является менее надежным, чем в схеме с индивидуальным преобразователем.

**Индивидуальный привод с активным модулем питания.**

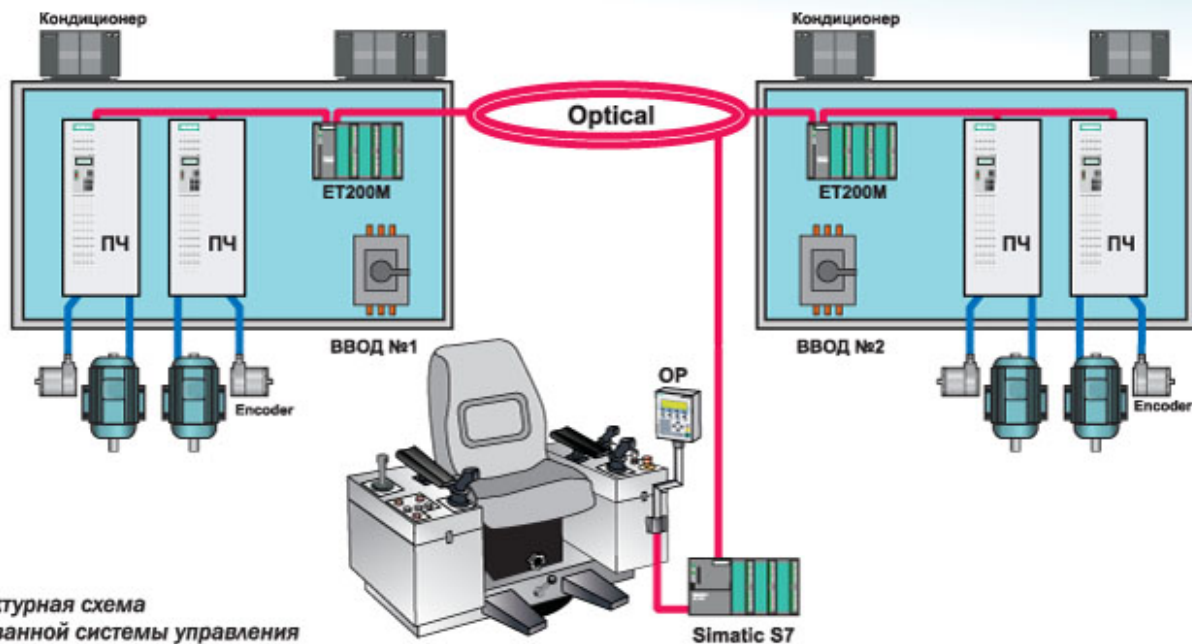
Особенность этой схемы заключается в использовании активных модулей питания вместо обычных выпрямителей по второму способу построения системы для обеспечения режима рекуперации энергии в сеть. Автономный блок питания/рекуперации (с IGBT в направлении питания и рекуперации) вырабатывают регулируемое напряжение DC-контура. При этом подключенные модули двигателей не зависят от напряжения сети. Колебания сети в пределах разрешенных допусков не имеют никакого влияния на напряжение двигателя.

**1.2. Возможности систем управления АСУ ГМ**

В зависимости от задач, выполняемых машиной, система управления приводами может иметь различную функциональность и, соответственно, сложность построения. Наибольшее распространение получила система, где элементом управления в системе является программируемый контроллер Simatic S7-300/400 (рис. 4). Контроллер связан с силовым оборудованием и кабиной



**Рис.4 Типовая структурная схема системы управления крановыми механизмами**



**Рис.5 Структурная схема резервированной системы управления**

оператора посредством модулей дискретных вводов /выводов и сети PROFIBUS.

**Контроллер Simatic S7** принимает команды управления, подаваемые оператором из кабины, производит опрос датчиков (концевые выключатели положения, состояние контакторов и т.п.), выполняет управление контакторами и частотными преобразователями, реализует функции защиты, передает необходимую сигнализацию о работе системы в кабину. В кабине, как правило, устанавливается стационарный пульт, в котором для данного случая реализуются следующие функции для машиниста:

- Удобный интерфейс работы с приводами машины посредством установленной в кабине панели оператора;
- Полноценная диагностика и мониторинг работы всех приводов за счет системы сбора сигналов и подключения контроллера по промышленной сети к приводам;
- Архивирование наиболее важных параметров о работе механизмов ( в том числе счетчик моточасов) и возможность парольного ограничения доступа к управлению АСУ ГМ.

Более высокую сложность имеет Резервированная система управления (рис. 5).

Для грузоподъемных механизмов, работающих на важных и опасных производствах, не допускающих полную остановку крана, существует возможность сохранения работоспособности основных механизмов при выходе из строя, как приводов, так и электродвигателей, кабельных подвесок, обрыве кабеля. В таких случаях структура системы имеет ряд особенностей.

Панели ввода, станции и аппараты управления приводами размещаются в отдельных электропомещениях, имеющих независимый токоподвод. В этом случае при выходе из строя какого-либо элемента системы (двигателя, преобразователя частоты, энкодера, ввода питания и др.), кран может завершить технологическую операцию на пониженной скорости.

Управляющий контроллер в этом случае устанавливается в кабине крановщика и может подключаться к одному из двух токовых вводов. Электропомещения и кабина крановщика объединены в сеть, имеющую кольцевую структуру. Это дает возможность обеспечить информационный обмен даже в случае обрыва одного из сегментов.

Однако существует и более упрощенная система управления, в которой управление приводами происходит без контроллера за счет собственных вычислительных возможностей самих приводов. В этом случае сигналы от пультов управления и концевых выключателей подключают непосредственно на встроенные входы преобразователей частоты или на специальные модули ввода. В этом случае невозможным становится архивирование, а также полноценная диагностика работы приводов, на пультах присутствует информация только лишь о готовности механизмов к работе и некоторых аварийных режимах, при которых машина не может начать работу.

#### Пульты управления АСУ ГМ:

Классическим примером пульта управления для АСУ ГМ является стационарный, устанавливаемый в кабине машиниста (рис. 6).



**Рис.6 Стационарный пульт управления**

В состав пульта управления входят 2 тумбы, крепеж для операционной панели, необходимое число специализированных крановых манипуляторов фирмы Spohn&Burkhardt с осязаемыми положениями при переключении во всех направлениях, дополнительные органы управления (кнопки, переключатели, NOT-AUS, ключ-бирка), индикация и операционная панель фирмы SIEMENS, для отображения необходимой информации в ходе работы крана.

Также для управления механизмами могут использоваться следующие пульта управления:

- Дублирующий подвесной пульт. Используется для управления механизмами в процессе пуска-наладочных работ и в аварийных режимах. Такой пульт имеет как правило возможность управления механизмами на одной «ползучей» скорости.
- Радиопульт. Позволяет осуществить беспроводную связь переносного пульта управления с системой электроприводов и применяется в тех случаях, когда управление из кабины затруднено или невозможно в связи с особенностями технологического процесса. Также может использоваться как дублирующий аналогично подвесному.

### 1.3. Варианты размещения АСУ ГМ и контроль микроклимата электрооборудования

Поскольку применяемое оборудование автоматизации, как правило, имеет степень защиты не выше IP20, оно должно располагаться либо в защитных шкафах, либо в герметичном помещении. Кроме того, внутри применяемого конструктива должна поддерживаться температура не более 40-50 °С, что актуально для АСУ ГМ, построенных на базе системы ПЧ-АД.

#### Электропомещение

При размещении электрооборудования внутри герметичного металлического помещения (рис. 7) с теплоизоляцией и внутренним негорючим покрытием, оно монтируется на прочных монтажных панелях размером не более 1200x2100 (ШxВ). Панели устанавливаются на специальные амортизирующие основания.



Рис.7 Внешний вид электропомещения

Электрические кабели проложены в закрытых кабельных лотках. Для защиты человека от прикосновения к открытым токоведущим частям установлены перила (рис. 8).



Рис.8 Размещение электрооборудования внутри помещения

#### Защитные шкафы

В случае отсутствия на производстве большой запыленности, либо когда на кране не хватает места для установки электропомещения, панели устанавливаются в шкафы со степенью защиты IP54 производства фирмы RITTAL. Установка производится в специально изготовленную крепежную раму, что обеспечивает конструкции требуемую жесткость. Для широких панелей в шкафах предусмотрены специальные распорки для надежной защиты креплений от вибрации.

При количестве механизмов более трех и суммарной мощности более 100 кВт для разводки силового питания по конверторам или контакторным панелям применяются специальные токовые шины. На шинах устанавливаются либо разъединители с быстродействующими предохранителями для защиты преобразователей, либо переходники с установленными на них автоматическими выключателями защиты электродвигателей от перегрузок.

#### Контроль микроклимата

Использование системы кондиционирования и обогрева позволяет сохранять работоспособность оборудования в диапазоне температур окружающей среды от -60°C до +80°C.

При температуре окружающей среды ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  используются дополнительные теплоизоляционные материалы.

На тех производствах, где отсутствует запыленность и температура окружающей среды не поднимается выше  $+30^{\circ}\text{C}$ , для охлаждения преобразователей целесообразно устанавливать вентиляторы. При высокой запыленности и такой температуре возможна также установка теплообменников, либо промышленных кондиционеров.

При более высокой температуре до  $+40^{\circ}\text{C}$  возможна установка вентиляторов, но необходимо учитывать понижение установленной мощности преобразователей. При температуре окружающей среды внутри помещения или шкафов не более  $+40^{\circ}\text{C}$  преобразователи работают в номинальном режиме без понижения установленной мощности.

При высоких температурах (более  $+50^{\circ}\text{C}$ ) устанавливаются специализированные крановые кондиционеры, имеющие возможность выполнять также и обогрев помещения при отрицательной температуре окружающего воздуха.

#### Кабина машиниста

Кабина машиниста (рис. 9) обычно содержит кресло-пульт, панель отображения информации, щиток осветительный, пульта управления кондиционером и прочее необходимое оборудование. Стекла кабины изготавливаются из специального стеклопакета, что предотвращает их замерзание в зимнее время. Дополнительно возможна установка системы обогрева стекол и дождевой дворник.



Рис.9 Кабина машиниста перед отправкой заказчику

## 1.4. Электрооборудование для АСУ ГМ

В комплект поставки может входить все необходимое электрооборудование для комплектации крана, в том числе:

- видеосистема для наблюдения за работой грузозахватного органа, с выводом информации на жидкокристаллический монитор;
- система весоизмерения груза или вспомогательных материалов;
- радиомодем для передачи информации о работе крана во внешнюю сеть (например АСУ ТП цеха, завода);
- система беспроводной связи для обмена информацией, например, с поворотной частью машины;
- система громкоговорящей связи (для оповещения цехового персонала);
- импульсный датчик скорости или положения (для организации обратной связи по скорости или положению);
- ОГП и регистратор параметров;
- концевые выключатели;
- кабельная продукция отечественного производства или фирмы LappKabel (Германия);
- электродвигатели отечественного производства или фирмы SIEMENS;
- тормоза механизмов;
- ящик тормозных сопротивлений (для двигателей с фазным ротором);
- подкрановое освещение;
- аварийное и ремонтное освещение.

**КАБЕЛЬНАЯ ПРОДУКЦИЯ**, поставляемая в стандартной комплектации подобрана специально для крановых систем с учетом жестких требований эксплуатации. Кроме того, все кабели системы управления выполнены в специальном исполнении в зависимости от применения. Например, для подключения датчиков скорости используется специальный сигнальный кабель.

**ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ**, используемые в крановых проектах, поставляются в диапазоне мощностей от 0,75 кВт до 1000 кВт, степенью защиты до IP65 в различных вариантах для монтажа.

Опционально возможна установка на вал двигателя импульсных датчиков обратной связи по скорости, что дает возможность повысить точность регулирования. При работе привода на пониженных оборотах с номинальной нагрузкой двигатель комплектуется независимым вентилятором, что позволяет избежать перегрева. Для контроля тепловых режимов двигателя могут комплектоваться встроенными в обмотку статора датчиками температуры.

## 2. РЕФЕРЕНЦИИ

### 2.1. АСУ специальным штыревым электрическим мостовым краном цеха электролиза ОАО «КрАЗ» (г. Красноярск)

#### Назначение АСУ

АСУ штыревым краном должна обеспечивать выполнение следующих технологических операций:

- перемещение крана;
- перемещение тележки крана;
- подъем, опускание и вращение штанги с захватом для извлечения штыря;
- подрыв корки при извлечении штыря;
- подъем и вращение ключей;
- подъем и опускание крюка механизма вспомогательного подъема;
- перемещение кабины машиниста;
- установка штырей на горизонт с точностью 5 мм;
- подсыпка анодной массы в подштыревую лунку;
- транспортирование вакуумного ковша с расплавленным металлом.

#### Структура и особенности построения системы управления

Вычислительным и управляющим устройством крана является программируемый контроллер Simatic S7-400. Контроллер выполняет сбор информации с датчиков и управление технологическими механизмами крана. Всего на кране используется 14 механизмов.

Датчики, расположенные на кране, подключены к модулям дискретного ввода через промежуточные реле, выполняющие роль гальванической развязки.

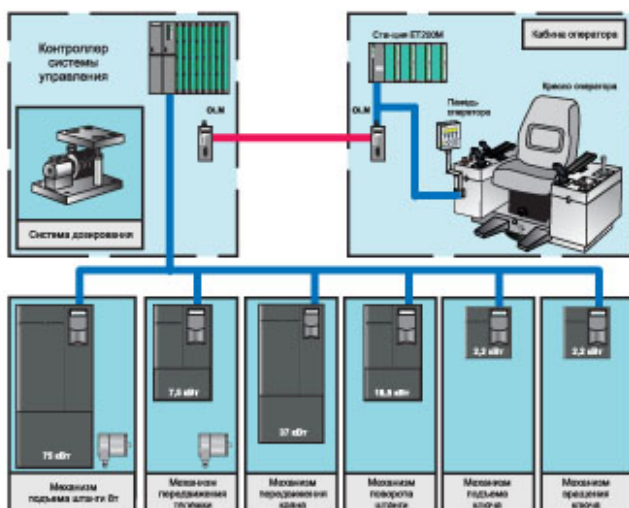


Рис. 10 Структурная схема системы управления краном

Управление приводами выполняется двумя способами:

- контакторное управление (сигналы управления на магнитные пускатели подаются через модули дискретного вывода контроллера);
- управление на базе частотных преобразователей.

Для частного управления приводами в системе использованы преобразователи частоты производства фирмы SIEMENS.

Преобразователи соединены с контроллером по сети PROFIBUS-DP. На физическом уровне сеть PROFIBUS-DP представляет собой интерфейс RS 485 и позволяет выполнять передачу данных по электрическому или оптоволоконному кабелю со скоростью до 12 Мбит/сек. По сети производится управление, диагностика и настройка частотных преобразователей.

Такое решение позволило значительно сократить количество межшкафных соединений; уменьшить количество модулей контроллера; дистанционно (из кабины машиниста или по инициативе контролера) изменять настройки преобразователей, добиваясь оптимальной работы приводов.

Установка штыря на горизонт реализована на базе системы позиционирования. В систему входят два абсолютных датчика перемещения, установленных на механизмах подъема штанги и перемещения тележки. Информация с датчиков поступает на специализированный модуль контроллера.

Для подсыпки заданного количества анодной массы в лунку предусмотрена специализированная весовая система. Весовая система включает в себя датчик веса (тензодатчик), установленный на бункере и преобразователь, смонтированный в непосредственной близости от датчика веса. Система выполняет взвешивание анодной массы, насыпаемой в бункер. При достижении заданного веса в контроллер передается дискретный сигнал. Такое решение позволило значительно снизить влияние помех от работы частотных преобразователей на точность взвешивания.

Выбор способа управления для определенного привода обусловлен технологическими операциями, выполняемыми механизмом.

#### Кабина оператора

Управление краном осуществляется из кабины оператора, в которой установлено кресло и операционная панель OP 7. Кресло оборудовано тремя манипуляторами, кнопками с индикацией, ключом-биркой и аварийным выключателем NOT-AUS.

Передача команд управления машиниста в контроллер, управление сигнальными лампами, внешним и внутренним звуковыми сигнализаторами и реле блокировок выполняется через модуль дискретного ввода/вывода. Связь модулей с контроллером организована на базе устройства распределенной периферии ET 200M по сети PROFIBUS-DP через оптоволоконный канал.

Модули ввода/вывода (ET 200M), оптический модуль связи (OLM) смонтированы в тумбах кресла. Такое решение позволило обеспечить гальваническую развязку с другими элементами крана, а также значительно сократить количество кабелей в подвеске кабины.

Для отображения информации, диагностики и настройки оборудования в кабине оператора установлена операционная панель OP 7 на которой выводятся аварийные сообщения, предупредительная сигнализация об отклонениях в работе системы, сообщения для вывода подсказок, разъяснений и т.д. Кроме этого, операционная панель используется при наладке системы управления.

#### Особенности монтажа оборудования автоматизации и управления

Для выполнения технических требований по эксплуатации все оборудование системы управления размещено в шкафах производства фирмы RITTAL со степенью защиты IP 54. Шкафы установлены в электропомещении на мосту крана.

Всего используется 11 шкафов, жестко скрепленных между собой, без боковых стенок. Ввод кабелей производится снизу. Через все шкафы проходит кабельный канал для межшкафных соединений.

Для распределения напряжения питания 380В внутри шкафов используются специальные медные шины.



Рис. 11 Преобразователи частоты, установленные в электропомещении современного штыревого крана

#### Для обеспечения климатических требований предусмотрены:

- система обогрева - 12 нагревательных элементов суммарной мощностью 1600 Вт;
- система охлаждения - два кондиционера фирмы RITTAL с мощностью охлаждения по 4 кВт;
- сигнализаторы температуры.

Согласно техническим требованиям кран должен работать при температуре окружающей среды от -40 °С до +40 °С в условиях сильной запыленности и загазованности.

Работы над модернизацией крана выполнялись совместно ЗАО «СИНЕТИК» (проектирование системы управления, поставка оборудования, разработка программного обеспечения, монтаж и пуско-наладка системы управления) и ОАО «Сибтяжмаш», г.Красноярск (модернизация металлоконструкций, участие в проектировании системы) при активном участии специалистов ОАО «КрАЗ».

## 2.2. АСУ мостовым краном Q=32/5т, для ДП №5 ОАО «НТМК» (г.Нижний Тагил)

Система реализована на мостовых кранах грузоподъемностью 32/5т, предназначенных для подъемно-транспортных операций при обслуживании доменной печи на литейных дворах.

#### Краткое описание технических решений

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-300, преобразователей частоты Simover MasterDrives VC, Micromaster 440 производства SIEMENS.

#### Основные технические характеристики крана

Механизмы крана	Используемый электродвигатель
Главный подъем 32т	4МТКДБ280L6 - 110 кВт
Подъем 5т	4МТКБ200LA6 - 22кВт
Передвижения тележки	АД2КБ112МА6 - 3 кВт (2 шт.)
Передвижение крана	МТКНБ3126 -15 кВт (2 шт.)

#### Особенности системы:

В связи с повышенной температурой в зоне работы крана управляющее электрооборудование максимально вынесено с крана и устанавливается в защитных шкафах управления с климат контролем, которые в свою очередь размещаются в специально сконструированном помещении, расположенном в цехе. Управление электродвигателями, а также питание всего электрооборудования крана осуществляется по гибкому токоподводу между клеммными коробками в цехе и на мосту крана.

Управление электроприводами производится от двух пультов: стационарного кресла-пульта, расположенного в цехе вблизи рабочей зоны крана, и переносного пульта, связь которого с системой управления осуществляется по радиоканалу.

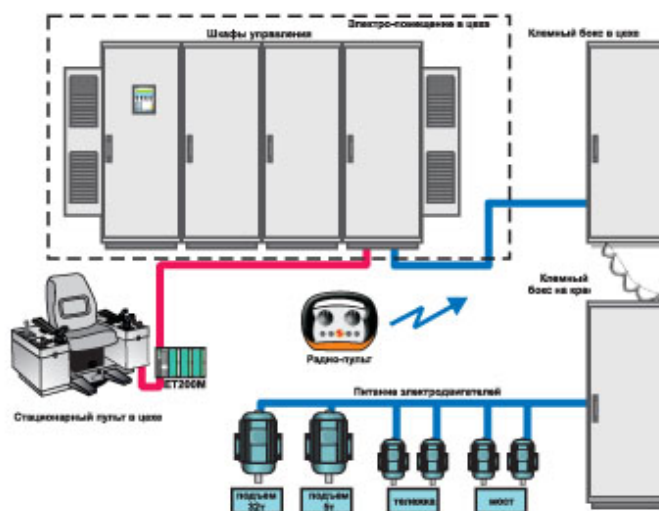


Рис. 12 Структурная схема системы управления краном

### 2.3. АСУ мостовым краном Бурейской ГЭС (Амурская обл.)

Система используется для управления мостовыми кранами, установленными в машинном зале Бурейской ГЭС и предназначенными для монтажа генераторов во время строительства ГЭС, а также для последующего их обслуживания и ремонта.

#### Основные технические характеристики

- Установленная мощность электродвигателей: 280 кВт;
- Подвод электропитания к крану: троллеи;
- Подвод электропитания к крановой тележке: гибкие кабели;
- Управление краном: централизованное, из кабины машиниста;
- Управление двигателями: плавное регулирование;
- Максимальная грузоподъемность: 420т.

#### Особенности системы управления

В системе управления для увеличения грузоподъемности предусмотрен режим совместной работы. При этом мосты двух кранов соединяют между собой жесткой сцепкой, а электрокабины - при помощи специального кабеля. В режиме совместной работы управление кранами ведется из кабины «ведущего» крана. Максимальная грузоподъемность в таком режиме составляет 820 т.

Обмен данными между контроллерами в режиме совместной работы организован по сети MPI.

В режиме совместной работы обеспечивается синхронное перемещение крана, тележки и подъем груза.

Краны запущены в промышленную эксплуатацию в 2002г. и использовались на строительстве Бурейской ГЭС. В настоящее время успешно продолжают работать в машзале ГЭС и применяются для ремонтных работ.

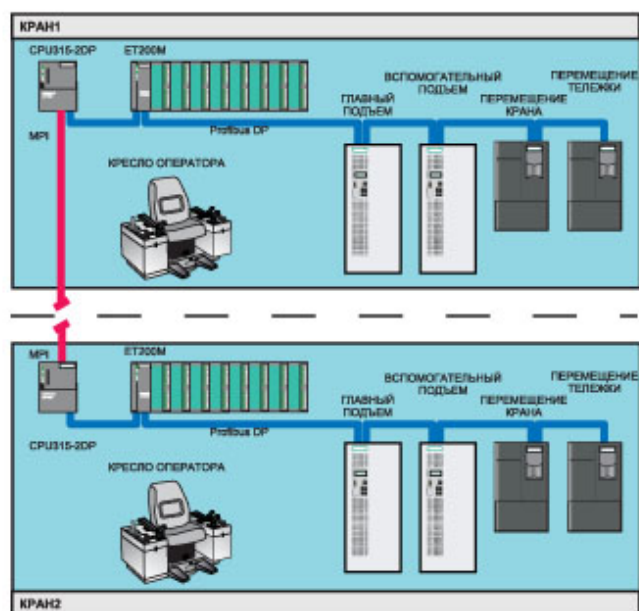


Рис.13 Структурная схема системы управления краном

#### Состав системы управления

Система управления краном построена на базе CPU315-2DP и частотных преобразователей MasterDrives 110 кВт и 132 кВт, Midimaster Vector 75 кВт и 30 кВт. Органы управления краном (джойстики, кнопки, сигнальные лампы) размещены в кресле оператора. Также в кресле оператора смонтирована станция распределенного ввода/вывода ET200M.

Обмен данными между приводами, креслом управления и контроллером организован по сети PROFIBUS-DP.



Рис.14 Монтаж кранов



Рис.15, 16 Машинный зал Бурейской ГЭС

### 2.4. АСУ працен-краном электросталеплавильного цеха ОАО «НКМК» (г. Новокузнецк)

Система используется для управления працен-краном с вращающейся кабиной грузоподъемностью 16т, предназначенным для транспортировки готовых слябов в электросталеплавильном цехе ЭСПЦ-2.

#### Краткое описание технических решений

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-300, преобразователей частоты Simovert MasterDrives VC, Micromaster 440 производства SIEMENS.

Механизм крана	Используемый электродвигатель с фазным ротором
Главный подъем	МТН712 1042 125кВт
Поворот кабины	МТН12 642 15кВт
Механизм опрокидывания	МТН411 642 22кВт
Передвижения тележки	4МТН200LS8 - 22кВт
Передвижение крана	4МТН280S10 45кВт (4шт)

#### Основные технические характеристики:

- грузоподъемность: 16т;
- грузозахватный орган: электромагниты (2 шт.);
- пролет: 34м;
- высота подъема грузозахватного органа: 6,6м;
- скорости механизмов:
  - передвижение моста крана - 160м/мин;
  - передвижение грузовой тележки - 60м/мин;
  - подъема грузозахватного органа - 17м/мин;
  - поворота тележки - 3,6об/мин;
  - опрокидывания захватов - 2,5об/мин;
- установленная мощность электродвигателей: 364кВт;
- напряжение питающей сети: 380В;
- тип привода: частотно-регулируемый;
- количество скоростей механизмов: 4-0-4;
- температурный режим работы: -40° ... +60° С

#### Особенности системы

Связь между помещением, где расположено электрооборудование, и вращающейся на 360° кабиной крановщика осуществляется посредством электрической сети PROFIBUS через контактные кольца. Для организации в таком случае нормальной связи с пультом управления было использовано специализированное устройство обмена данными через прерывистые линии Rail Booster PROFIBUS (SIEMENS).

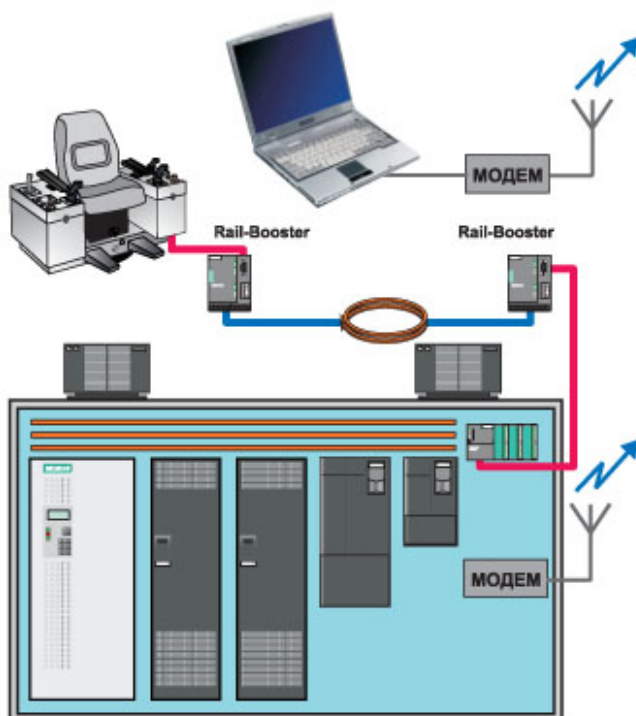


Рис.17 Структурная схема системы управления краном

Для контроля за работой крана в системе управления предусмотрена передача данных из контролера на переносной программатор с использованием радиоканала. При этом инженер-программист, находясь в служебном помещении под краном, получает на экран монитора все необходимые параметры работы крана: возникающие ошибки, перегрузки, состояния приводов.

## 2.5. АСУ краном-штабелером ОАО «АВТОВАЗ» (г. Тольятти)

Система используется для управления краном-штабелером (рис.18) грузоподъемностью 5т, предназначенного для загрузки и выгрузки готовой продукции склада длинномеров базы №2 УСММ.



Рис.18 Кран-штаблер

#### Основные технические характеристики:

- Грузоподъемность: 5т;
- Пролет: 22м;
- Высота подъема грузозахватного органа: 6,95м;
- Наибольшая ширина перерабатываемого груза: 6,0м;
- Скорости механизмов:
  - передвижение кран-штабелера 0,77м/с;
  - передвижение грузовой тележки 0,4м/с;
  - подъема грузозахватного органа 0,19м/с;
  - выдвигания грузозахватного органа 0,13м/с;
- Установленная мощность электродвигателей: 52кВт;
- Напряжение питающей сети: 380В;
- Тип привода: частотно-регулируемый;
- Система позиционирования: по трем координатам (датчики абсолютного положения);
- Температурный режим работы: +5° ... +40° С.

Механизм крана	Используемый электродвигатель с фазным ротором
Подъем 5т	МТКФ 412-6 30кВт
Передвижения тележки	АИР112МА6Е 3кВт (2 шт.)
Передвижение крана	АИР132М6Е 7,5кВт (2 шт.)
Механизм выдвигания платформы	АИР90ЛВ8 1,1кВт

**Краткое описание технических решений**

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-300, преобразователей частоты Simover MasterDrives VC и Micromaster 440 производства фирмы SIEMENS.

**Перечень выполненных работ**

- полная ревизия узлов и механизмов с разборкой, дефектовкой и заменой неисправных деталей;
- разработка документации недостающих узлов и механизмов крана-штабелера (совместно со специалистами ЗАО «Сибтяжмаш»);
- разработка проекта на модернизацию электрооборудования и системы управления крана;
- поставка недостающего оборудования (грузоуловитель, электрокабина);
- поставка оборудования системы управления;
- пусконаладочные работы на кране;
- монтажные работы на кране (совместно со специалистами ЗАО «Полад»);
- гарантийное сопровождение системы управления.

**Особенности системы управления**

Управление краном (складом) осуществляется в двух режимах: ручном и полуавтоматическом.

Полуавтоматический режим является основным режимом работы склада, при котором все механизмы работают согласно запрограммированным алгоритмам по командам загрузки/выгрузки, поступающим с пульта управления. Контроль положения штабелера в заданных координатах производится системой адресования по вертикали, горизонтали и номеру прохода заложенных в память контроллера. Дополнительное позиционирование крана относительно пролетов осуществляется с помощью индуктивных датчиков. Считывание адреса происходит на всех скоростях и сравнивается с заданным, а останов крана происходит на ползучей скорости.

Оборудование системы управления смонтировано в специально разработанном и сконструированном для данного крана герметичном электропомещении.



Рис. 19 Электропомещение внутренней монтаж

**2.6. АСУ литейным краном  
ОАО «ИСПАТ-КАРМЕТ»  
(г.Темиртау, респ. Казахстан)**

Система реализована на двух литейных кранах грузоподъемностью 420+100/20т, предназначенных для заливки и транспортировки стали в литейном цехе.

**Основные технические характеристики:**

- Степень защиты электрооборудования: IP54;
- Режим работы крана: А7;
- Место установки электропомещения: площадки настилов крана;
- Место установки пульта управления: кабина машиниста;
- Относительная влажность: 59% ... 85%;
- Температурный режим: -40 °С ... +40 °С.

**Краткое описание технических решений**

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-300, преобразователей частоты Simover MasterDrives VC и Micromaster 440 производства фирмы SIEMENS.

**Основные технические характеристики крана**

Механизмы подъема	главный подъем	вспом. подъем 20т	вспом. подъем 100т
Грузоподъемность	420т	20т	100т
Высота подъема	30 м	35 м	32м
Скорость подъема	3 м/мин	15 м/мин	4.8 м/мин
Диапазон регулирования	1:20		
Мощность электродвигателя	2x200 кВт	55 кВт	132 кВт
Управление электроприводом	преобразователь частоты MasterDrives		

Механизмы передвижения	крана	главной тележки	вспом. тележки
Пролет крана	-	22,5 м	
Скорость механизма	60 м/мин	24 м/мин	30 м/мин
Диапазон регулирования	1:20		
Мощность электродвигателя	4x55 кВт	2x30 кВт	22 кВт
Управление электроприводом	преобразователь частоты MasterDrives		

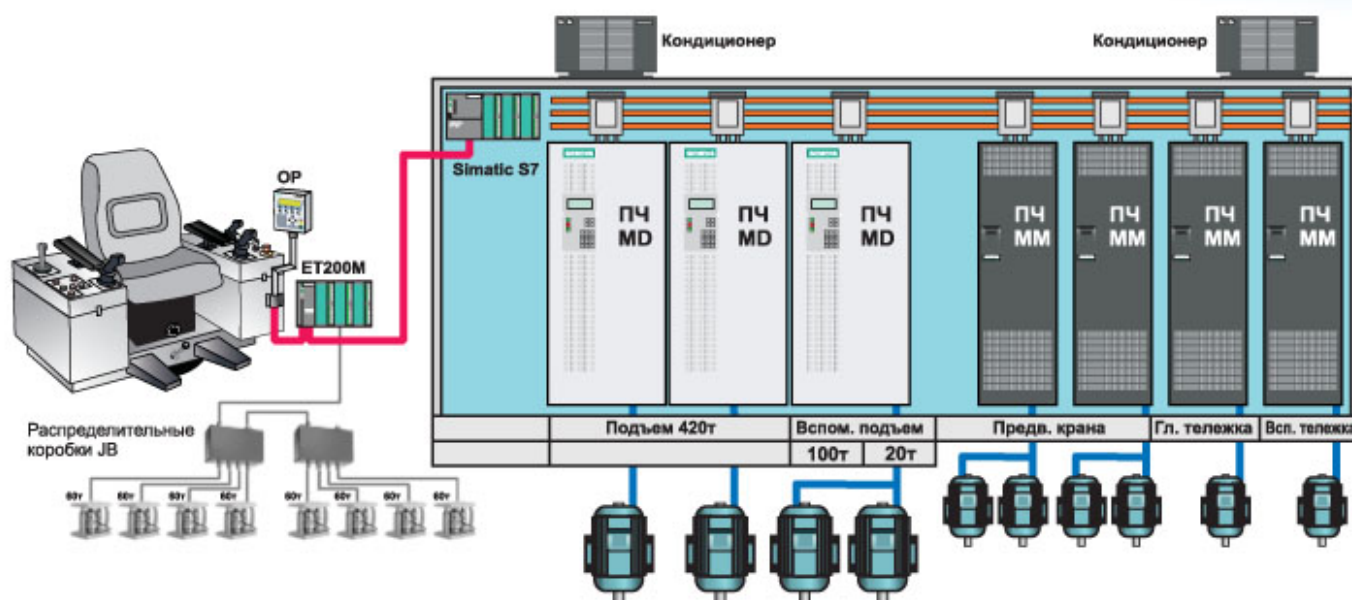


Рис.20 Структурная схема системы управления литейным краном г/п 420т

#### Особенности системы управления

Все механизмы крана реализованы на базе электродвигателей с короткозамкнутым ротором производства SIEMENS серии 1LA/1LG, дополнительно оснащенные встроенными в обмотки датчиками температуры, принудительной вентиляцией и датчиком обратной связи по скорости. В состав системы управления включена система весоизмерения механизма главного подъема, реализованная на базе комбинированных монтажных блоков со встроенными датчиками веса SIWAREX R (SIEMENS).

В настоящее время 2 крана запущены в промышленную эксплуатацию.



Рис. 20а Литейный кран

## 2.7. АСУ литейным краном ОАО «ЗСМК» (г. Новокузнецк)

Система реализована на кране грузоподъемностью 500+100/20т, предназначенного для заливки и транспортировки стали в литейном цехе.

#### Краткое описание технических решений

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-300, преобразователей частоты Simover MasterDrives VC, Micromaster 440 преобразователей постоянного тока Simoreg DC Master производства SIEMENS.

#### Основные технические характеристики крана

Механизмы подъема	главный подъем 500т	вспом. подъем 100т	вспом. подъем 20т
Высота подъема	26 м	28 м	30 м
Скорость подъема	5,5 м/мин	8,9 м/мин	14 м/мин
Диапазон регулирования	1:10		
Мощность электродвигателя	4x185кВт (Δ818)	185кВт (Δ818)	55кВт
Управление электроприводом	SIMOREG DC Master		Micro master

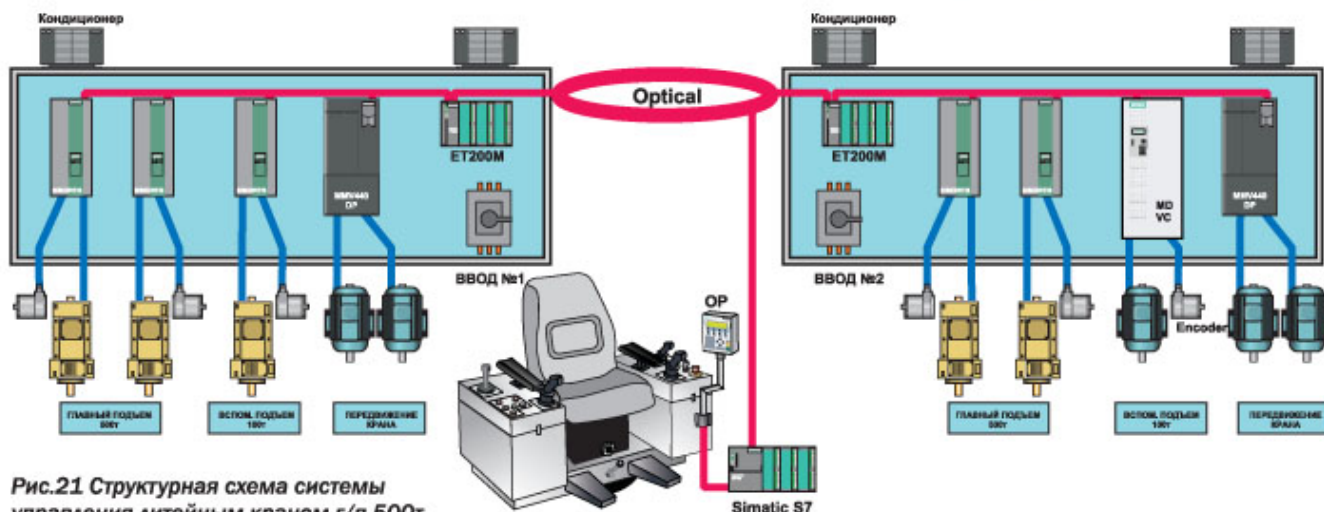


Рис.21 Структурная схема системы управления литейным краном г/п 500т

Механизмы передвижения	крана	главной тележки	вспом. тележки
Скорость механизма	58 м/мин	24 м/мин	32 м/мин
Диапазон регулирования		1:10	
Мощность электродвигателя	4x55 кВт	2x30 кВт	22 кВт
Управление электроприводом	преобразователь частоты Micromaster		

**Особенности системы управления**

Привод механизма главного подъема построен на базе электродвигателей постоянного тока серии D818 производства Россия и преобразователей постоянного тока серии Simoreg DC Master производства SIEMENS.

Остальные механизмы крана реализованы на базе электродвигателей с короткозамкнутым ротором производства SIEMENS серии 1LG, дополнительно оснащенные встроенными в обмотки датчиками температуры, принудительной вентиляцией и датчиком обратной связи по скорости.



Рис.22 Кресло оператора

На существующем кране, работающем на важном и высокоопасном производстве, не допускающего полную остановку крана, реализована возможность работы приводов основных механизмов при выходе из строя как самих приводов, так и электродвигателей, кабельных подвесок, обрыва кабеля.

Структура системы имеет ряд особенностей. Панели ввода, станции и аппараты управления приводами размещены в отдельных электропомещениях, имеющих свой независимый токоподвод. При реализации данной структуры оборудование разнесено таким образом, что при выходе из строя одной из электрокабин, кран завершает операцию на оставшейся, при этом скорость механизмов составляют 50% от номинальной.

Управляющий контроллер установлен в кабине крановщика и может подключаться к одному из двух токовых вводов. Электропомещение и кабина крановщика объединены в сеть, имеющую кольцевую структуру, что позволяет в случае обрыва одного из сегментов сохранить целостность информационного обмена.

**Краткие сведения:**

- Степень защиты электрооборудования: IP54;
- Режим работы крана: А7;
- Место установки электропомещения: площадки настилов крана;
- Место установки пульта управления: кабина машиниста;
- Относительная влажность: 59% ... 85%;
- Температурный режим: -40 °С ... +40 °С

**2.8. АСУ укладчиком-заборщиком роторным 1200/1000 (УЗР 1200/1000, изготовитель МК «ОРМЕТО-ЮУМЗ») ОАО «МОСЭНЕРГО», ТЭЦ-22 (г.Москва)**

Система используется для управления укладчиком-заборщиком роторного типа, предназначенным для подачи материала в штабель при укладке и отводе забираемого материала через роторное колесо на складской конвейер.



Рис. 23 Укладчик-заборщик роторный

#### Краткое описание технических решений

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-400, преобразователей частоты Micromaster 440 производства SIEMENS и выполняет следующие функции:

- управление основными электроприводами (стреловой конвейер, роторное колесо, передвижение машины, поворот стрелы, наклон стрелы, приводы барабанов);
- управление вспомогательными электроприводами (шибер загрузочного устройства, устройство центрирования ленты, подъем электрода следящего устройства, станция заправочная, система орошения, натяжение ленты);
- автоматическое управление технологическим процессом;
- защита рабочих органов, механизмов и электрооборудования машины;
- диагностика неисправностей в системе управления основными и вспомогательными механизмами.

#### Особенности системы управления

Все электрооборудование размещается в защитных шкафах IP54, которые в свою очередь устанавливаются в герметичное электропомещение с системой отопления и кондиционирования.

В качестве приводных электродвигателей для всех механизмов применены асинхронные короткозамкнутые двигатели.

Питание укладчика-заборщика осуществляется от трехфазной сети переменного тока напряжением 6 кВ, 50 Гц.



Рис.24 Кабина машиниста перед сборкой



Рис.25 Пульт управления в кабине машиниста

## 2.9. Комплексная модернизация мостового перегружателя «СУМИТОМО» ОАО «Восточный Порт» (г. Находка)

Работы по модернизации проводятся с целью замены морально устаревшего оборудования, контакторно-релейной системы управления электроприводами механизмов на систему частотного регулирования (год изготовления крана 1973, Япония).

Кран предназначен для перегрузки и транспортировки контейнеров и материалов на перегрузочном комплексе ППК-10АО «Восточный порт».

#### Краткое описание технических решений

Система управления построена на базе промышленного контроллера серии Simatic S7-300, преобразователей частоты Simover MasterDrives VC, Micromaster 440 производства SIEMENS.

#### Особенности системы управления

Связь между помещениями, где располагается электрооборудование и вращающейся на 360° кабиной осуществляется посредством электрической сети PROFIBUS через контактные кольца.

Для организации связи между составными частями системы управления используется специализированное устройство обмена данными через линии связи со скользящим контактом Rail Booster PROFIBUS фирмы SIEMENS.

Для контроля за работой крана в системе управления предусмотрена передача данных из контроллера на переносной пульт управления с использованием радиоканала.



Рис.26 Мостовой перегружатель

**Основные технические характеристики крана**

Механизм	Подъем	Замыкание	Поворот	Вылет
Высота подъема	22,5 м			
Скорость механизма	63 м/мин	63 м/мин	15 об/мин	50 м/мин
Режим работы	ПВ 60%	ПВ 60%	ПВ 60%	ПВ 60%
Диапазон регулирования	1:10			
Мощность электродвигателя	132кВт	132кВт	45кВт	37кВт
Управление электроприводом	MasterDrives		Micromaster	

Механизм передвижения	моста	крана
Скорость механизма	20 м/мин	50 м/мин
Режим работы	ПВ 25%	ПВ 40%
Диапазон регулирования	1:10	
Мощность электродвигателя	4x30 кВт	2x37 кВт
Управление электроприводом	Master Drives	Micro master

**Кабина оператора**

Управление краном осуществляется из кабины оператора, имеющей полный обзор. Новая кабина управления фирмы ScanCab является эргономичной и соответствующей всем требованиям Ростехнадзора, в которой установлен поворотный пульт управления краном Spohn&Burkhardt.

Передача команд управления машиниста в контроллер, управление сигнальными лампами, внешним и внутренним звуковыми сигнализаторами и реле блокировок выполняется через модули дискретного ввода/вывода. Связь модулей с контроллером организована на базе устройства распределенной периферии ET 200M по сети PROFIBUS-DP через оптоволоконный канал. Для повышения надежности работы канала использовано оптическое кольцо.

Использование оптического канала связи позволяет обеспечить гальваническую развязку с другими элементами крана, а также значительно сократить количество кабелей в подвеске кабины.

Для отображения информации, диагностики и настройки оборудования в кабине оператора установлена операционная панель OP7.

**Двигатели**

Все механизмы крана реализованы на базе асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором производства фирмы SIEMENS серии 1LG4, дополнительно оснащенные встроенными в обмотки датчиками температуры, принудительной вентиляцией, антиконденсационным обогревом и датчиками обратной связи по скорости.

**Кабельная продукция**

В рамках модернизации системы управления крана произведена полная замена кабельной продукции (контрольный, силовой, интерфейсный) производства фирмы LappKabel, а также система освещения крана на промышленные прожектора виброустойчивого исполнения фирмы Rademacher.



**Рис.27 Кабина оператора на сборочном участке**

## РОССИЯ

[www.sinetic.ru](http://www.sinetic.ru)

- Новосибирск  
(центральный офис)  
т.: (383) 266-51-40  
ф.: (383) 266-07-51  
root@sinetic.ru
- Ангарск  
т.: (3955) 56-46-58  
angarsk@sinetic.ru
- Иркутск  
т.: (3952) 39-49-93  
irkutsk@sinetic.ru
- Красноярск  
т.: (3912) 58-59-90  
ф.: (3912) 52-15-70  
krasnoyarsk@sinetic.ru
- Москва  
т.: (495) 780-62-63  
msk@sinetic.ru
- Находка  
т.: (4236) 66-50-63  
nahodka@sinetic.ru
- Санкт-Петербург  
т.: (812) 347-73-80  
spb@sinetic.ru
- Хабаровск  
т.: (4212) 74-77-76  
khabarovsk@sinetic.ru

## РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

[www.sinetic.kz](http://www.sinetic.kz)

- Усть-Каменогорск  
т.: (7232) 23-13-03  
ustkam@sinetic.ru
- Павлодар  
т.: (3182) 39-36-73
- Алматы  
т.: (3272) 79-80-65

## МОНГОЛИЯ

- Улан-Батор  
т.: (97611) 35-39-00  
ulanbat@sinetic.ru

## ГЕРМАНИЯ

[www.sinetic.de](http://www.sinetic.de)

- Bauerberg 41  
22111 Hamburg  
т.: +49 (0) 40 27 80 66 76  
ф.: +49 (0) 40 27 80 64 74  
м.: + 49 (0) 17 24 31 71 98  
info@sinetic.ru



**SINETIK**  
эксперт в автоматизации