

ОРДЕНА ЛЕНИНА И ДРУЖБЫ НАРОДОВ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

На правах рукописи

Тытюк Валерия Константинович

УДК 621.311.4:622.271

СИСТЕМЫ АВТОНОМНОГО АВАРИЙНОГО ПИТАНИЯ  
ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.

Специальность 05.09.03 - "Электротехнические комплексы  
и системы, включая их управле-  
ние и регулирование."

Автореферат диссертации на соискание  
ученой степени кандидата технических наук

К И Е В 1992

Робота виконана в Криворозькому Ордену Трудового  
Красного знамені горнорудному інституті.

Научний керівник : кандидат технічних наук,  
доцент Д. І. Родькин

Офіційні опоненти :

доктор технічних наук, професор З. Н. Гречко  
кандидат технічних наук В. І. Лобов

Ведущая організація : науково - виробниче  
об'єднання " Криворізький електроремонт "

Захист состоится " 26 " листопада 199 2 г. в 13 ч.  
на засіданні Спеціалізованого Ради КО16.63.01 при інсти-  
туті проблем енергозбереження АН України по адресу: 252070  
г. Київ-70, ул. Покровська, 11, ІТЗ АН України.

С дисертаційною роботою можна ознайомитися в науково -  
технічній бібліотеці Інституту проблем енергозбереження  
Академії Наук України.

Автореферат розослан " 25 " листопада 199 2 г.

Учений секретар Спеціалізованого  
Ради КО16.63.01, кандидат технічес-  
ких наук

*Француз*

Н. В. Рапшун

ЛННБ України ім. В. Стефаника



00816952 (V)

ЛННБ ім. В. Стефаника  
АН УРСР

## 1. Общая характеристика работы.

Актуальность темы.

В условиях горных предприятий необходимость использования систем автономного аварийного питания возникает в силу следующих причин:

-аварийное прекращение электроснабжения горных предприятий сопряжено с возникновением угрозы для жизни технологического персонала, со значительными затратами на восстановление нормального хода технологического процесса;

-использование систем автономного питания позволяет параллельно решить и другие вопросы: покрытие пиковых нагрузок, использование в часы максимума энергосистемы и др.

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) предусматривают необходимость наличия на предприятиях локальных источников питания ограниченной мощности для питания электроприемников особой группы, выделяемой из состава i-й группы электроприемников по надежности электроснабжения.

Высокая стоимость серийно выпускаемых автономных источников, незначительный объем их производства делает практически невозможным создание систем автономного аварийного питания горных предприятий на их базе.

Решение этой технической задачи возможно путем создания оперативно-формируемых систем автономного питания (ОФСАП) при использовании имеющихся на горных предприятиях энергосиловых установок, например, энергоустановок транспортных средств для целей автономного питания в период возникновения аварий и других нужд. Такой подход позволит решить важную народнохозяйственную задачу применительно к условиям горных предприятий.

Учитывая изложенное выше, разработка ОФСАП электроприводов горных предприятий является актуальной, имеет научную и практическую ценность.

Тема диссертационной работы определялась планом научно-исследовательских работ кафедры автоматизированного электропривода КГРИ, а также связана с выполнением НИОКР, рекомендованных IV Всесоюзной конференцией по электроприводу экскаваторов.

Целью работы является разработка и исследование оперативно-формируемых систем автономного аварийного питания электроприводов горных предприятий при использовании энергетических установок транспортных средств по другому функциональному назначению.

Поставленная цель потребовала решения следующих научно-технических задач:

- определить максимальную полную и активную мощность системы автономного питания горных предприятий с различной формой добычи полезного ископаемого;
- обосновать возможность и целесообразность использования энергосиловых установок другого функционального назначения для создания оперативно-формируемых систем автономного аварийного питания;
- разработать схемы устройств согласования параметров электроэнергии установок транспортных средств с промышленными электроприводами;
- исследовать вопросы электромагнитной совместимости электроприводов горных предприятий с автономным источником питания по условиям обеспечения динамических режимов;
- определить технико-экономическую эффективность предлагаемых технических решений.

Методы исследования. Для решения поставленных задач в диссертационной работе использовались: анализ литературных источников и научное обобщение ранее выполненных исследований; использование методов и общепринятых положений по исследованию электромеханических процессов в электрических машинах, теории автоматизированного электропривода и преобразовательной техники с широким применением ЭВМ; методы численного решения систем дифференциальных уравнений; проверка достоверности основных теоретических положений и аналитических расчетов посредством эксперимента и опытной апробации в промышленности.

Автор защищает. Обоснование возможности использования оперативно-формируемых систем автономного аварийного питания электроприводов горных предприятий; методику определения мощности системы автономного аварийного питания горного предприятия; математическую модель системы автономного питания с первичным двигателем; способ точной автоматической синхронизации синхронного двигателя, работающего от автономного инвертора тока, с генератором системы автономного питания.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- разработана методика расчета минимальной мощности, потребляемой электроприводами, электроприемниками особой группы горных предприятий, учитывающая особенности их функциониро-

вания в условиях внезапного прекращения электроснабжения, и методика расчета мощности системы автономного аварийного питания электроприводов горных предприятий;

- теоретически обоснована возможность и целесообразность разработки оперативно-формируемых систем автономного питания как эффективного средства повышения эффективности работы предприятий в целом;
- разработана математическая модель системы автономного аварийного питания электроприводов, в которой отдельные электрические машины моделируются в различных системах координат, а перевод электромагнитных координат электрических машин из одной системы координат в другую осуществляется по специально полученным формулам, дополнительно учитывается влияние на динамические режимы запускаемого двигателя изменение угловой скорости первичного двигателя и частоты напряжения автономного генератора;
- предложен способ точной автоматической синхронизации синхронного двигателя, работающего от преобразователя частоты со звеном постоянного тока, с сетью системы автономного питания.

#### Практическая ценность.

- предложено и разработано оборудование, позволяющее расширить функциональные возможности применяемого на горных предприятиях оборудования;
- разработана инженерная методика расчета минимальной мощности оперативно формируемых автономного источника аварийного питания горных предприятий, необходимой для безаварийной остановки предприятия и поддержания его в устранимом неработоспособном состоянии;
- разработаны схемные решения формирования автономных источников питания для различных схем тягового электропривода транспортных средств, что позволяет сократить срок ввода в работу автономного источника;
- выполнены исследование условий запуска от автономного источника питания электродвигателей соизмеримой мощности, что позволяет повысить надежность запуска путем выбора рационального режима запуска;
- выполненные теоретические и экспериментальные исследования оперативно-формируемых систем автономного питания являются базой для разработки проектно-конструкторских решений, широкомасштабного использования в промышленности;
- некоторые из предложенных технических решений имеют техни-

ческую новизну, что подтверждается итогами их экспертиз во ВНИИГПЗ.

Реализация в промышленности. Введена в эксплуатацию система автономного питания электроприводов механизмов карьеров на карьере 1-2 Центрального горнообогатительного комбината (г. Кривой Рог), экономический эффект от использования которой в 1991 г. составил 22,4 тыс. руб.

Апробация работы. Основные материалы диссертации доложены и обсуждены на:

- IV Всесоюзной конференции по электроприводу экскаваторов, г. Свердловск, 1989 г.
- V-я Всесоюзная научно-техническая конференция "Проблемы преобразовательной техники", г. Киев, сентябрь, 1991 г.
- VI-я Всесоюзная научно-техническая конференция "Динамические режимы работы электрических машин и электроприводов", г. Бишкек, октябрь, 1991.

Публикации. По результатам исследования опубликовано 10 печатных работ, в том числе получено одно авторское свидетельство СССР.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа изложена на 180 страницах машинописного текста, содержит 45 рисунков, 10 таблиц и список литературы из 74 наименований.

## II. СО Д Е Р Ж А Н И Е    Р А Б О Т Ы.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель работы, научная задача исследований, основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту, краткая характеристика диссертационной работы.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ выполнен обзор современного состояния надежности систем электроснабжения горных предприятий. Функционирование Единой энергетической системы обеспечивает высокий уровень надежности, но не исключает вероятность нарушения нормального режима электроснабжения (НРЭ). В составе электроприемников горных предприятий существует т.н. особая группа электроп-

риемников, выделяемая из состава первой группы электроприемников по степени надежности электроснабжения. Работа этих электроприемников при возникновении АЭС должна быть обеспечена в первую очередь для безаварийной остановки предприятия и последующего поддержания его в устранимом неработоспособном состоянии.

Обосновано положение о том, что в условиях крупных системных нарушений электроснабжения обеспечение безаварийной остановки предприятия, частичное или полное восстановление технологического процесса возможно лишь при использовании систем автономного аварийного питания с первичным тепловым двигателем.

На основании произведенного анализа технических характеристик серийно выпускаемых автономных источников питания с газотурбинными двигателями и двигателями внутреннего сгорания, показано, что их технические характеристики соответствуют требованиям, выдвигаемым технологическим процессом горных предприятий. Однако высокая стоимость серийных систем автономного питания, незначительный объем их производства обуславливают необходимость создания оперативн.о-формируемых систем автономного аварийного питания горных предприятий, создаваемых лишь на период аварийной ситуации. В качестве источника энергии в оперативн.о-формируемой системе питания предложено использовать независимые энергоносимые установки серийного производства для транспортных средств с дизель-электрической трансмиссией.

Определен круг научно-технических задач, которые необходимо решить для создания ОЭСАП.

**ВТОРАЯ ГЛАВА** посвящена исследованию работы горных предприятий при аварийном прекращении электроснабжения (АЭС) и определению мощности системы автономного питания.

Анализ особенностей технологического процесса горных предприятий, требований "Единых правил безопасности при разработке рудных и нерудных месторождений подземным способом", позволил установить вид зависимости времени восстановления технологического процесса от длительности перерыва электроснабжения, определить максимально-допустимое время в работу системы автономного питания. Для шахты это время ограничивается допустимой длительностью пребывания людей в непроветриваемой шахте и составляет 120 минут. Для карьеров максимально-допустимое время ограничивается емкостью водосборки карьерного источника и составляет ориентировочно 3-4 часа.

Мощность, потребляемая приводом водостливных установок не зависит от состояния энергосистемы: ввиду независимости от него водопритока. Активная и реактивная мощность электропривода водостлива могут быть определены по паспортным данным с учетом количества работающих насосов. Мощность электропривода вентилятора при АПЭС определяется с учетом того, что потребность шахты в свежем воздухе при аварийном режиме определяется по фактору "Люди". Анализ фактически вентиляционных режимов шахт показывает, что коэффициент снижения производительности вентиляционных установок, составляет:

$$K_{\phi} = 0.25 - 0.35$$

Режим проветривания шахты по фактору "Люди" может быть получен только при закрытом направляющем аппарате, т.е. вне зоны экономического регулирования. Расчетная мощность электропривода вентилятора берется равной мощности при полностью закрытом направляющем аппарате и определяется по аэродинамическим характеристикам.

Мощность электроприводов подъемных установок должна определяться с учетом реальной степени загрузки подъемной машины, в предположении, что установка используется для эвакуации персонала из шахты, с учетом используемой системы электропривода.

При кусочно-постоянной нагрузочной диаграмме привода подъемной машины, эквивалентная активная мощность может быть вычислена по формуле:

$$P_{\phi} = \left[ \frac{1}{3\eta T_{\phi}} \sum_{i=1}^n \Delta t_i \left( P_{ik}^2 + P_{in}^2 + P_{ik} P_{in} + \right. \right. \\ \left. \left. + 3P_{\phi} (P_{ik} + P_{in} + P_{\phi}) \right) \right]^{0.5}$$

где  $T_{\phi}$  - длительность цикла;  $t_i$  - длительность  $i$ -го интервала;

$P_{in}, P_{ik}$  - величина переменной составляющей активной мощности в начале и конце  $i$ -го интервала тахограммы;

$P_{\phi}$  - постоянная составляющая нагрузки, создаваемая венти-

### ляторными и насосными установками.

Аналогично определяется эквивалентная реактивная мощность нагрузки и полная мощность системы автономного питания.

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ исследованы возможности и методы согласования параметров электроэнергетики бортовой энергетической установки транспортных средств с промышленными электроприемниками. Комплекс устройств, обеспечивающих согласования параметров электроэнергии силовой установки транспортного средства с промышленной сетью называется системой согласования. В общем случае система согласования выполняет функции преобразования амплитуды и частоты напряжения генератора транспортного средства к значениям промышленной сети. Однако конструкция системы согласования, особенности ее функционирования существенно зависят от параметров электрооборудования базового транспортного средства.

Системы согласования должны удовлетворять определенным общим требованиям, среди которых наиболее важны следующие:

- высокие энергетические показатели, определяющие, в условиях ограниченного запаса топлива, длительность функционирования системы автономного питания;
- конструктивная доступность, обеспечиваемая применением в их схемных решениях элементов, широко используемых на горных предприятиях.

Для оценки эффективности использования системой согласования мощности генерирующей установки транспортного средства необходимо утиковать т.н. коэффициент отбора мощности  $K_{от}$ , показывающий, какая доля мощности по отношению к номинальной отбирается от первичного теплового двигателя, т.н. частота вращения первичного двигателя может отличаться от номинальной. При регулировании частоты вращения ниже от номинальной для дизельного двигателя можно в первом приближении считать, что коэффициент отбора мощности равен:

$$K_{от} = \Omega_f / \Omega_n$$

где  $\Omega_f$ ,  $\Omega_n$  - фактическая и номинальная величина скорости дизеля.

На рис. 1 представлена принципиальная схема системы согласования для транспортных средств с тяговым электриводом постоянного-постоянного тока. Преобразование постоянного напря-

жения в переменное осуществляется с помощью электромашинного преобразователя частоты, в качестве которого использован обратный агрегат системы Г - Д. Значения пусковых сопротивлений в якорной цепи и в обмотке возбуждения определяются из следующих соотношений:

$$R_1 + R_2 + R_3 = \frac{U_n U}{I_d} - R_d ;$$

$$R_{11} + R_{12} + R_{13} = \frac{U_n R_f}{I_{f*}} - R_f ;$$

$$I_{f*} = \frac{\omega}{2\omega} U_n - \left[ \left( \frac{U_n \omega_c}{2\omega} \right)^2 - \frac{M_{\text{ХХ}} U_n \omega_c}{\gamma_d} \right]^{0,5} ;$$

где  $R_d$  - сопротивление якоря двигателя системы Г - Д;  $R_f$  - сопротивление обмотки возбуждения двигателя системы Г - Д;  $\omega_n$ ,  $\omega_n$  - скорость холостого хода и номинальная скорость вращения двигателя;  $M_{\text{ХХ}}$ ,  $M_d$  - момент холостого хода системы Г - Д и максимальный момент при пуске двигателя. Для обеспечения работоспособности такой схемы необходимо, чтобы напряжение генератора транспортного средства равнялось напряжению генератора системы Г - Д, что не всегда выполнимо и приводит к необходимости регулирования магнитного потока генератора системы Г - Д для достижения им номинальной скорости. Это, в свою очередь, приводит к снижению коэффициента полезного действия системы согласования.

Выполнены исследования пусковых режимов ДТТ по схеме параллельного возбуждения с наглухо подключенной обмоткой возбуждения. Выбором сопротивлений в цепи обмотки возбуждения и в якорной цепи можно добиться удовлетворительных показателей пуска как по величине пускового тока, так и по величине установившейся угловой скорости.

В случае применения транспортных средств с тяговым электроприводом переменного-постоянного тока получение переменного напряжения возможно двумя путями:

- преобразованием выпрямленного напряжения генератора. В этом случае могут быть использованы технические решения, предложенные для привода постоянно-постоянного тока;

- преобразование переменного напряжения генератора с помощью статических преобразователей частоты, что также позволит повысить общий к. п. д. системы согласования.

На рис. 2 изображена принципиальная схема системы согласо-



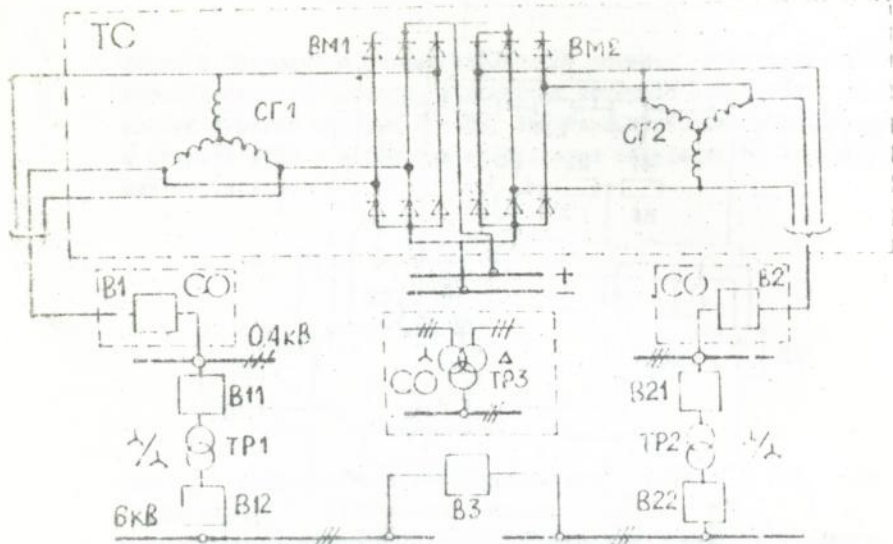


Рис. 3. Схема устройства согласования.

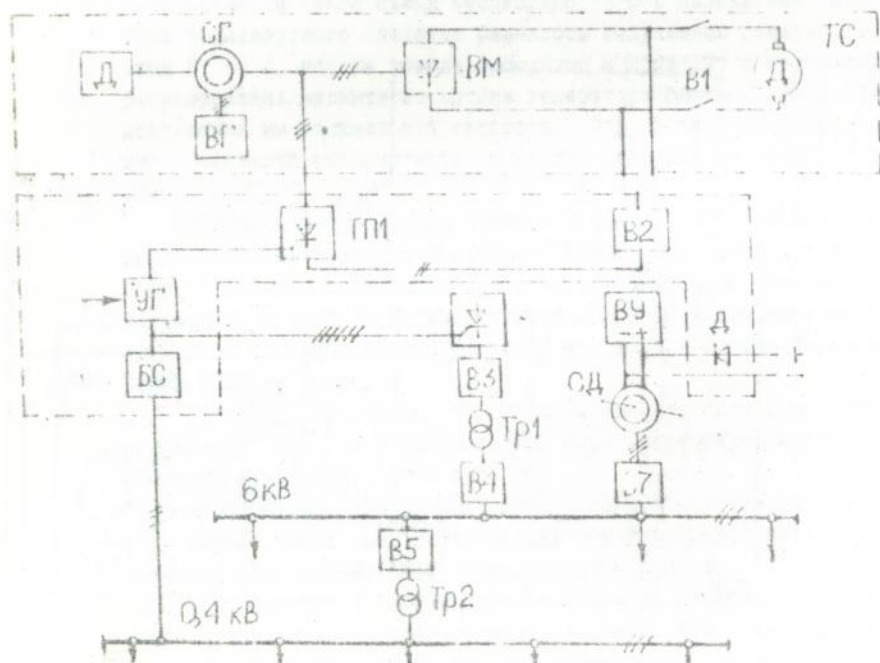


Рис. 4. Схема устройства согласования.

вания с параллельно работающими электромашинным преобразователем частоты и тиристорным инвертором. Осознана возможность получения оптимального режима работы по минимуму потерь в системе согласования, получены выражения для токов инвертора и машины постоянного тока, соответствующих оптимальному режиму. Доказана нецелесообразность работы системы автономного питания с непосредственным отбором мощности от шин генератора, рис. 3. Для получения частоты 50 Гц частота вращения первичного двигателя должна быть снижена в 2 - 3 раза; что приводит к значительному снижению отбираемой от первичного двигателя мощности.

В случае применения транспортных средств с тяговым электроприводом переменного-переменного тока система согласования может быть построена на базе преобразовательного агрегата электропривода по системе "вентильный двигатель". Принципиальная схема системы согласования такой системы согласования изображена на рис. 4. Коммутация вентилей инвертора осуществляется за счет реактивной мощности синхронной машины.

ЧЕТВЕРТАЯ ГЛАВА посвящена исследованию электромеханических процессов электроприводов при работе от системы автономного питания. Разработана математическая модель системы автономного питания, включающая в себя дифференциальные уравнения следующих основных элементов: первичного теплового двигателя, синхронного генератора, синхронного и асинхронного электродвигателей, кабельной линии, в которой учитывается изменение угловой скорости первичного двигателя и выходной частоты автономного генератора, и влияние этих процессов на динамику запускаемого от ОЭСАП двигателя.

Уравнение механической характеристики дизеля с учетом действия воздушного регулятора может быть с удовлетворительной точностью представлено в виде кусочно-линейной функции, рис. 5

$$M_D = \begin{cases} 0, & \omega \leq \omega_1; \omega > \omega_2 \\ M_1 + \frac{M_2 - M_1}{\omega_1 - \omega_2} (\omega - \omega_1), & \omega_1 \leq \omega < \omega_2 \\ M_2 \frac{\omega_2 - \omega}{\omega_2 - \omega_1}, & \omega_2 < \omega \leq \omega_1 \end{cases}$$

Так как известны уравнения отдельных электрических машин записываемые в различных системах координат, то математическая модель системы автономного питания должна быть дополнена урав-

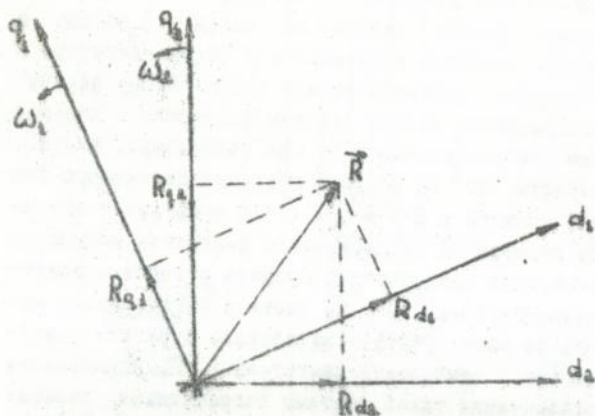


Рис.5. К переводу вектора из одной вращающейся системы координат в другую, вращающуюся с иной скоростью.

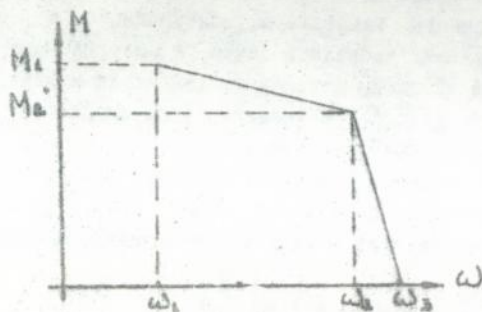


Рис.6. Кусочно-линейная аппроксимация механической характеристики дизеля.

нениями перевода токов и напряжений электрических машин из одной системы ортогональных вращающихся координат в другую систему координат, вращающуюся в общем случае с иной скоростью. рис. 5. Формулы преобразования координат имеют вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \left[ R_{d1}^a + R_{q1}^a \right]^{0,0} \\ \gamma = \int \left[ \omega_a - \omega_1 \right] dt = \gamma_a - \gamma_1 \\ R_{da} = R \cos(\gamma); R_{qa} = R \sin(\gamma) \end{array} \right.$$

где  $R_{d1}$ ,  $R_{q1}$  - проекции изображающего вектора в исходной системе координат;

$R_{da}$ ,  $R_{qa}$  - проекции изображающего вектора в преобразованной системе координат;

$\gamma_1$ ,  $\gamma_a$  - угол поворота соответственно исходной и преобразованной систем координат.

В качестве примера приведена математическая модель системы автономного питания с синхронным генератором, в качестве нагрузки которой взят синхронный двигатель:

$$M_{\text{ДНЭ}} = f(\omega_r);$$

$$i_d = \psi_d X_{sd} - \psi_f X_{sdf} - \psi_{ed} X_{sded};$$

$$i_f = -\psi_d X_{sdf} + \psi_f X_{sff} - \psi_{ed} X_{sfed};$$

$$i_{ed} = -\psi_d X_{sded} - \psi_f X_{sfed} + \psi_{ed} X_{sed};$$

$$i_q = \psi_q X_{sq} - \psi_{eq} X_{sqeq}; \quad i_{eq} = -\psi_q X_{sqeq} + \psi_{eq} X_{seq};$$

$$i_m = \sqrt{i_d^2 + i_q^2};$$

$$i_{d1} = i_m \cos(\gamma_D - \gamma_r); \quad i_{q1} = i_m \sin(\gamma_D - \gamma_r);$$

$$i_{f\Gamma} = (\psi_{f\Gamma} - i_{d1} X_{ads}) / X_{f1};$$

$$U_{d1} = -i_{q1} X_{q1} \omega_r; \quad U_{q1} = \omega_r (i_{d1} X_{d1} + i_{f1} X_{ad});$$

$$U_m = \sqrt{U_{d1}^2 + U_{q1}^2};$$

$$\Delta U_d = R_{a1} i_d - X_{e1} i_q; \quad \Delta U_q = R_{a1} i_q + X_{e1} i_d;$$

$$U_{d1} = U_m \cos(\gamma_T - \gamma_{d1}) - \Delta U_d; \quad U_{q1} = U_m \sin(\gamma_T - \gamma_{d1}) - \Delta U_q;$$

$$\frac{d\psi_d}{dt} = U_d - \omega \psi_q - R_a i_d; \quad \frac{d\psi_q}{dt} = U_q - \omega \psi_d - R_a i_q;$$

$$\frac{d\psi_f}{dt} = U_f - R_f i_f; \quad \frac{d\psi_{ed}}{dt} = -R_{ed} i_{ed}; \quad \frac{d\psi_{eq}}{dt} = R_{eq} i_{eq};$$

$$\frac{d\omega}{dt} = (\psi_d i_q - \psi_q i_d - M_{CT}) / H_J; \quad \frac{d\gamma_{d1}}{dt} = \omega;$$

$$\frac{d\psi_{fT}}{dt} = U_{fT} - (\psi_{fT} i_d - X_{ad1}) / T_{f1};$$

$$\frac{d\omega_T}{dt} = (M_{диз} - M_{экт} - M_{кк}) / H_{J1}; \quad \frac{d\gamma_T}{dt} = \omega_T;$$

На рис. 7, 8 представлены полученные на ЭВМ машинграммы прямого асинхронного пуска синхронного двигателя от системы автономного питания, наглядно иллюстрирующие работоспособность предложенной математической модели системы автономного питания. Исследования электромеханических процессов запуска СД в автономной системе питания показало, что для обеспечения надежного запуска СД целесообразно применение следующих технических решений:

- применение резонансного пуска СД, что особенно легко реализуется в электроприводах по системе генератор - двигатель. Установлено, что подключении к автономной сети невозбужденного СД, вращающегося с небольшим скольжением, сопровождается токами, соизмеримыми с токами при прямом пуске, однако время переходного действия процесса тока включения уменьшается в 20 - 50 раз, уменьшается наброс нагрузки на первичный двигатель.

- применение частотного пуска, при котором перед подключением запускаемого двигателя к сети, значительно снижается частота вращения первичного двигателя и выходная частота автономного генератора. При этом достигается уменьшение величины и длительности действия пускового тока. Для облегчения запуска дви-



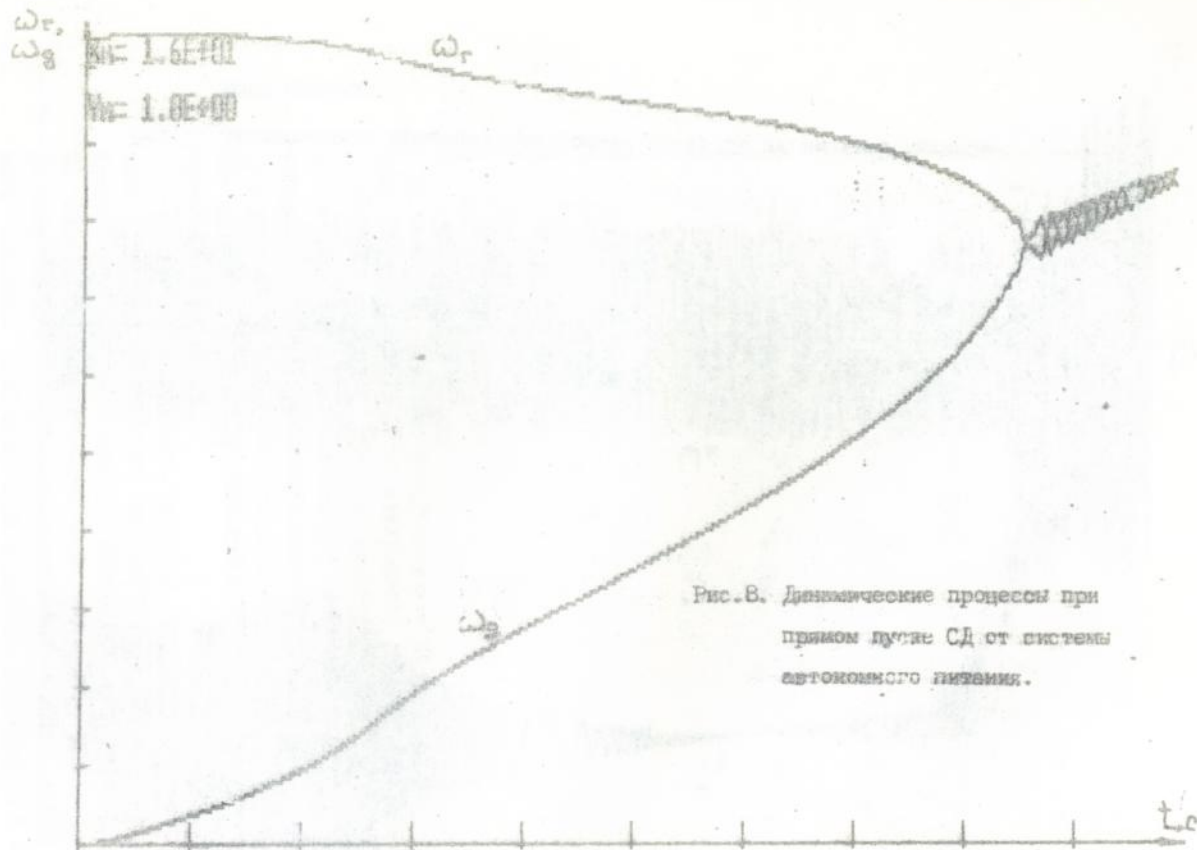


Рис.В. Динамические процессы при  
 приком луга: СД от системы  
 автономного питания.

гателей от автономного источника предложено использовать кинетическую энергию ранее включенных двигателей. Показана целесообразность этого способа для малоинерционных смотроходных электроприводов, например, электропривода насосной установки. При запуске от автономного источника электроприводов по системе Г-Д предложено использовать косвенный запуск приводного двигателя, при котором осуществляется его разгон до подсинхронной скорости с помощью генератора постоянного тока, с последующим подключением его к сети методом самосинхронизации.

При использовании тиристорных преобразователей частоты возможно осуществление плавного запуска двигателя при ограничении его тока и потребляемой мощности на требуемом уровне. Однако при этом способе возникают трудности на стадии синхронизации двигателя с автономной сетью. Предложен способ точной автоматической синхронизации синхронного двигателя, работающего от преобразователя частоты со звеном постоянного тока, с сетью системы автономного питания. Бестолчковая синхронизация СД с сетью осуществляется за счет определения статического момента на валу СД, работающей в режиме вентильного двигателя, и определение соответствующего ему угла нагрузки  $\theta$  с. Затем осуществляется предварительное регулирование угла сдвига фаз  $\theta(t)$  между напряжением сети и в. д. с. вращения СД до достижения равенства  $\theta = \theta$  с. При выполнении этого условия осуществляется подключение СМ к сети. На рис. 9 представлена блок-схема устройства, реализующего предложенный способ.

В ПЯТОЙ ГЛАВЕ представлены материалы экспериментальных исследований и технико-экономического сравнение различных вариантов систем автономного питания горных предприятий.

Экспериментальные исследования проводились на системе автономного питания механизмов карьера при питании от нее экскаватора типа ЭКГ-8И.

Оциллограммы многоканальной записи подтверждают основные положения диссертационной работы.

В заключении изложены основные выводы и результаты работы.

В приложении представлены документы, подтверждающие внедрение результатов диссертационной работы, текст программы расчета динамических режимов СД при питании от автономного источника.

### 3. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ РАБОТЫ.

В диссертационной работе доказано положение о возможности

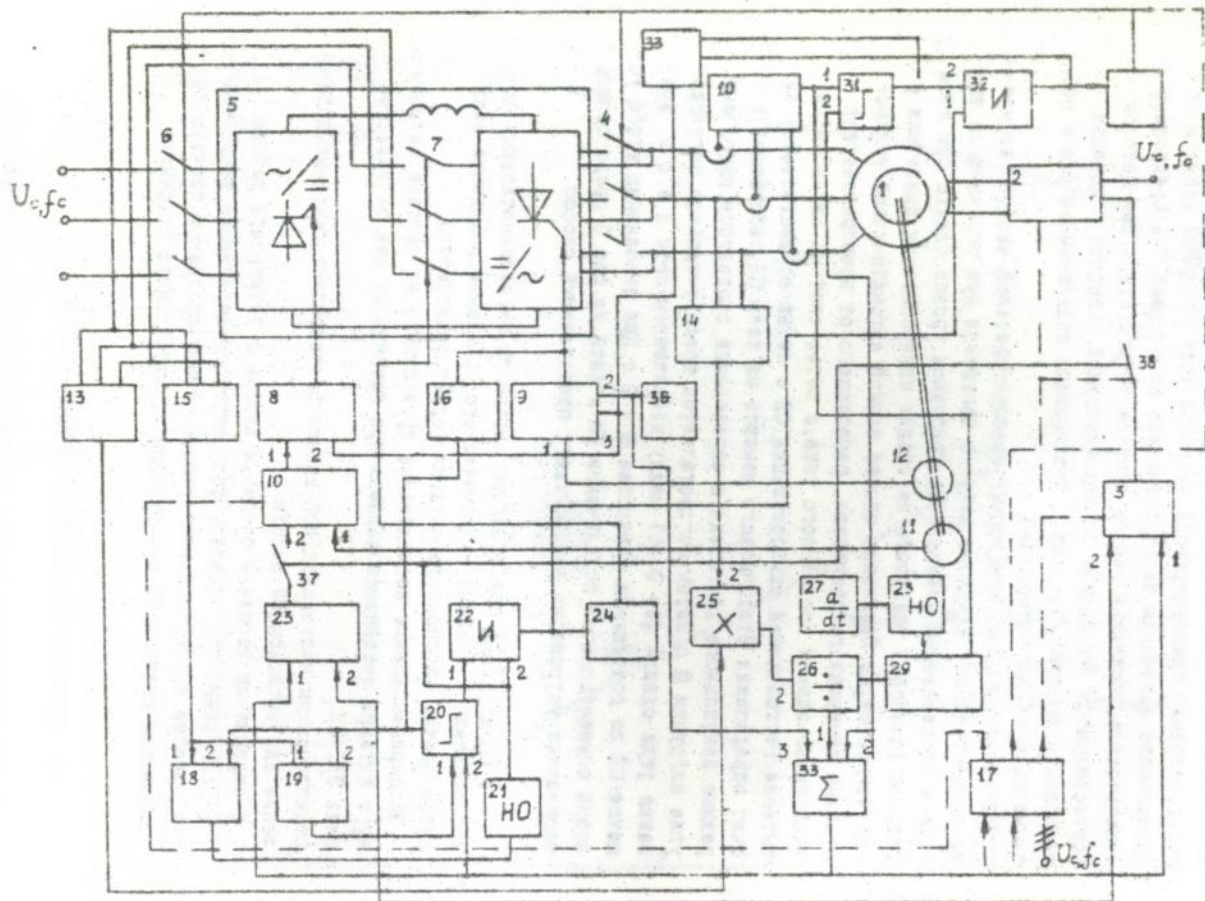


Рис.9. Блок-схема устройства точной синхронизации ВД с сетью переменного тока.

использования в условиях аварийного прекращения электроснабжения горных предприятий оперативно-формируемых систем автономного аварийного питания на базе энергосилового оборудования транспортных средств с дизель-электрической трансмиссией.

Результаты работы.

1. Обосновано положение о возможности создания оперативно-формируемых систем автономного питания электроприводов горных предприятий на базе энергосиловых установок транспортных средств.
2. Разработана методика определения минимальной активной и полной мощности системы автономного питания, учитывающая особенности работы горных предприятий при аварийных прекращениях электроснабжения.
3. Разработаны принципиальные схемы систем согласования для систем автономного питания на базе транспортных средств с различными системами тягового электропривода.
4. Разработана математическая модель систем автономного питания с двигательной нагрузкой.
5. Предложен новый способ точной автоматической синхронизации синхронного двигателя, питаемого от преобразователя частоты с инвертором, с сетью переменного тока.
6. Определены сравнительные технико-экономические показатели серийно выпускаемых систем автономного питания и ОФСАП равной мощности, доказана более высокая эффективность применения ОФСАП. Экономический эффект от применения системы автономного питания механизмов карьера в условиях карьера N 1 - 2 Криво-рохского Центрального горнообогатительного комбината в 1990 г составил 22,4 тыс. рублей.

Результаты диссертации нашли отражение в 10 публикациях, работы поданы в печать.

1. Ридько Ю.Н., Родькин Д.И., Тых В.К. Коррекция энергетических режимов автономной сети преобразовательными устройствами вентиляционного двигателя // Тезисы докл. на региональной научно-технической конференции по электроприводу в горной промышленности. : г. Свердловск, Изд-во УПИ, - с. 18.

2. Родькин Д.И., Ридько Ю.Н., Гуров В.Д., Тых В.К. Пределы и особенности регулирования реактивной мощности вентиляционного двигателя // ИВУЗ "Горный журнал", 1988, N 1

3. Захаров В.Ю., Захарова Е.А., Тых В.К. Статические характеристики вентиляционного двигателя с вертикальным принципом

управления инвертором. Деп. в УКРНТИНТИ 09.02.87, N 57-УК-87.

4. Шука Ю. В., Родькин Д. И., Тьтк В. К., Соловьев С. М. Особенности выбора оборудования системы автономного резервного питания горнорудного предприятия. // "Промышленная энергетика", N 10, с. 31 - 33.

5. Исследование режимов и внедрение устройства технологического регулирования электроприводов стационарных установок и "Молодежная" в режимах питания от сети и от автономного резервного источника. Отчет по НИР, N гос. рег. 01840048951.

6. Черный А. П., Родькин Д. И., Тьтк В. К. Системы облегченного запуска синхронных двигателей карьерных экскаваторов // IV Всесоюзная конференция по электроприводу экскаваторов: Тезисы докл. - М.: Информэлектро, 1989, - с. 32.

7. Тьтк В. К., Родькин Д. И., Черный А. П. Автономный источник электроснабжения экскаваторов // IV Всесоюзная конференция по электроприводу экскаваторов: Тезисы докл. - М.: Информэлектро, 1989, - с. 70.

8. АС СССР N 4782754. Способ точной автоматической синхронизации синхронного двигателя, питаемого от преобразователя частоты с инвертором с сетью переменного тока промышленной частоты. Аракелян А. К., Захаров Р. Ю., Тьтк В. К.

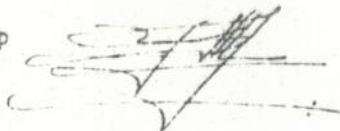
9. Тьтк В. К. Динамические режимы электродвигателей переменного тока при работе от автономных систем питания // VI Всесоюзная конференция "Динамические режимы работы электрических машин и электроприводов". Тезисы докл. - г. Бишкек, 1991, с. 76.

10. Черный А. П., Родькин Д. И., Тьтк В. К. Точная синхронизация синхронных двигателей при их пуске от генераторов системы Г - Д. // VI Всесоюзная конференция "Динамические режимы работы электрических машин и электроприводов". Тезисы докл. - г. Бишкек, 1991, с. 12.

Личный вклад автора в работах, опубликованных в соавторстве состоит в следующем: (1) - показана возможность регулирования суммарной реактивной мощности потребителей автономной системы преобразовательными устройствами вентиляционного двигателя (ВД); (2) - определен диапазон регулирования реактивной мощности, потребляемой из сети ВД с вентиляторной нагрузкой на валу; (3) - разработана методика расчета статических характеристик ВД с датчиком положения ротора; (4) - обоснована целесообразность использования преобразовательного агрегата ВД для плавного запуска электропривода вентилятора от автономного

источника питания; ( 5 ) - анализ системы управления приводом вентилятора, исследование режимов работы ВД вентилятора, разработка системы регулирования реактивной мощности, экономическая оценка регулирования реактивной мощности, экспериментальные исследования; ( 6 ) - обоснована целесообразность применения косвенного пуска СД преобразовательного агрегата Г - Д от автономного источника; ( 7 ) - обоснована целесообразность разработки и применения автономного источника питания экскаватора; ( 8 ) - предложен способ определения статического момента электропривода и соответс вугдего ему угла выбега ротора; ( 9 ) - разработаны математические модели элементов системы автономного питания; ( 10 ) - разработана методика определения величины ударного тока при подключении возбужденного СД к сети.

Автор



Подписано в печать 18.09.92. Формат 60 X 84 / 16  
Бум. офс. № 5. Сфс. печ. Усл. печ. л. 1,0. Усл. кр.-от. 1,06.  
Уч. изд. листов 1,0.

---

Институт проблем энергосбережения АН Украины.  
254070 Киев - 70, ул. Покровская, 11.

Ротапринт Криворожского Ордена Трудового Красного знамени  
горнорудного института. 324099. г. Кривой Рог, ул. XXII  
партезезда, 11, заказ N 143, тираж 100 экз. Объем - 1, Оп. л.  
Подписано к печати 18.09.92.

469438

AB 26.006