

**Методические рекомендации к работе
на тренажере судовой электростанции
с микропроцессорной системой управления
Delomatic**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	
1. Общие сведения о системе Delomatic	1
2. Панель управления.....	4
3. Функции управления генераторными агрегатами и электростанцией.....	20
Пуск и синхронизация генераторов.....	20
Регулирование частоты и распределение активной нагрузки.....	31
Остановка генераторного агрегата.....	36
Пуск и остановка генератора по нагрузке на ГРЩ.....	43
Определение очереди генераторов.....	52
Функции электростанции при обесточивании.....	53
Включение мощных потребителей.....	55
4. Функции контроля и защита генераторных агрегатов.....	59

Введение

Высокий уровень развития микропроцессорной техники и технологии позволил перейти от автоматизации отдельных устройств и механизмов к созданию устройств автоматики с программным управлением, обеспечивающих автоматический режим работы как автономно, так и в составе интегрированных систем управления, решающих сложные функциональные задачи контроля и управления не только машинно-котельным или навигационным комплексами, но и технологическими процессом всего судна, что позволило повысить эффективность процесса управления, его надежность, а также снизить эксплуатационные расходы.

С учетом имеющегося опыта сотрудниками кафедры судовых автоматизированных электроэнергетических систем ГМА им. адм. С.О.Макарова совместно с фирмой TRANSAS EVRASIA на базе микропроцессорной системы управления Delomatic фирмы Deif разработан тренажер предназначенный для обучения курсантов, и студентов морских, рыбных, кораблестроительных и электротехнических учебных заведений, а также судовых специалистов, механиков и электромехаников несению вахты в Центральном посту управления (ЦПУ) современного судна с высокой степенью автоматизации (знак A1/A2 в символе класса). Тренажер обеспечивает тренинг по контролю и управлению генераторными агрегатами в ручном, автоматизированном и автоматическом режимах работы. Кроме комбинаций режимов контроля и управления в тренажере предусмотрена возможность имитации различных неисправностей, что позволяет сконцентрировать внимание обучаемого на работе системы автоматического управления в аварийных ситуациях и отработать действия вахтенного в условиях поиска, локализации и устранения неисправностей оборудования.

Система DELOMATIC управляет генераторными агрегатами электростанции в режиме ведущий-ведомый. Выбор ведущего генераторного агрегата осуществляется с панели управления, которая располагается на панели каждого генераторного агрегата. Система управления ведущего генераторного агрегата осуществляет контроль нагрузки на шинах (функции PMS-Power Management System) и выдает команды ведомым (резервным) генераторным агрегатам на пуск или остановку в зависимости от необходимой вырабатываемой мощности.

В состав тренажера входит:

1. Двухсекционный шкаф на лицевой стороне которого расположены панели управления системы DELOMATIC, панель имитации неисправностей, переключатели управления частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, соответственно, переключатели подключения нагрузки, кнопки управления ABB генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Имитаторы генеральных агрегатов.

Приводной двигатель генератора имитируется асинхронным двигателем, который получает питание через частотный преобразователь фирмы OMRON. Воздействуя, с помощью переключателя установленного на генераторной панели, на частотный преобразователь, можно изменять частоту вращения генератора в широком диапазоне.

Генератор является реальным трехфазным синхронным генератором с независимым электронным регулятором напряжения (AVR). Воздействуя с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, на регулятор напряжения можно изменять напряжение генератора вниз и вверх от его номинального значения.

Имитаторы (генератор и приводной двигатель) смонтированы на общем основании и установлены в нижней части генераторной панели.

3. Две системы управления, контроля и защиты генераторных агрегатов DELOMATIC фирмы DEIF.

При этом панели управления системы смонтированы на лицевой стороне генераторной панели, а интерфейсные блоки внутри секции рядом с имитаторами генераторных агрегатов.

4. В системе DELOMATIC 3 предусмотрена возможность объединения отдельных блоков в локальную вычислительную сеть с помощью стандартного интерфейса, поэтому в тренажере используется компьютер верхнего уровня связанный с системами управления генераторными агрегатами (для связи используется сеть (ARC-net). На дисплее компьютера можно проследить за рабочим состоянием генераторных агрегатов электростанции, а с его панели управления можно производить перепрограммирование величин параметров контроля и управления систем управления генераторными агрегатами.

Результатом обучения на данном тренажере является изучение особенностей функционирования микропроцессорных систем управления генераторными агрегатами и приобретение опыта обслуживания таких систем.

1. Общие сведения о системе Delomatic.

Система Delomatic состоит из Блоков Управления Генераторами (Deif Generator Unit–DGU), их Панелей Управления (ПУ) (Control Panel-CP) и программного обеспечения. Взаимодействие блоков DGU между собой и со своими панелями управления (CP) осуществляется посредством сети ARC-network. Прикладное программное обеспечение (ПО) системы состоит из двух блоков, взаимодействующих между собой: ПО управления генераторным агрегатом и ПО автоматического управления электростанцией (Power Management System – PMS).

ПО управления генераторным агрегатом осуществляет контроль и непосредственное управление агрегатом, исполняя команды, полученные от оператора или PMS.

ПО PMS осуществляет управление электростанцией в целом, в соответствии с выбранным режимом управления электростанцией (Полуавтоматический, Автоматический, Безопасный), формируя команды управления ее отдельными генераторными агрегатами. ПО управления генераторным агрегатом включено в состав каждого DGU. ПО PMS входит в состав DGU-Мастера (ведущего), всегда DGU1. Команды, формируемые программным обеспечением PMS поступают в блок программного обеспечения управления генераторным агрегатом, где обрабатываются соответствующим образом. К PMS можно отнести, например, команды автоматического пуска или остановки дизельгенератора (ДГ) по нагрузке по ГРЩ или задание очереди генераторных агрегатов. Таким образом реализуется распределенный контроль и управление генераторными агрегатами в составе электростанции. Структурная схема системы управления Delomatic представлена на рис. 1.

В тренажере посредством программного обеспечения PMS реализуются следующие основные функции и режимы управления электростанцией:

- программируемый приоритет пуска резервного генераторного агрегата (ГА);
- программируемая последовательность запуска резервных ГА с учетом наработки в часах;
- формирование команды на безопасный пуск резервного в случае планируемой остановки работающего ГА;
- формирование команды на пуск резервного агрегата ГА в случае несостоявшегося подключения ГА к шинам ГРЩ;
- обнаружение обесточивания и формирования команды на пуск двух ГА;
- распределение нагрузки: симметричное; асимметричное;
- контроль за подключением трех мощных потребителей с фиксированной или переменной нагрузкой; отключение несущественной нагрузки в две очереди (NEL1, NEL2) при перегрузке генераторов;
- с помощью двунаправленного последовательного интерфейса (ARC-network), в соответствии со стандартным протоколом осуществляется: доступ к командам управления системой и ГА; доступ к уставкам и таймерам; обмен измеренными и рассчитанными величинами; передача сигналов состояния системы. Перечисленные выше функции доступны либо через ПУ, либо посредством шлюза (Data Interface Box DIB), который организует взаимодействие сети ARC-net с одним из следующих последовательных интерфейсов: RS232; RS422; RS485. Такая организация интерфейса позволяет создавать иерархические интегрированные системы управления. На верхнем уровне иерархии расположена система дистанционного или диспетчерского уровня, так называемая SCADA-система (Supervisory Control and Data Acquisition).

Имеется возможность расширения выполняемых функций, т.к. система Delomatic может выполнять:

- контроль параметров и управление валогенератором (SHAFT GENERATOR): динамическая синхронизация с шинами ГРЩ; перевод нагрузки от дизельгенераторов на валогенератор и наоборот; контроль параметров шин валогенератора;
- контроль и управление питанием с берега (SHORE CONNECTION): полуавтоматическое управление автоматическим выключателем ТВ подключения к берегу; динамическая синхронизация

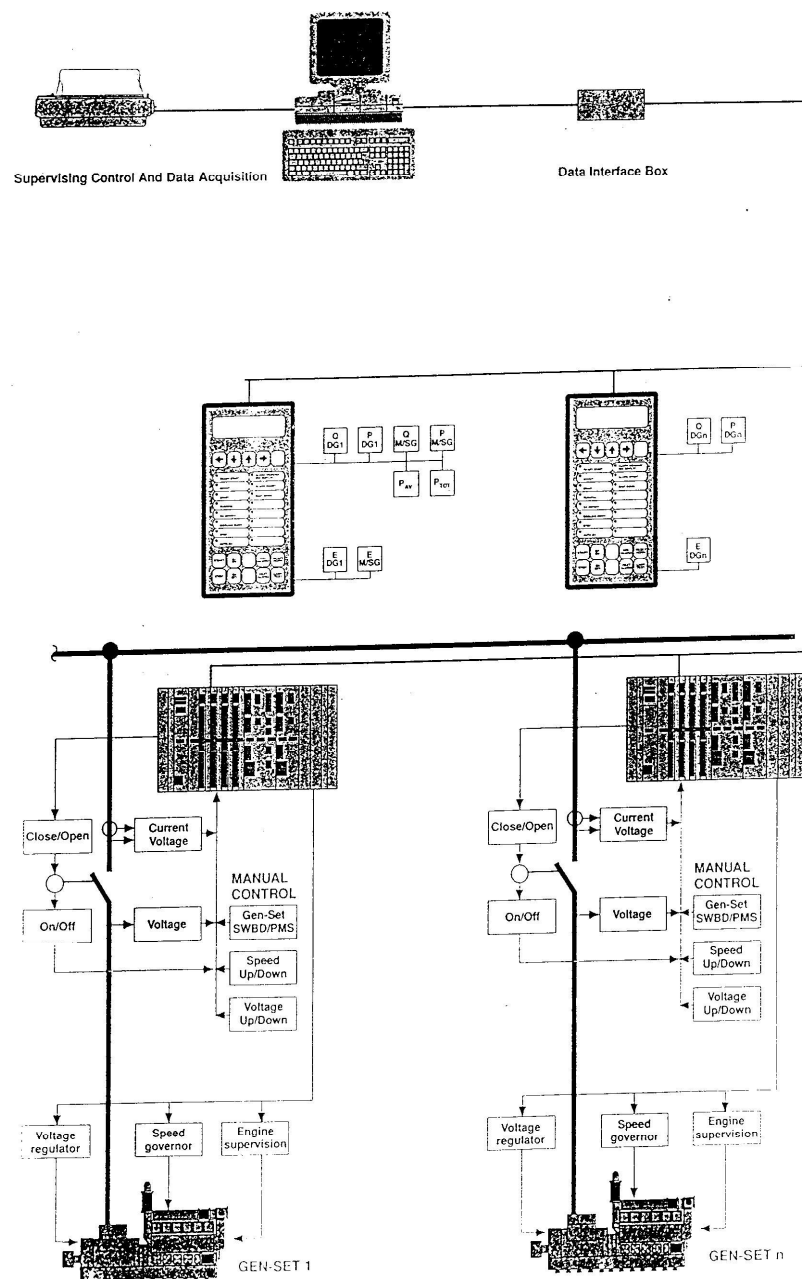


Рис.1 Структурная схема системы управления Delomatic.

береговой и судовой сети; перевод нагрузки с берега на дизельгенераторы; защита подключения к берегу; контроль шин ГРЩ в период питания с берега;

Тренажер под управлением системы Delomatic может работать в двух режимах: автоматическом, под управлением системы PMS и ручном или управлении с панелей главного распределительного щита ГРЩ (SWBD управление). Выбор режима работы осуществляется с помощью переключателей PMS/SWBD установленных на панелях ГРЩ.

При управлении электростанцией с системой PMS возможно задание следующих режимов:

- полуавтоматический (SEMI-AUTO);
- автоматический (AUTOMATIC);
- безопасный (маневренный) (SECURED).

Выбор одного из перечисленных режимов осуществляется с помощью кнопок, установленных на панели ДГ2.

Полуавтоматический режим работы.

Данный режим требует непосредственного вмешательства оператора. Все автоматические последовательности выполняются только после его команд, задаваемых посредством кнопок, расположенных на ПУ.

В данном режиме реализованы следующие автоматические функции (последовательности):

- автоматическая последовательность запуска и остановки;
- автоматическая последовательность включения генераторного автомата, в том числе и динамическая синхронизация;
- автоматическая последовательность выключения генераторного автомата.

Автоматический режим работы.

В этом режиме находятся все генераторные агрегаты, которые были выбраны для контроля PMS. Генераторы обеспечивают питание обеих секций шин, межсекционный автомат включен.

В данном режиме производится автоматическое управление частотой и распределением нагрузки.

Нагрузка распределяется между работающими генераторами в зависимости от выбранного режима:

- симметрично;
- асимметрично.

Автоматический пуск и остановка генераторов в зависимости от нагрузки на ГРЩ выполняется в соответствии с заданными параметрами и в порядке заданной очереди. При этом учитываются заданные ограничения на количество работающих/остановленных генераторных агрегатов, также учитываются возможные неисправности в процессе пуска и синхронизации. Данные неисправности приводит к замещению неисправного ДГ следующим в очереди.

Безопасный режим работы.

Режим работы похож на автоматический. Но в безопасном режиме предел, при котором осуществляется запуск/остановка очередного ДГ, установлен равным номинальной мощности самого мощного генератора. Это позволяет иметь на шинах достаточный резерв мощности, и внезапное отключение любого из генераторов не сможет привести к обесточиванию электростанции.

Режим ручного управления (SWBD) контроль.

В этом режиме генераторный агрегат выведен из автоматического режима управления. DGU обеспечивает только следующие функции защиты генераторного агрегата:

- внутренний контроль системы;
- контроль параметров дизеля;
- контроль параметров шин ГРЩ;

- защита дизеля;
- защита от КЗ;
- отключение неответственных потребителей при перегрузке ГА.

В состав блока управления генератором – DGU, в зависимости от требуемых выполняемых функций могут быть включены следующие модули:

- модуль питания (PMS-1). Модуль PMS-1 имеет каждый DGU;
- модуль управления (CM-1). Модуль снабжен интерфейсным устройством для связи с другими DGU и ПУ. Модуль CM-1 имеет каждый DGU;
- модуль входов (IPM-1). Модуль имеет 16 входных каналов, каждый из которых может быть конфигурирован как токовый, напряжения или двоичных входов. В каждый DGU можно устанавливать до 8 таких модулей;
- модуль выходов (OPM-1). Модуль имеет 16 релейных выходов. В каждый DGU можно устанавливать до 8 таких модулей;
- модуль аналоговых выходов (ДОМ-1). Модуль имеет 8 каналов, каждый из которых может быть конфигурирован как двух или однополярный, с выходом напряжения или тока. В каждом DGU можно устанавливать до 8 таких модулей;
- модуль многофункциональный (SCM-1). Модуль осуществляет измерение всех параметров сети и генератора, процесс синхронизации и распределения нагрузки. В каждой DGU может быть установлено до 3 таких модулей;
- модуль защиты по току, к.з., дифференциальная защита (с RM-1). В каждый DGU может быть установлено до 4 таких модулей.

2. Панель управления (ПУ)(Control panel CP)

ПУ является Slave-устройством (подчиненным), которое осуществляет обмен информацией с DGU посредством сети ARC.net по команде. Поскольку вся необходимая информация (уставки и таймеры) хранится в DGU, а ПУ получает раздельное с DGU питание то в случае выхода ПУ из строя, система Delomatic может продолжать свою работу. Внешний вид панели управления представлен на рис. 2.

ПУ предоставляет следующие возможности:

- доступ к меню;
- доступ к уставкам параметров и таймерам;
- доступ к специальным параметрам электростанции;
- индикация измеренных и вычислительных параметров;
- индикация состояния системы посредством специальных сообщений, выводимых на дисплей и светодиодов;
- операторский интерфейс обработки сигналов неисправности;
- индикация сигналов неисправностей.

Как видно из рис.2. в верхней части ПУ расположен дисплей, а под ним 5 кнопок предназначенных для управления дисплеем или курсором, а также для программирования уставок параметров и таймеров. В табл. 1. приведено описание действия кнопок управления дисплеем. В нижней части панели управления расположены 10 кнопок, предназначенных для управления генератором. В табл. 2. приведено название кнопок и описание их действия.

На ПУ находится 16 светодиодов, индицирующих состояние контролируемого генератора.

8 светодиодов, расположенных в левом ряду, предназначены для индикации рабочего состояния генераторного агрегата. Название, каждого из этих 8 светодиодов и описание их назначения представлено в табл. 3.

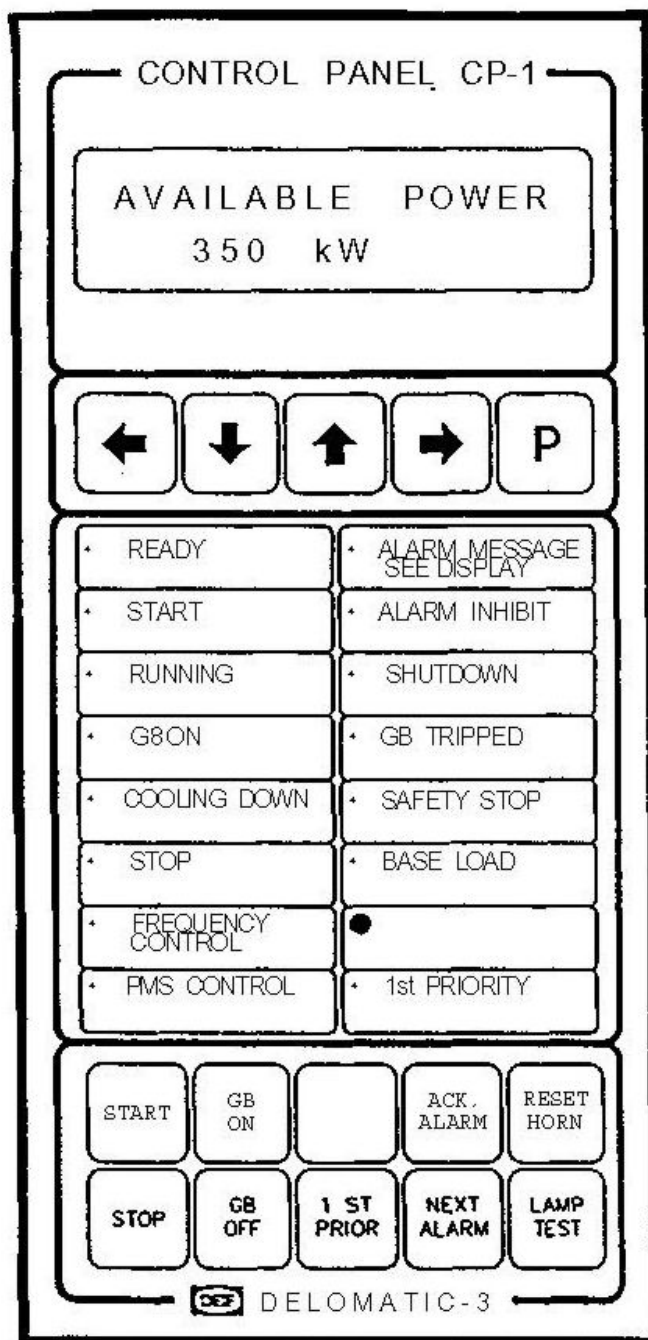


Рис. 2. Внешний вид панели управления

Таблица 1.

Назначение кнопок управления дисплеем на ПУ

КНОПКА	ОПИСАНИЕ
"←"	Перемещение по дисплею влево. ¹⁾ Перемещение курсора влево. ²⁾
"↓"	Перемещение по дисплею вниз. ¹⁾ Уменьшение значения параметра или переключение на предыдущее значение. ²⁾
"↑"	Перемещение по дисплею вверх. ¹⁾ Увеличение значения параметра или переключение на последующее значение. ²⁾
"⇒"	Перемещение по дисплею вправо. ¹⁾ Перемещение курсора вправо. ²⁾
"P"	Задание ПУ-Мастера. ³⁾ Кнопка правление режимом программирования

1) Режим индикации.

2) Режим программирования.

3) Используется в случае подключения к DGU более одной ПУ.

Таблица 2.

Описание кнопок управления расположенных на ПУ

КНОПКИ	ОПИСАНИЕ
"START"	Автоматический запуск генераторного агрегата. ¹⁾
"STOP"	Автоматическая остановка генераторного агрегата. ¹⁾
"GB ON"	Автоматическое включение генератора на ГРЩ. ¹⁾
"GB OFF"	Автоматическое отключение генератора от сети. ¹⁾
НЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ	
1 ST PRIOR	Первый приоритет
"ACK ALARM"	Запрос неисправности. ³⁾
"NEXT ALARM"	Вывод на дисплей следующего несквитированного аварийного сигнала. ²⁾ Переключение дисплея в режим индикации аварийных сигналов к первому несквиттированному сигналу.
RESET HORN	Выключение звуковой сигнализации
"LAMP TEST"	Тестирование всех светодиодов на панели (горят желтым цветом).

1) Активна только в полуавтоматическом режиме.

2) Дисплей находится в режиме индикации аварийных сигналов.

3) Используется для переключения дисплея в режим индикации неисправностей.

Таблица 3.

Описание назначения светодиодов установленных на ПУ в левом ряду

НАЗВАНИЕ		ЦВЕТ	ОПИСАНИЕ
1	READY Готовность	Зеленый	Индикация готовности к запуску ДГ
2	START Старт	Зеленый	Активное состояние команды "Start"
		Желтый	Активное состояние выхода "Готовность к старту" до начала автоматического запуска. А также горит во время пауз между стартовыми попытками при выполнении автоматического запуска.
3	RUNNING Работа	Зеленый	Означает, что дизель ДГ находится в работе.
		Желтый	Неисправность сигнала тахометра.
4	GB ON	Зеленый	Генераторный автомат замкнут
		Желтый	Выполняется автоматическое включение генератора на ГРЩ
		Выключен	Разомкнутое состояние генераторного автомата.
5	COOLING DOWN	Зеленый	Охлаждение дизеля перед его остановкой.
6	STOP	Желтый	Активное состояние выхода "Stop"
7	FREQUENCY CONTROL	Зеленый	DGU находится в режиме управления частотой.
8	PMS CONTROL	Зеленый	DGU управляется автоматически (режиме PMS-управления).
		Желтый	DGU находился в режиме PMS-управления, но был автоматически переведен в режим локального управления (управления с ГРЩ).
		Выключен	DGU находится в режиме локального управления (управления с ГРЩ).

8 светодиодов правого ряда используются как аварийно-предупредительная сигнализация, за исключением "1st START PRIORITY". Название каждого из этих 8 светодиодов и описание их назначения представлено в табл. 4.

Описание назначения светодиодов установленных на ПУ в правом ряду

	НАЗВАНИЕ	ЦВЕТ	ОПИСАНИЕ
9	ALARM MESSAGE SEE DISPLAY	Мигающий красный Красный	Означает один и более несквитированных аварийных сигналов. Сигнал сквитирован, но причины, вызвавшие появление аварийно-предупредительной сигнализации не устранены.
10	ALARM INHIBIT	Зеленый	Активное состояние функции запрещения аварийно-предупредительной сигнализации.
11	SHUTDOWN	Красный	Производится аварийная остановка дизеля контролируемого ДГ.
12	GB TRIPPED	Красный	Аварийное отключение генераторного автомата контролируемого ДГ.
13	SAFETY STOP	Красный	Автоматическая остановка ДГ.
14	BASE LOAD	Зеленый Желтый	Выбран режим асимметричного распределения нагрузки и ДГ, контролируемый данным DGU, работает с базовой нагрузкой. Означает, что выбранный ранее режим асимметричного распределения нагрузки автоматически отключен по состоянию электростанции.
15	SGB ON *) TB ON **)	Зеленый Желтый Красный Выключен	Автомат ВГ или секционный автомат замкнут. Выполняется автоматическое включения ВГ на ГРЩ, замыкание секционного автомата. Аварийное отключение автомата ВГ/секционного автомата. Автомат находится в разомкнутом состоянии.
16	1 st START PRIORITY	Зеленый	Контролируемый генератор установлен первым в очереди на запуск

Оператор имеет возможность изменять параметры системы DELOMATIC, задавать специальные режимы работы электростанции и выводить на индикацию различные данные с помощью меню ПУ. Меню состоит из 4-х основных групп (3):

- Системные установки. Эта группа используется для программирования уставок и таймеров, необходимых для функционирования системы DELOMATIC.
- Чтение параметров. Используется для вывода на дисплей выбранных параметров.
- Специальные функции электростанции. Эта группа меню доступна только на ПУ DGU-Мастера.
- Стек тревог.

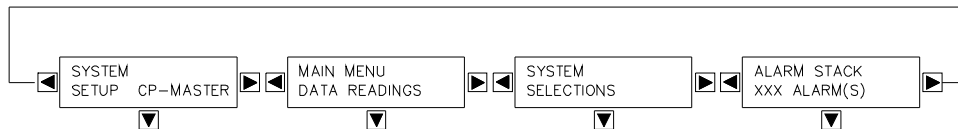


Рис. 3 Главное меню системы Delomatic.

Работа с меню осуществляется посредством кнопок управления курсором:

- "←" – сдвиг курсора влево;
- "↓" – сдвиг курсора вниз;
- "↑" – сдвиг курсора вверх;
- "→" – сдвиг курсора вправо.

(Р-функция) Функция программирования, активизируется клавишей P_1 должна быть активна, если оператору необходимо изменить значения каких-либо параметров (в том числе – специальных параметров электростанции). Эта функция доступна только в тех группах меню, где предусмотрено изменение параметров.

Задание языка меню DELOMATIC.

Оператор может выбрать, на каком языке будут выводиться сообщения на дисплее ПУ с помощью соответствующего пункта меню:

- Английский;
- Немецкий;
- Другой (если система предоставляет такую возможность).

Таким образом, весь текст на дисплее ПУ (меню, сообщения о сигналах тревог, единицы измерений, параметры) будет представлен на выбранном оператором языке. Выбор языка определяется уставкой «**SELECT LANGUAGE**».

В тренажере используется английское меню.

Данная группа меню Системные установки «SYSTEM SETUP» (рис.4) используется для задания параметров функционирования системы (уставок и таймеров). Меню позволяет сохранять списки уставок и таймеров в определенной области памяти и восстанавливать их в качестве рабочих параметров системы. Доступ к уставкам и таймерам, относящимся к PMS-функциям, возможен только с ПУ DGU-Мастера (DGU1). Программирование параметров определенного генераторного агрегата осуществляется с ПУ DGU, контролирующего данный генератор.

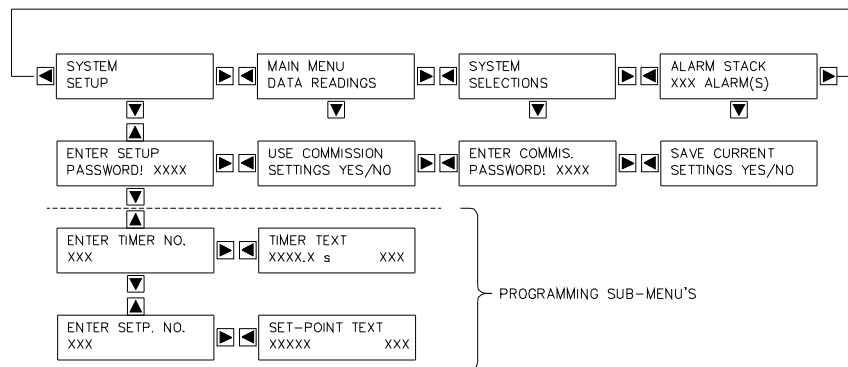


Рис. 4 Раздел меню "Системные установки".

Задание пароля доступа к системе.

Использование пароля ограничивает доступ к системе. По умолчанию в качестве пароля используется значение: «**2000**». Это значение действительно до момента задания нового пароля.

Задание нового пароля осуществляется с помощью пункта меню «**NEW PASSWORD**», в этом случае пароль, определенный по умолчанию, не действует.

Уставки и таймеры хранятся в одной из трех областей памяти. Каждая из этих областей предназначена для сохранения своей группы параметров (5):

- рабочие параметры хранятся в RAM-памяти с резервным питанием от батарей;
- эксплуатационные параметры, хранятся в RAM-памяти с резервным питанием от батарей;
- параметры, используемые по умолчанию, хранятся во Flash-PROM (перепрограммируемая постоянная память) модуль CM-1..

Рабочие параметры используются для эффективной работы электростанции. Оператор может изменять их по своему усмотрению с помощью команд пункта меню «**SYSTEM SETUP**». Любые измененные параметры сохраняются как рабочие. Для хранения рабочих параметров используется память RAM с резервированием питания от батареи.

Эксплуатационные параметры представляют собой точную копию рабочих параметров, что позволяет, в случае сбоя, быстро восстановить работоспособность системы. Сохранение эксплуатационных параметров возможно только по запросу оператора посредством одного из пунктов меню. Для сохранения нового набора эксплуатационных параметров оператор должен ввести специальный пароль. Параметры хранятся в памяти RAM с резервированием питания от батареи.

Для восстановления эксплуатационных параметров, сохраненных в DGU, в качестве рабочих, необходимо предпринять следующие шаги, используя ПУ соответствующего DGU:

- перейти в необходимый пункт меню;

**USE COMMISSION.
SETTINGS NO**

- нажать кнопку «Р» для перевода системы в режим программирования;
- с помощью клавиш управления курсором "↑", "↓" установить значение "**YES**" во второй строке дисплея;
- нажать кнопку «Р».

Таким образом, данные, хранящиеся в RAM в области эксплуатационных параметров, копируются в область рабочих параметров (рис.5).

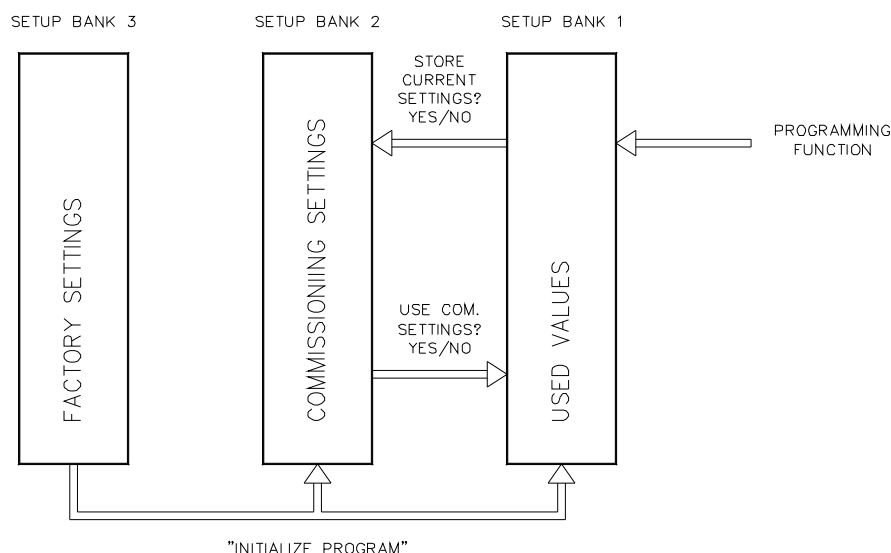


Рис. 5 Хранение системных установок системы Delomatic.

Изменение любых уставок возможно только, если соответствующий DGU находится в режиме программирования. Этот режим устанавливается с помощью кнопки “P”, при этом курсор в строке параметров будет мигать.



Клавиши управления курсором позволяют изменять значения параметров и переключаться между ними:

- "↓" – уменьшение значения/переход к следующему параметру;
- "↑" - увеличение значения/переход к предыдущему.

При повторном нажатии кнопки "P" происходит запоминание вновь введенного параметра и выключение процесса программирования, курсор при этом перестает мигать. Для того чтобы продолжить данный процесс, необходимо очередное нажатие кнопки "P".

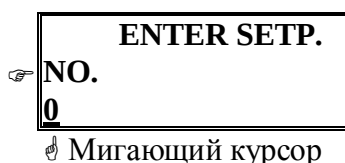
В качестве примера программирования параметров рассмотрим процесс изменения числа стартовых попыток ДГ с одно до трех.

С помощью клавиш управления курсором перейти в нужный пункт меню "←", "↓", "↑" "⇒":



Постоянный курсор

для перехода в режим программирования нажмите кнопку "P":



Мигающий курсор

Введите номер изменяемого параметра (ID 37) нажав 7 раз "↑".



ENTER SETP.
NO.
7

Мигающий курсор

нажмите " $\Leftarrow$ "



ENTER SETP.
NO.
7

Мигающий курсор

нажмите 3 раза " $\Uparrow$ ".



ENTER SETP.
NO.
37

Мигающий курсор

Выйдите из режима программирования нажатием кнопки "P".



ENTER SETP.
NO.
37

Постоянный курсор

Войдите в пункт меню "START ATTEMPTS", нажав " $\Rightarrow$ ".



START
ATTEMPTS
1 times
37

ID
по.

Постоянный курсор

ID-номер изменяемого параметра указан в правом углу.

Перейдите в режим программирования нажатием кнопки «P» и введите требуемое число стартовых попыток (3):



START
ATTEMPTS
1 times
37

ID no.

Мигающий курсор

дважды нажмите " $\Uparrow$ "



START
ATTEMPTS
3 times
37

ID no.

👉 Мигающий курсор

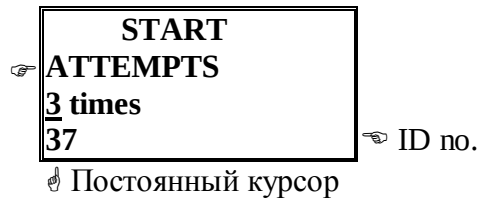
Выйдите из режима программирования нажатием кнопки “Р”. Таким образом, число стартовых попыток было изменено с одной до трех.

Когда выбран один из пунктов подменю, оператор имеет возможность просмотреть все параметры данного пункта (уставки или таймеры, в зависимости от выбранного пункта). Это делается с помощью кнопок управления курсором:

"↓" – перемещает курсор к предыдущему параметру (уменьшает значение);

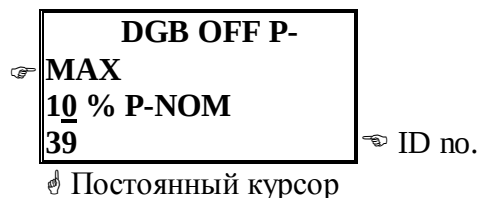
"↑" - перемещает курсор к следующему параметру (увеличивает значение).

Пример.



нажмите "↑".

Так как таймер 38 не доступен для чтения, то следующим на дисплее появится таймер 39:



Группа команд меню, как правило, содержит 3 или более подменю, как, например, группа чтения параметров «DATA READINDS» (рис.6).

Параметры ДГ DG и ВГ SG, доступные для индикации, включают следующие величины:

- линейное напряжение;
- фазный ток;
- частота напряжения;
- активная и реактивная мощности генератора.

Параметры берегового подключения ТВ, доступные для индикации, включают следующие величины:

- линейное напряжение береговой сети;
- фазный ток береговой сети;
- частота напряжения береговой сети;
- активная мощность, потребляемая от береговой сети.

Параметры межсекционного автомата SC, доступные для индикации:

- линейные напряжения на разных секциях шин;
- фазный ток секций шин;
- частота;
- ток, протекающий через автомат.

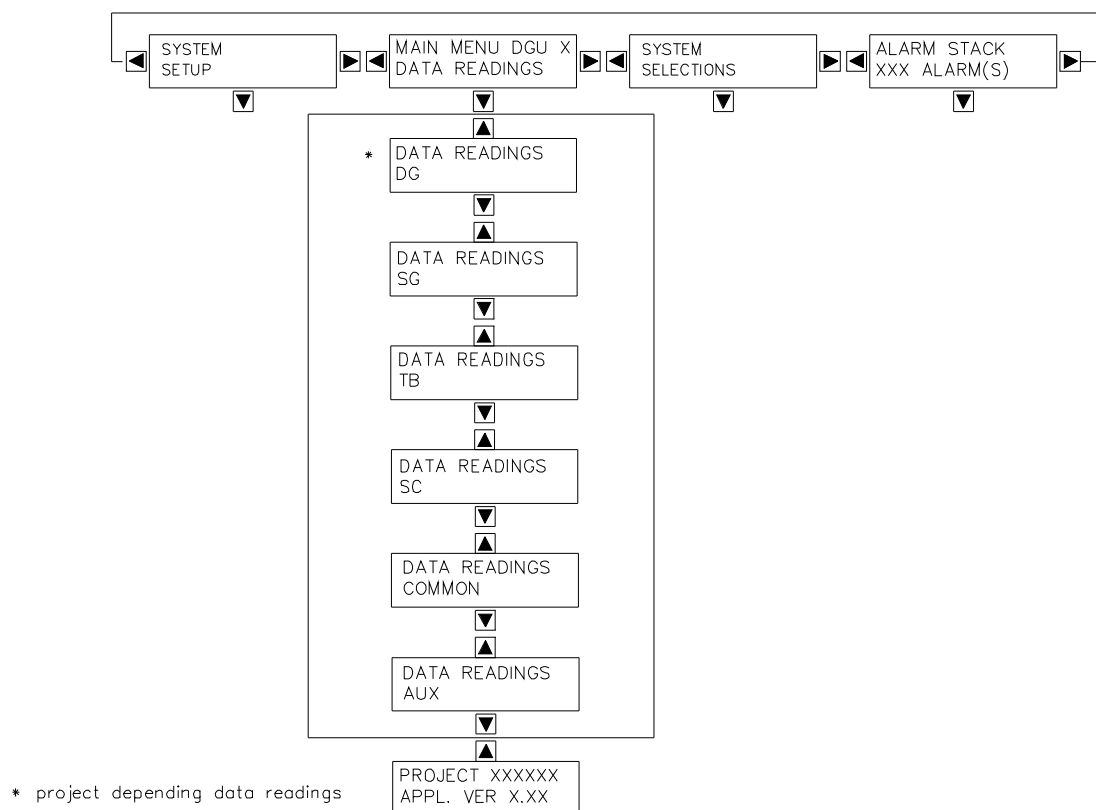


Рис. 6 Группа меню чтения параметров.

Секция меню общих параметров (COMMON) включает следующие величины:

- напряжения на шинах ГРЩ;
- частота на шинах ГРЩ;
- резерв мощности на шинах ГРЩ ¹⁾;
- потребляемая мощность на шинах ГРЩ ¹⁾;

¹⁾ - доступна для чтения только на ПУ DGU-Мастера.

Секция меню вспомогательных (AUX) параметров включает следующие величины:

- напряжение питания модуля PSM-1;
- общее время наработки генераторного агрегата;
- время наработки генераторного агрегата с момента последнего обнуления счетчика наработки;
- значения входных аналоговых сигналов неисправности ²⁾;
- действительное значение частоты вращения дизеля ²⁾;
- мощность, потребляемая одним из мощных потребителей (при наличии соответствующего сигнала) ^{1) 2)};
- идентификационный номер ПО.

¹⁾ - доступна для чтения только на ПУ DGU-Мастера;

²⁾ - доступно при условии использования соответствующих функций (возможно расширение списка параметров, выводимых на индикацию).

*) Дополнительная секция параметров (по требованию заказчика):

дополнительные параметры ВГ;

дополнительные параметры автомата питания с берега;

Дополнительные параметры межсекционного автомата.

Специальные функции электростанции, «SYSTEM SELECTIONS» с помощью группы меню оператор имеет возможность использовать следующие функции (рис. 7):

- задание очереди генераторных агрегатов;
 - задание асимметричного режима распределения нагрузки ¹⁾.
- ¹⁾ - доступно при условии использования соответствующих функций.

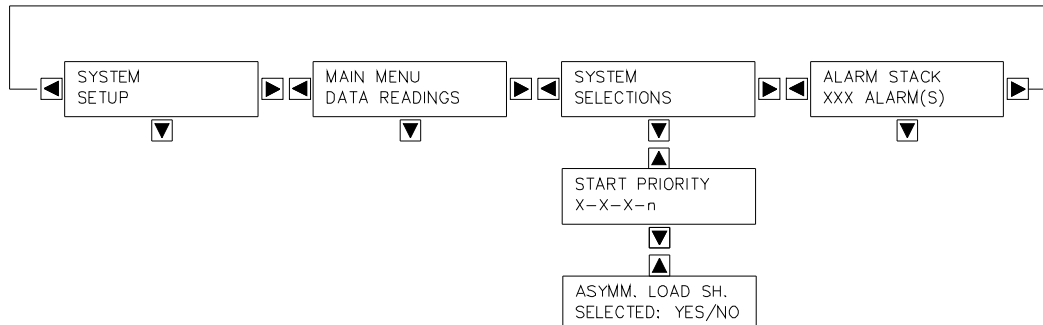


Рис. 7 Доступ к специальным функциям системы Delomatic.

В стеке тревог «ALARMSTACK» содержатся все несквитированные и активные тревоги. Если в данный момент нет действующих или несквитированных тревог, то этот стек будет пуст.

Функции обработки сигналов тревог в системе DELOMATIC реализованы на программном уровне. Эти функции активируются следующими сигналами:

- внешний сигнал тревоги;
- сигнал внутренней тревоги DGU;
- сигнал тревоги, генерируемый ПО управления генераторным агрегатом;
- сигнал тревоги, генерируемый ПО PMS.

Программный обработчик сигналов тревог обеспечивает активизацию соответствующих функций защиты и вывод на дисплей сообщений при появлении каждого нового сигнала. Последовательность действий, выполняемых системой Delomatic при регистрации нового сигнала тревоги, выглядит следующим образом:

- мигает красный светодиод «**ALARM MESSAGE SEE DISPLAY**»;
- на дисплее ПУ появляется соответствующее сообщение;
- запускается функция защиты, соответствующая данной тревоге.

Сигналы тревог, связанные с определенным генераторным агрегатом появляются на ПУ DGU, управляющего данным генератором.

Сигналы тревог, связанные с управлением электростанцией (функции PMS), появляются только на ПУ DGU-Мастера.

"ALARM MESSAGE"
No:xxx F:Y U-ACK

Системные тревоги, связаны непосредственно с функционированием элементов системы DELOMATIC (DGU, ПУ). Их появление означает, что система не может исполнять своих функций полностью. К таким тревогам относятся нарушение взаимодействия блоков в сети, нарушения питания блоков, тревоги входов и выходов и т.п. В случае появления системной тревоги активируется выход «**SYSTEM ALARM**».

Сигналы тревог PMS связаны непосредственно с работой электростанции и, являясь рабочими для системы DELOMATIC, не нарушают ее работу. В случае появления сигнала PMS-тревоги активируется выход «**PMS ALARM**».

В системе DELOMATIC предусмотрены следующие функции защиты, исполняемые автоматически при появлении соответствующих сигналов тревоги:

- предупредительная сигнализация;
- блокировка генераторного агрегата;
- остановка генераторного агрегата;

- аварийное отключение генераторного автомата;
- аварийная остановка дизеля.

Целью исполнения функции «Предупредительная сигнализация» является информирование оператора о произошедшем событии. В случае ее запуска происходит следующее:

- мигает красный светодиод «**ALARM MESSAGE SEE DISPLAY**»;
- на дисплей выводится сообщение, соответствующее появившемуся сигналу (текст сообщения задается оператором);
- активируется звуковая сигнализация;
- в соответствии с сигналом тревоги активируется один из выходов **“SYSTEM ALARM”** или **“PMS ALARM”**.

С помощью кнопки **"RESET HORN"** оператор может выключить звуковую сигнализацию.

Функция защиты «Блокировка ДГ» блокирует автоматическое включение генератора на шины ГРЩ, в случае обнаружения неисправности ДГ. При выполнении этой функции происходит следующее:

- срабатывает предупредительная сигнализация;
- блокируются все автоматические функции, приводящие к подключению ДГ к ГРЩ;
- блокируется генераторный автомат неисправного ДГ (отключение автомата не производится, если он был замкнут в момент запуска данной функции);
- формируется PMS-команда на запуск следующего в очереди ДГ.

Функция «Остановка генераторного агрегата» производит отключение генераторного агрегата от шин ГРЩ и его остановку. Она используется для предотвращения развития неисправности ДГ и, в то же время, обеспечения бесперебойного питания ГРЩ. Перед остановкой неисправного ДГ производится запуск и подключение к шинам следующего в очереди ДГ. Когда резерв мощности на ГРЩ достаточен, происходит отключение неисправного ДГ.

При выполнении данной функции происходит следующее:

- срабатывает предупредительная сигнализация;
- формируется PMS-команда на запуск и подключение к ГРЩ следующего в очереди ДГ;
- на дисплей ПУ неисправного генератора выводится сообщение "Safety Stop";
- производится отключение и остановка неисправного ДГ (включая предварительное охлаждение дизеля перед остановкой);
- отключенный ДГ выводится из очереди на запуск;
- производится блокировка ДГ;
- горит красный светодиод **"Safety Stop"** на ПУ соответствующего DGU.

Если ДГ не подготовлен к автоматической остановке по PMS-команде, то он продолжит свою работу. Никакие сообщения на дисплей не выводятся.

Функция «Аварийное отключение генераторного автомата» защищает генератор от неисправностей, связанных с ГРЩ, или шины ГРЩ от неисправностей генератора. Запуск данной функции приводит к следующему:

- немедленное выключение генераторного автомата;
- отключение групп неответственных потребителей;
- срабатывает предупредительная сигнализация;
- формируется PMS-команда на запуск следующего в очереди ДГ;
- отключенный генераторный агрегат продолжает работать на XX;
- производится блокировка неисправного ДГ от повторного включения на ГРЩ до тех пор, пока не будет квитирована данная тревога;
- на ПУ соответствующего DGU горит красный светодиод **«GB TRIPPED»**.

Функция «Аварийная остановка дизеля» предназначена для немедленной остановки дизеля в случае возникновения критических неисправностей в ДГ и включает в себя следующие действия:

- немедленное открытие генераторного автомата;
- немедленная остановка дизеля сразу после отключения ДГ от шин ГРЩ;
- отключение неотчетственных групп потребителей;
- срабатывает предупредительная сигнализация;
- формируется PMS-команда на запуск следующего в очереди ДГ;
- отключенный ДГ блокируется от повторного запуска до тех пор, пока не будет квитирована данная тревога;
- на ПУ соответствующего DGU горит красный светодиод «**SHUTDOWN**».

Функция «Блокировка межсекционного автомата» предотвращает включение межсекционного автомата в случае неисправностей на шинах ГРЩ. При ее выполнении происходит следующее:

- срабатывает предупредительная сигнализация;
- запрещаются к исполнению все автоматические функции, приводящие к включению межсекционного автомата (если автомат был включен в момент запуска данной функции, то его отключение не производится).

Запуск функции «Аварийное размыкание межсекционного автомата» приводит к следующему:

- немедленное выключение межсекционного автомата;
- срабатывает предупредительная сигнализация;
- производится блокировка автомата от повторного включения;
- на ПУ DGU-Мастера горит красный светодиод «**TB ON**».

Все сообщения о тревогах регистрируются и сохраняются в специальной области памяти – стеке тревог, и сопровождаются следующей информацией:

- статус первой тревоги;
- статус квитированной или неквитированной тревоги.

Тревоги хранятся в хронологическом порядке, первой в списке является первая зарегистрированная (старейшая).

ALARM
STACK
XXX
ALARM(S)

Общее число тревог (квитированных и нет) указано в нижней строке заголовка стека. Оператор имеет возможность перемещаться по списку тревог с помощью кнопок управления курсором "↑", "↓" и кнопки "**NEXT ALARM**", с помощью которой можно либо переместиться к следующей в списке неквитированной тревоге, если дисплей находится в режиме индикации стека, либо переключить дисплей в режим индикации стека тревог.

ALARM
MESSAGE 1
No:xxx F: U-ACK

Для перехода к следующей тревоге в стеке необходимо нажать кнопку: "↓"

ALARM MESSAGE 2 No:xxx F:N U-ACK

Каждому сигналу тревоги в системе присвоен свой идентификационный номер ID No, который упрощает работу оператора. На рисунке ниже показана тревога 8.

ID No. ➞

LOW SUPPLY VOLT. No: 8 F:Y U-ACK

Статус первой присваивается первой, вновь зарегистрированной тревоге. Что позволяет установить первопричину в цепи неисправностей.

Программный обработчик тревог осуществляет циклическую проверку наличия сигналов тревог. Один цикл длится приблизительно 60 мсек. Если в течение этого цикла обнаружено несколько тревог, то статус первой присваивается первой из обнаруженных.

Если список тревог содержит только квитированные тревоги, то статус первой будет присвоен первой, вновь обнаруженной. Это означает, что одновременно могут быть зарегистрированы сразу несколько первых тревог.

Статус первой тревоги индицируется на дисплее следующим образом:

ALARM MESSAGE No:xxx F:Y U-ACK

F:Y - First: Yes
(Первая: Да)

Другие сигналы тревоги, зарегистрированные позже, обозначены так:

ALARM MESSAGE No:xxx F:N U-ACK

F:N - First: No

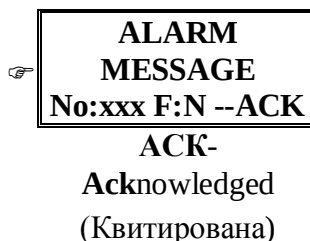
Любой сигнал тревоги должен быть квитирован оператором. Одновременно может быть получено извещение о нескольких вновь обнаруженных неисправностях, даже если причины, вызвавшие появление этих сигналов уже исчезли.

Наличие несквитированной тревоги определяется по миганию красного светодиода: "**ALARM MESSAGE SEE DISPLAY**", а также по сообщению на дисплее:

ALARM MESSAGE No:xxx F:N U- ACK
--

**Un-
ACKnowledged**
(Несквитированна)

Квитирование сигнала тревоги осуществляется кнопкой: "**ACK ALARM**" на ПУ, после квитирования дисплей выглядит следующим образом:



Оператор может перейти к следующему несквитированному сигналу тревоги нажатием кнопки «**NEXT ALARM**», если дисплей работает в режиме индикации стека тревог. В случае, когда список содержит только квитированные тревоги, светодиод "**ALARM MESSAGE SEE DISPLAY**" горит красным цветом.

Активная тревога означает, что причины, вызвавшие ее появление, все еще не устранены. Квитирование такой тревоги приводит к изменению ее статуса с несквитированной на квитированную. При устранении причин, вызвавших появление тревоги, сообщение о ней удаляется из стека тревог без каких-либо уведомлений оператора, и снимаются ограничения, вызванные работой соответствующих функций защиты.

Неактивным сигналом считается тот, причины появления которого устранены до квитирования данного сигнала. Квитирование такой тревоги приводит к ее удалению из списка тревог, и прекращению действия соответствующих функций защиты без уведомления оператора.

В случае, когда не осталось несквитированных и активных сигналов тревог, происходит следующее:

- потухает светодиод "**ALARM MESSAGE SEE DISPLAY**";
- снимается сигнал с соответствующих выходов DGU ("**SYSTEM ALARM**", "**PMS ALARM**").

В этой ситуации невозможно переключить дисплей в режим индикации стека тревог, нажатие на кнопку «**Next Alarm**» не дает никаких результатов – в этом случае функция вывода на индикацию стека тревог становится неактивной.

3. Функции управления генераторными агрегатами и электростанцией.

В состав каждого блока управления DGU входит модуль SCM-1. На вход этого модуля подаются токи фаз генератора напряжения фаз генератора и напряжения фаз шин ГРЩ. Модуль SCM-1 измеряет следующие необходимые для работы DGU величины:

частота генератора, f_{GEN} ;

линейное напряжение генератора, U_{L1-L2} , U_{L1-L3} , U_{L2-L3} ;

угол между фазами напряжения генератора, $\angle_{L1-L2}$, $\angle_{L1-L3}$, $\angle_{L2-L3}$;

фазный ток генератора, I_{L1} , I_{L2} , I_{L3} ;

полную мощность генератора, S_{GEN} ;

активную мощность генератора, P_{GEN} ;

реактивную мощность генератора, Q_{GEN} ;

значение $\cos \varphi$, PF;

частоту на шинах ГРЩ, f_{BUSBAR} ;

линейное напряжение на шинах ГРЩ, $U-BB_{L1-L2}$, $U-BB_{L1-L3}$, $U-BB_{L2-L3}$;

угол между фазами напряжения на шинах ГРЩ, $\angle-BB_{L1-L2}$, $\angle-BB_{L1-L3}$, $\angle-BB_{L2-L3}$.

Большинство из указанных величин передаются в модуль управления (СМ-2) и доступны для чтения на дисплее ПУ.

Для масштабирования величины измеряемых модулем SCM-1 используются базовые уставки. Данные уставки дают возможность оператору настроить каждый DGU в соответствии с требуемыми характеристиками электростанции и контролируемого ДГ. К базовым уставкам относят следующие:

«NOM. FREQUENCY»; - номинальная частота;

«NOM. VOLTAGE BB»; - номинальное напряжение на шинах ГРЩ;

«DG S-NOM»; - полная номинальная мощность генератора

«DG PF-NOM» - номинальный коэффициент мощности генератора;

«DG CT-PRIM»; - первичный ток трансформатора тока ДГ;

«DG CT-SEC» - номинальный ток вторичной обмотки измерительного токового трансформатора ДГ;

«DG VT-PRIM»; первичное напряжение измерительного трансформатора напряжения ДГ;

«DG VT-SEC» - номинальное напряжение вторичной обмотки измерительного трансформатора напряжения ДГ;

«DG U-NOM». – номинальное напряжение генератора

Коэффициент трансформации трансформатора напряжения должен быть задан в любом случае, даже если данный трансформатор не используется в системе. То есть: при номинальном напряжении на шинах 440 В для уставок «DG VT-PRIM» и «DG VT-SEC» задается значение 440 В, что соответствует коэффициенту трансформации равному 1.

Оператор имеет возможность снизить мощность генератора путем задания меньшего значения уставки «DG S-NOM», что приводит к уменьшению значения активной мощности «DG P-NOM» в соответствии с формулой: $S-NOM * PF-NOM = P-NOM$.

Расчитанное значение активной мощности используется для управления генераторным агрегатом. Подобное изменение мощности приводит к снижению допустимой для данного генератора нагрузки и к соответствующему изменению значений, используемых различными функциями, для управления электростанцией.

3.1. Пуск и синхронизация генераторов.

В системе Delomatic, в соответствии с исполняемыми функциями реализуется распределенное управление генераторными агрегатами электростанции. Организация процессов автоматического пуска и остановки дизельгенераторных агрегатов представлена на рис. 7.

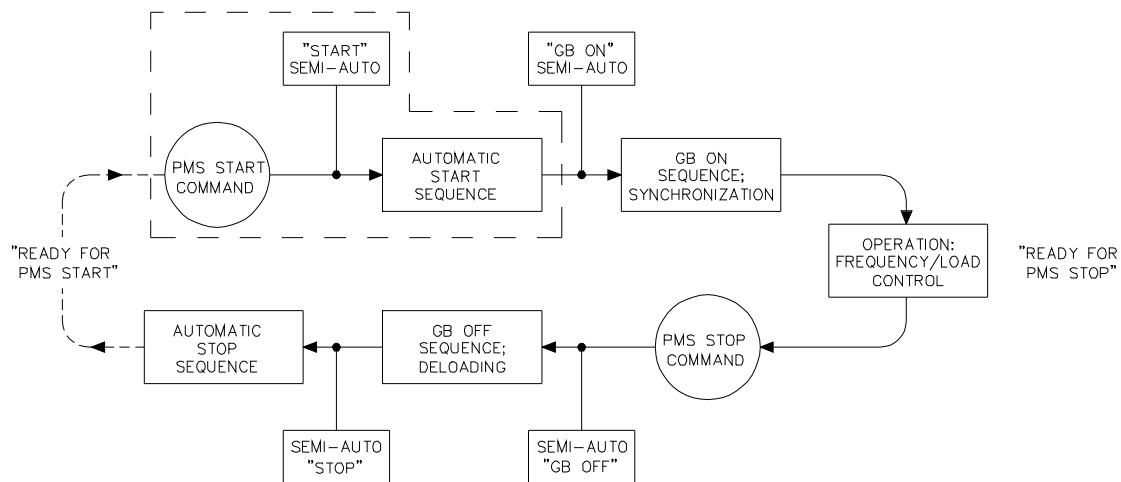


Рис. 7. Организация процессов автоматического пуска и остановки ДГ

Перед началом процессов пуска и остановки ГА проверяется их готовность к автоматическому выполнению этих процессов, т.е. проверяется «READY FOR PMC START» и «READY FOR PMS STOP».

При поступлении на DGU, находящемся в автоматическом режиме управления (PMS - управления), команды на запуск ДГ («PMS START COMMAND») выполняются следующие функции:

- автоматический пуск ДГ («AUTOMATIC START SEQUENCE»);
- автоматическое включение генератора на шины ГРЩ (GB ON SEQUENCE; SYNCHRONIZATION). Затем выполняются операции по управлению частотой и распределением нагрузки («OPERATION: FREQUENCY/LOAD CONTROL»).

При поступлении команды на остановку ДГ (PMS STOP COMMAND) в автоматическом режиме выполняются следующие действия:

- автоматическая разгрузка и отключение генераторного автоматического выключателя (GB OFF SEQUENCE; DELOADING);
- автоматическая остановка генераторного агрегата («AUTOMATIC STOP SEQUENCE»)

В случае, если электростанция находится в режиме полуавтоматического управления (SEMI-AUTO), соответствующие функции выполняются по командам оператора, задаваемым нажатием на кнопки ПУ соответствующего DGU, т.е. задавая команды «START SEMI-AUTO», «GB ON SEMI-AUTO», «SEMI-AUTO GB OFF», «SEMI-AUTO STOP».

Каждый генератор управляется своим DGU в соответствии с одним из установленных режимов:

- ручное управление (управление с ГРЩ – SWBD CONTROL);
- автоматическое управление – PMS-управление.

Генератор, находящийся в режиме ручного управления исключается из всех видов автоматического управления (PMS-управления), но при этом остаются активными следующие функции контроля и защиты:

- защита генераторного агрегата;
- контроль шин ГРЩ.

В данном режиме осуществляется ручное управление скоростью вращения ДГ и ручная синхронизация посредством блока синхронизации модуля SCM-1.

В режиме автоматического управления (PMS-управление), генератор управляется системой Delomatic автоматически или полуавтоматически по командам с пульта управления в соответствии с выбранным режимом работы электростанции.

Для задания режима ручного управления используется специальный переключатель:

PMS/SWBD CONTROL. Этот переключатель установлен на каждой генераторной панели ГРЩ.

Индикация выбранного режима производится с помощью светодиода «PMS CONTROL», находящегося на соответствующей ПУ. Если светодиод не горит, значит, генератор находится в режиме ручного управления.

Если генератор по каким-либо причинам переведен системой Delomatic из автоматического в ручной режим управления, то данный светодиод горит желтым цветом.

В Автоматическом режиме этот светодиодом горит зеленым цветом.

Функция автоматического пуска.

Данная функция включает в себя автоматический пуск выбранного ДГ и контроль данного процесса. Если пуск состоялся, то активизируется функция автоматического включения генератора на ГРЩ.

Исполнение функции автоматического пуска происходит при получении DGU соответствующей PMS-команды. Данная команда формируется в зависимости от нагрузки на ГРЩ и при его обесточивании.

Инициация выполнения данной функции возможна также непосредственно по команде оператора в режиме ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОГО управления электростанцией (в данном режиме успешное завершение пуска ДГ не приводит к активизации функции автоматического включения генератора на ГРЩ).

На рис 8 представлена блок схема алгоритма пуска дизельгенератора.

Значение операторов алгоритма следующее:

A1 – команда PMS-системы на пуск дизельгенератора;

B1 – проверка готовности данного ДГ к автоматическому пуску (“Ready for PMS start”);

A2 – передача команды от PMS-системы на пуск следующего в очереди ДГ;

A3 – включение насоса маслопрокачки и запуск таймера контроля времени маслопрокачки;

B2 – время работы насоса маслопрокачки истекло?;

A4 – включение (открытие) клапана пускового воздуха и запуск таймера контроля времени пуска дизеля на воздухе;

B4 – дизельгенератор вышел на заданные обороты, “ENGINE RUNNING/ ENGINE RPM”?;

B5 – время пуска на воздухе истекло?;

A5 – отмена команды на пуск, формирование команды на остановку, уменьшение числа попыток пуска на 1;

A6 – задание времени паузы между попытками пуска ДГ, в течение этого времени сигнал снимается с выхода «SRART», и подается на выход «STOP»;

A7 – отмена команды остановки;

B3 – число попыток пуска ДГ закончилась?;

A8 – включение аварийной сигнализации «Пуск не состоялся»;

A9 – отмена команды на пуск (на открытие клапана пускового воздуха), задание времени паузы 5 с.;

B6 – напряжение и частота генератора в норме?;

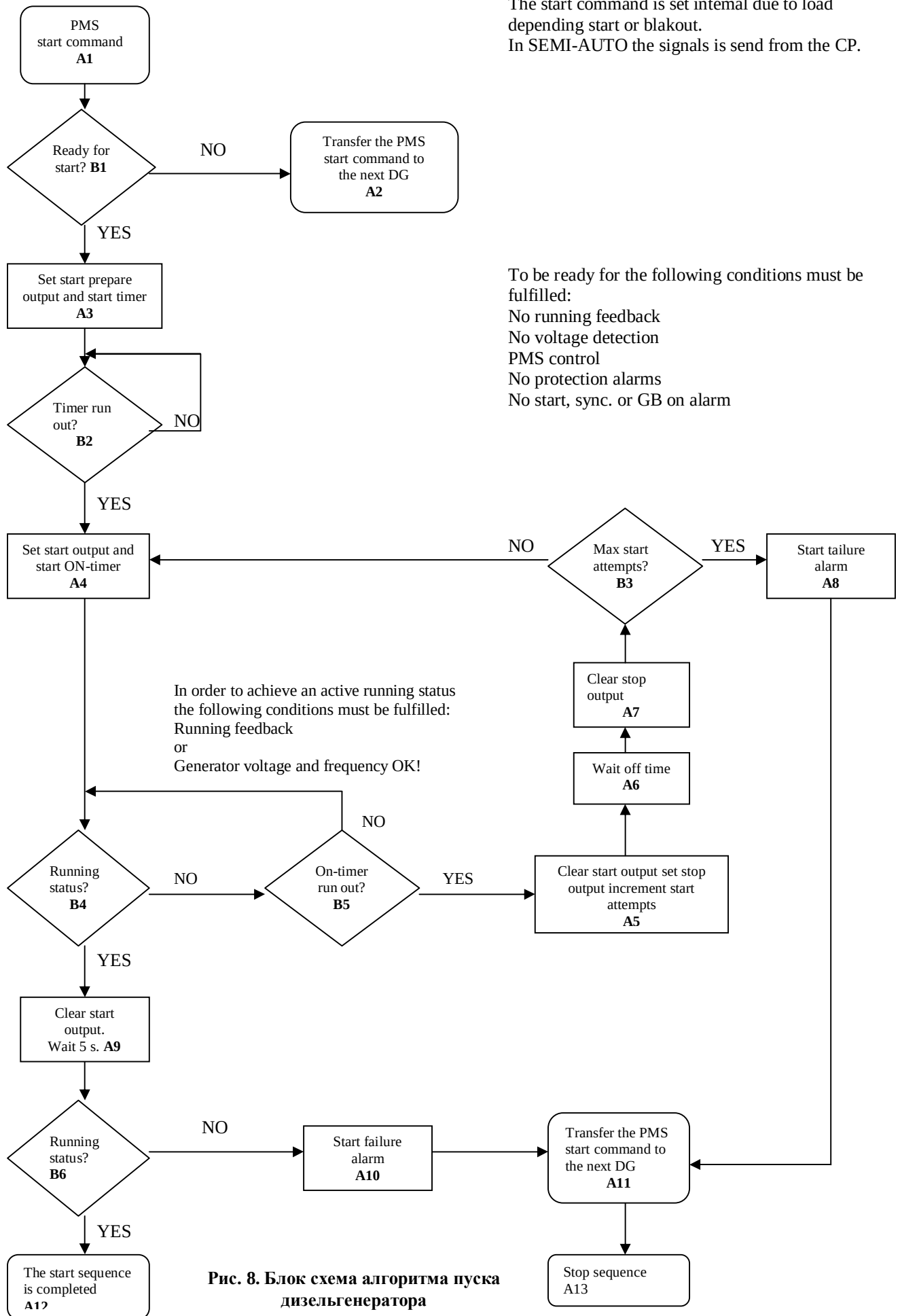
A10 – включение аварийной сигнализации «Пуск не состоялся»;

A11 – передача команды от PMS – сигналы на пуск следующего в очереди ДГ;

A12 – формирование сигнала процесс пуска ДГ закончен;

A13 – формирование команды на запуск процесса остановки ДГ.

The start command is set internal due to load depending start or blackout.
In SEMI-AUTO the signals is send from the CP.



DGU-Мастер передает PMS-команду на пуск генераторного агрегата только в том случае, если DGU этого ДГ находится в состоянии готовности к автоматическому запуску («*ready for PMS start*»). Для этого DGU-мастер проверяет соблюдение следующих условий:

выбран автоматический режим управления DGU (PMS-управление);
 не исполняется функция аварийной остановки дизеля;
 не исполняется функции аварийного отключения генераторного автомата;
 не исполняется функция остановки генераторного агрегата;
 ДГ не заблокирован;
 ДГ остановлен (не индицируется состояние работы на холостом ходу (XX));
 измеренные значения напряжения и частоты на шинах генератора равны нулю.

Состояние готовности к автоматическому старту индицируется на ПУ DGU следующим образом:

светодиод «READY» горит зеленым цветом;

светодиод «PMS CONTROL» горит зеленым цветом.

Оператор имеет возможность задания следующих параметров пуска ДГ:

уставка «PAUSE STOP» - выдержка времени между попытками пуска;

уставка «START ATTEMPTS» - количество попыток пуска;

таймер «START PREPARE» - t_{sp} , длительность маслопрокачки;

таймер «START ON TIME» - t_{on} , время пуска на воздухе;

таймер «START OFF TIME» - t_{off} , выдержка времени на которое снимается сигнал «START» между попытками пуска.

Диаграмма процесса автоматического пуска ДГ представлена на рис. 9.

Если по умолчанию для уставки «PAUSE STOP» значение равно 0, это означает, что между попытками запуска на выход «STOP» не подается сигнал.

Функция автоматического пуска прерывается немедленно (снимается сигнал с выхода «START»), если обнаружено одно из следующих событий:

дизель-генератор вышел на заданные обороты 1);

на шинах генератора установились номинальное напряжение и частота;

получена PMS-команда на автоматическую остановку ДГ;

запущена функция аварийной остановки дизеля 2);

запущена функция блокировки ДГ 2)

появился сигнал на входе «EXT. START FAILURE» (Пуск не состоялся) 2).

1) Указывает на состоявшийся пуск;

2) Формируется PMS-Команда на автоматический запуск следующего в очереди генератора.

Автоматический пуск считается завершенным если выполнены следующие условия:

дизель работает на заданных оборотах;

на шинах генератора установились номинальное напряжение и частота.

При успешном завершении пуска светодиод «START» гаснет, а светодиод «RUNNING» загорается зеленым светом.

Дизель считается работающим, если на соответствующий вход DGU поступает сигнал «ENGINE RUNNING / ENGINE RPM». Данное состояние индицируется с помощью светодиода, горящего зеленым цветом «RUNNING».

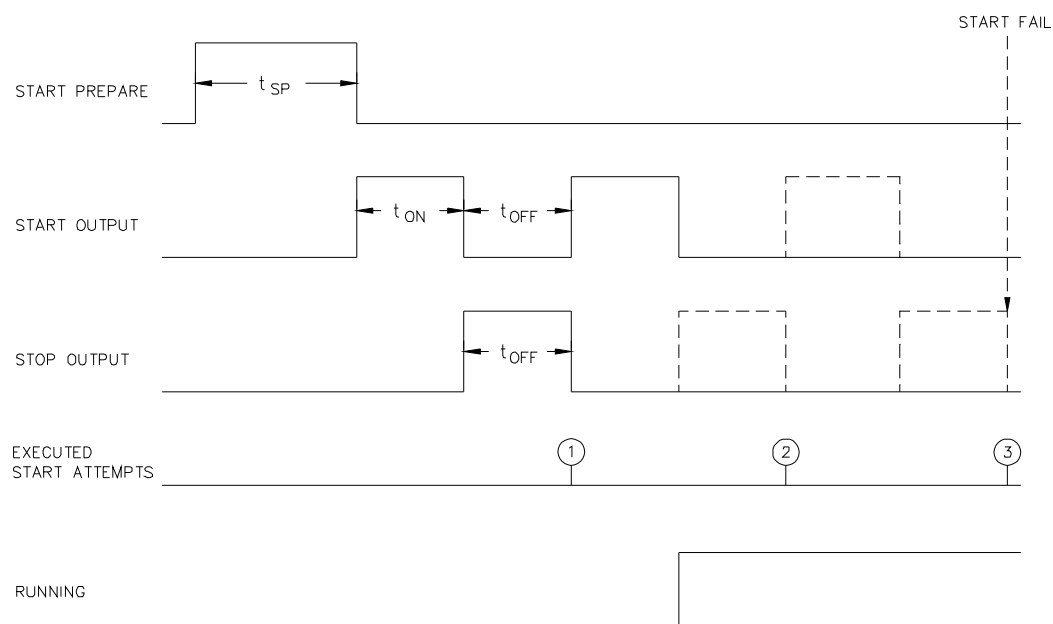


Рис. 9. Диаграмма автоматического пуска ДГ

Задание типа входного сигнала.

Каждый DGU может обрабатывать как аналоговый, так и дискретный сигналы датчика оборотов дизеля:

аналоговый «ENGINE RPM» - измеренное значение оборотов двигателя (напряжение 0- 10 В, либо 0 – 20 mA);

дискретный «ENGINE RUNNING» - появляется при достижении дизелем заданных оборотов.

Изменить тип входного сигнала возможно с помощью установки перемычки на соответствующей плате.

Контроль целостности соединений производится автоматически, если выбран аналоговый сигнал, при этом кабель считается поврежденным, если значение сигнала на входе составляет не более 20% от значения уставки для скорости вращения дизеля.

Параметры, задаваемые оператором, для аналогового сигнала.

Оператор имеет возможность программно задавать следующие параметры для аналогового сигнала (см. рис.10):

уставка «OFFSET RUN. SIGN» - компенсационная уставка рабочего сигнала;;

уставка «MAX TACHO-RPM» - определяет максимальное значение частоты вращения ДГ;

уставка «TACHO L. RUNNING» - определяет значение минимальной рабочей частоты ДГ;

таймер «RUNNING DELAY» - определяет время задержки сигнала о выходе ДГ на заданные обороты.

Значение частоты вращения дизеля выводится на индикацию на дисплее ПУ.

Каждый DGU имеет в своем составе два счетчика времени наработки генераторного агрегата:

счетчик полного времени наработки «TOTAL RUN HOURS»;

обнуляемый счетчик «TRIP C. RUN HOURS».

Отсчет времени начинается сразу, как только появляется сигнал о выходе дизеля на заданные обороты «ENGINE RPM/ENGINE RUNNING», и останавливается, как только данный сигнал исчезает. Отсчет времени производится посекундно.

Значения времени наработки в часах выводятся на дисплей ПУ соответствующего DGU.

На дисплей выводится значение времени наработки с точностью до 10 часов для счетчика полного времени наработки, и с точностью до 1 часа для обнуляемого счетчика.

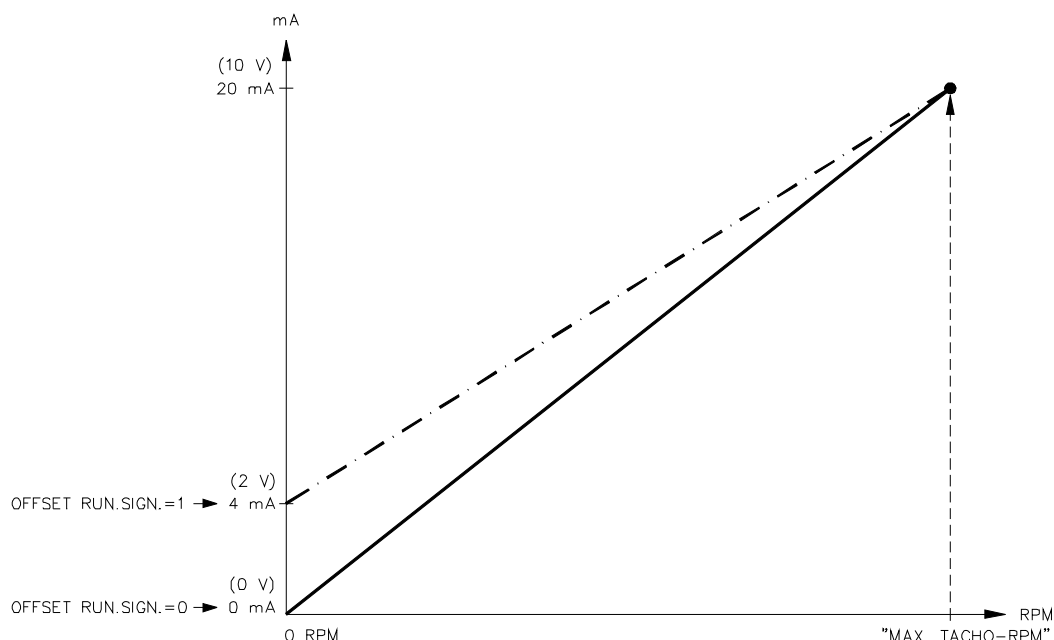


Рис. 10. Задание параметров аналогового сигнала частоты вращения дизельгенератора

Оператор имеет возможность корректировать значения счетчиков с помощью следующих уставок:

“TOTAL RUN HOUR”.

Каждый DGU контролирует процесс автоматического пуска своего генератора. Пуск считается несостоявшимся, если на DGU поступили соответствующие сигналы, как от встроенных, так и от внешних средств контроля процесса пуска. В случае несостоявшегося пуска генератора происходит следующее:

- запускается функция автоматической остановки генераторного агрегата;
- команда автоматического пуска передается на следующий в очереди генератор.

Пуск считается несостоявшимся, в следующих случаях:

после исполнения заданного числа стартовых попыток на DGU не поступает ни один из следующих сигналов:

- сигнал о выходе дизеля на заданные обороты;
- напряжение на шинах генератора, соответствующее номинальному значению;
- если после завершения процесса автоматического пуска, который оценивается DGU, как состоявшийся, пропадают оба сигнала;
- сигнал о выходе дизеля на заданные обороты;
- напряжение на шинах генератора, соответствующее номинальному значению.

В случае, если с помощью встроенных средств контроля DGU обнаруживается несостоявшийся пуск, то на дисплее соответствующего ПУ появляется сообщение: «START FAILURE».

Внешние средства контроля запуска генераторного агрегата могут быть любыми устройствами, не относящимися к системе Delomatic, и формирующими сигнал, поступающий на вход DGU в случае несостоявшегося пуска. При появлении данного сигнала на дисплей ПУ выводится сообщение: «EXT. START FAIL».

После завершения процесса пуска ДГ, начинается процесс динамической синхронизации включения генератора на шины ГРЩ.

В период выполнения функции включения генератора на шины ГРЩ на ПУ соответствующего DGU горит желтый светодиод «GB ON».

В полуавтоматическом режиме оператор запускает функцию включения генератора на шины ГРЩ нажатием кнопки «GB ON». Нажатие на кнопки «Stop» или «GB OFF» приведет к прерыванию выполнения данной функции.

DGU начнет автоматическую синхронизацию только в том случае, если будет подтверждено состояние готовности генератора к автоматической синхронизации («ready for PMS synchronization»).

Генератор находится в состоянии готовности, если выполняются следующие условия:

дизель работает на заданных оборотах;

напряжение и частота синхронизируемого генератора соответствуют заданным значениям;

отсутствуют сигналы неисправности (не выполняется ни одна из перечисленных аварийных программ): «SAFETY STOP», «TRIP OF GB», «SHUTDOWN» («Безопасная остановка», «Отключение GB», «Аварийная остановка»; порядок чередования фаз генератора и шин ГРЩ одинаков.

Если не выполняется последнее условие, на ПУ DGU, осуществляющего синхронизацию, появляется сообщение «DGB PHASE SEQ». Проверка последовательности чередования фаз действует только при включении генератора на ГРЩ.

Оператор имеет возможность устанавливать следующие параметры динамической синхронизации (см.рис. 11):

- уставка «DG OVERSYNC FREQ» - величина на которую частота генератора должна превышать частоту на шинах ГРЩ;
- уставка «DG SYNC f-DIFF» - максимально допустимая разность частот ДГ шин при синхронизации;
- уставка «DG SYNC U-DIFF» - максимально допустимое отклонение напряжение ДГ и шин при синхронизации;
- уставка «DGB CLOSING TIME» - собственное время включения генераторного автомата DGB;
- таймер «DG SYNC. TIMEOUT» - максимальное время синхронизации;
- таймер «DGB ON FAIL DEL» - время в течение, которого контакты генераторного автомата должны замкнуться;
- таймер «DG U-DIFF. MAX» - время в течение, которого разность напряжений генератора и шин должно войти в допустимые пределы;
- таймер «DGB ON MAX TIME» - время в течение которого подается сигнал на включение генераторного автомата.

Частота вращения генератора перед включением на шины должна превышать частоту на шинах ГРЩ на значение заданное уставкой «DG OVERSYNC FREQ».

DGU формирует сигнал на включение генераторного автомата в том случае, если перечисленные ниже условия соблюдаются в течение не менее 6-ти периодов:

- частота генератора находится в пределах, заданных уставкой «DG SYNC. f-DIFF»;
- разность напряжений ГРЩ и генератора не превышает пределов, заданных уставкой «DG SYNC. U-DIFF»;

- угол рассогласования вектора напряжения на шинах генератора и вектора напряжения на ГРЩ ($\Delta_{\text{GEN-BB}}$) должен быть меньше 30 гр с учетом времени задержки включения генераторного автомата;
- скорость изменения угла рассогласования векторов напряжения на шинах генератора и на ГРЩ должна быть в пределах от 0 до 9 электрических градусов в секунду.

Команда на включение автомата формируется с учетом собственного времени замыкания контактов автомата.

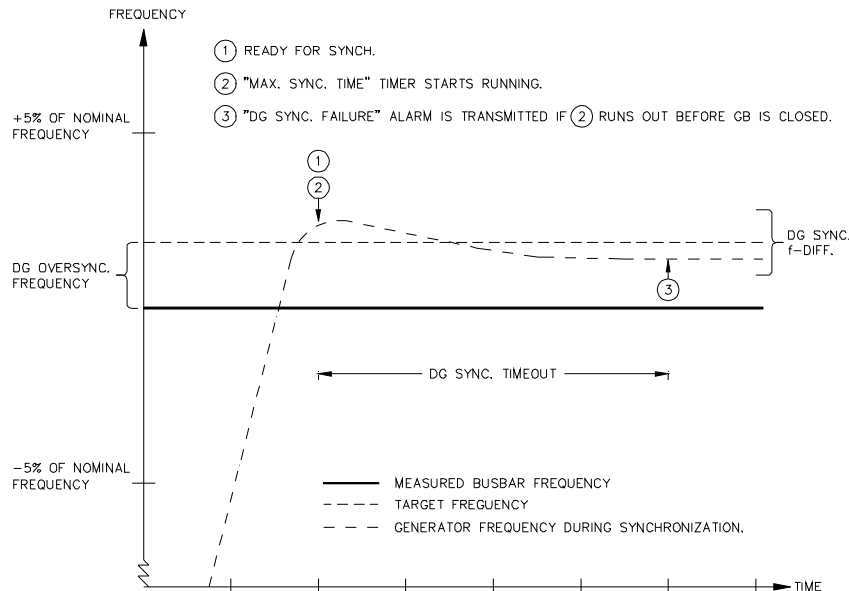


Рис.11 . Динамическая синхронизация

В случае, если по истечении времени задержки, заданного таймером «DG U-DIFF. MAX», напряжение на шинах генератора не укладывается в заданные пределы, на дисплее ПУ синхронизируемого генератора появляется сообщение «U-DIFF. MAX FAIL», свидетельствующее о несостоявшейся синхронизации.

Если генераторный автомат не замкнулся в течение времени, заданного таймером «DG SYNC. TIMEOUT» на дисплее ПУ соответствующего DGU появляется сообщение «DG SYNC. FAIL», свидетельствующее о несостоявшейся синхронизации.

DGU осуществляет контроль замыкания контактов генераторного автомата после поступления соответствующей команды на его включение (см. рис.12).

Пояснения к рис.12:

- (1) выполнены необходимые условия для включения генераторного автомата;
- (2) команда на включение генераторного автомата исчезает при поступлении сигнала о замыкании контактов данного автомата (снимается сигнал с соответствующего выхода DGU);
- (3) максимальное время, в течение которого команда на включение генераторного автомата поступает на соответствующий выход DGU задается таймером, при поступлении на DGU сигнала замыкания генераторного автомата, данная команда отменяется;

(4) по истечении времени задержки, если не поступил сигнал, подтверждающий замыкание автомата, формируется сигнал неисправности «ON FAILURE», а на ПУ выводится сообщение «DGB ON FAILURE».

Если обнаружена данная неисправность, то DGU формирует команду на размыкание генераторного автомата и передает ее на соответствующий выход модуля SCM-1. Если генераторный автомат замкнут, то на ПУ соответствующего DGU горит зеленый светодиод «GB ON».

Блок – схема алгоритма динамической синхронизации и включения генераторного автомата DGB представлена на рис. 13. Значение операторов алгоритма следующее:

A1 – формирование PMS команды на включение GB;

B1 – генераторный агрегат готов к синхронизации?;

A2 – переадресация PMS команды на пуск следующего в очереди ДГ?;

B2 – проверка наличия сигнала «Black out»?;

B3 – проверка синфазности генератора с сетью?;

A3 – включение аварийной сигнализации о несовпадении фаз синхронизируемого генератора и сети;

A4 – разрешение процесса синхронизации генератора и включение контроля времени синхронизации;

B4 – условия синхронизации генератора выполнены?;

B5 – уставка выдержки времени синхронизации истекла?;

A5 – включение аварийной сигнализации «Неудачная синхронизация»;

A6 – запрос DGU-Мастера о возможности включения GB;

B6 – разрешение DGU-Мастера на включение GB есть?;

A7 – включение выдержки времени контроля выключения GB;

B7 – контакты GB замкнуты?;

B8 – выдержка контроля времени включения GB истекла?;

A8 – включение аварийной сигнализации «Отказ включения GB»;

A9 – последовательность включения GB исполнена.

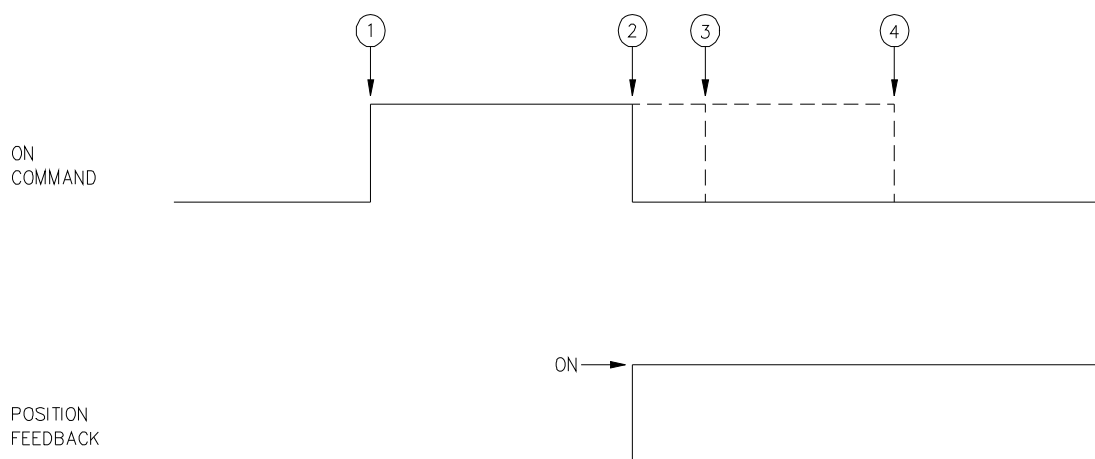


Рисунок 12. Диаграмма замыкания контактов генераторного автомата

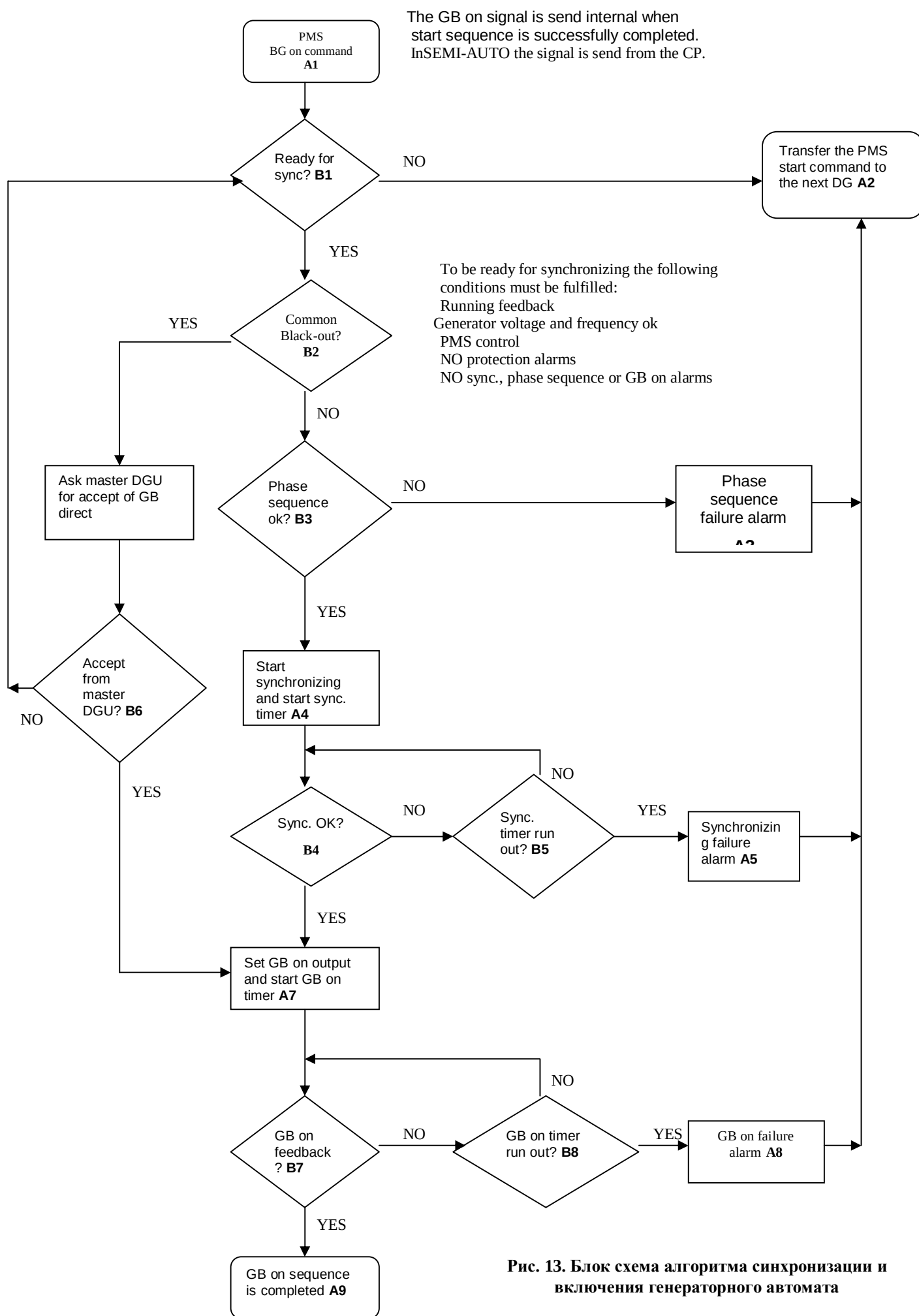


Рис. 13. Блок схема алгоритма синхронизации и включения генераторного автомата

3.2. Регулирование частоты и распределение активной нагрузки

После включения дизельгенератора на шины начинается процесс регулирования частоты и распределения нагрузки. Для решения этой задачи в системе Delomatic в модуле SCM-1 имеются два программируемых контроллера, один из которых осуществляет управление генератором по частоте f , другой – по активной нагрузке P . Структурно-функциональная схема управления частотой и активной нагрузкой генераторных агрегатов в системе Delomatic представлена на рис.14.

Каждый контроллер состоит из программируемого широтно-импульсного модулятора (ШИМ), управляемого П-регулятором.

В зависимости от типа используемого регулятора частоты вращения дизельгенератора предусмотрено два выхода модуля SCM-1: аналоговый (ESG) и релейный (MSG).

Аналоговый сигнал (ESG) используется для управления электронным регулятором дизеля (Electronic speed governor), а релейный (MSG) для управления механическим регулятором дизеля (Mechanical speed governor).

С ПУ оператор имеет возможность задавать параметры ШИМ от которых зависит его выходной сигнал:

- коэффициент усиления П-регулятора (GAIN), определяет скорость реакции системы;
- длительность импульсов ШИМ (PULS TIME);
- зону нечувствительности регулятора (DEAD BAND).

Структурно-функциональная схема программируемого контроллера управления частотой и активной нагрузкой представлена на рис.15.

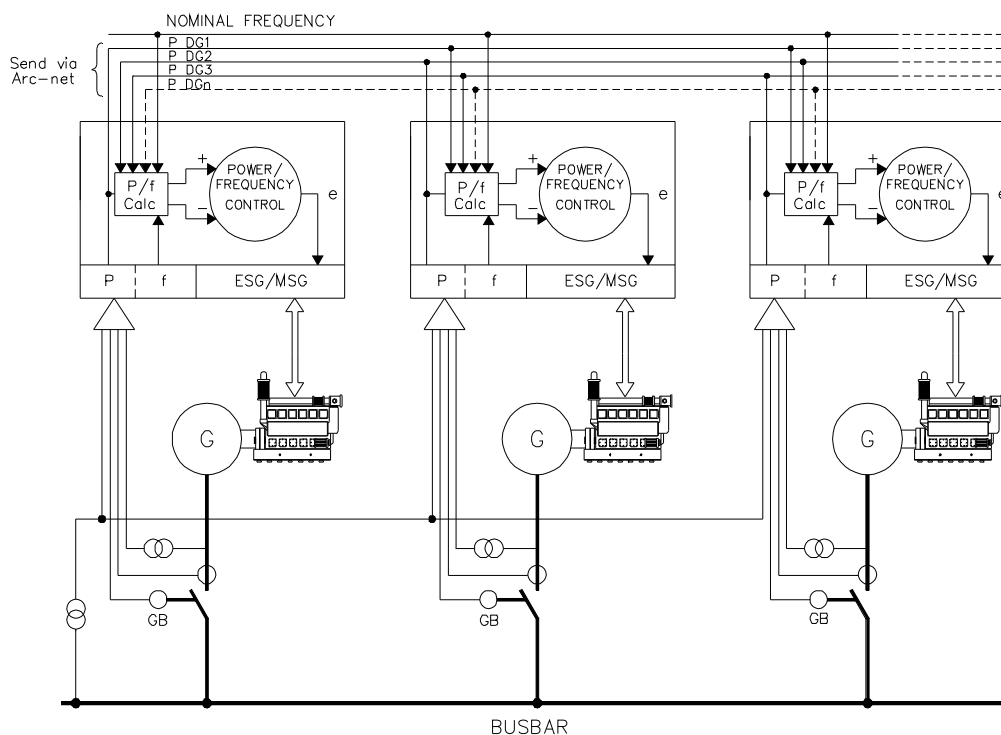


Рис.14 Управление частотой и активной нагрузкой

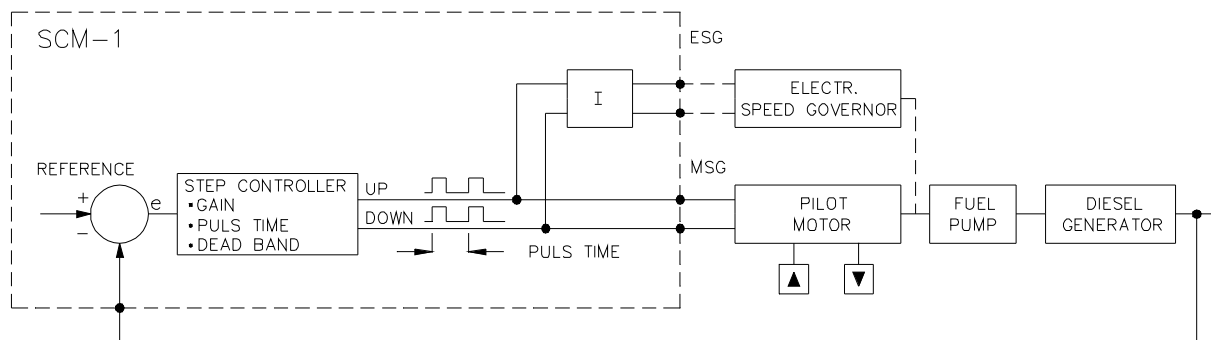


Рис.15. Программируемый контроллер управления частотой и активной нагрузкой.

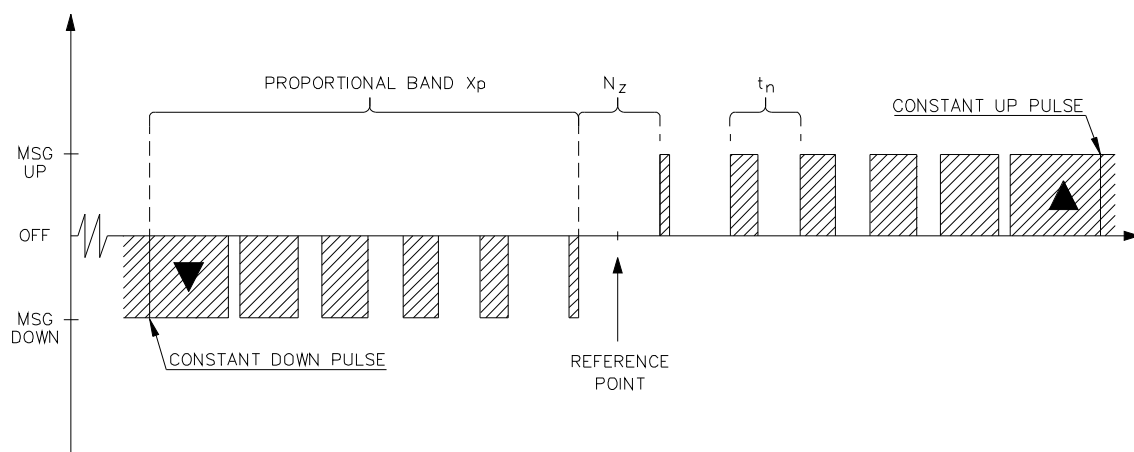


Рис. 16. Выходной релейный сигнал управления механическим регулятором MSG

Характеристика выходного сигнала широтно-импульсного модулятора (MSG) представлена на рис. 16.

Как видно из рис. 16 оператором задается зона нечувствительности N_z , период следования импульсов t_n и зона пропорционального регулирования рабочего параметра X_p (PROPORTIONAL BAND). Для управления электронным регулятором дизеля (ESG) сигнал снимаемый с выходом ШИМ в специальном преобразователе I, преобразуется в аналоговый токовый сигнал 0-20 мА. Характеристика аналогового выходного сигнала подаваемого на электронный регулятор представлена на рис.17.

Для нормального распределения мощности и регулирования частоты требуется установить для каждого регулятора дизеля значение статизма. Управление частотой и нагрузкой на генераторе выполняются DGU путем изменения величины подачи топлива и тем самым смещения внешней характеристики дизеля параллельно самой себе. (см. рис. 18)

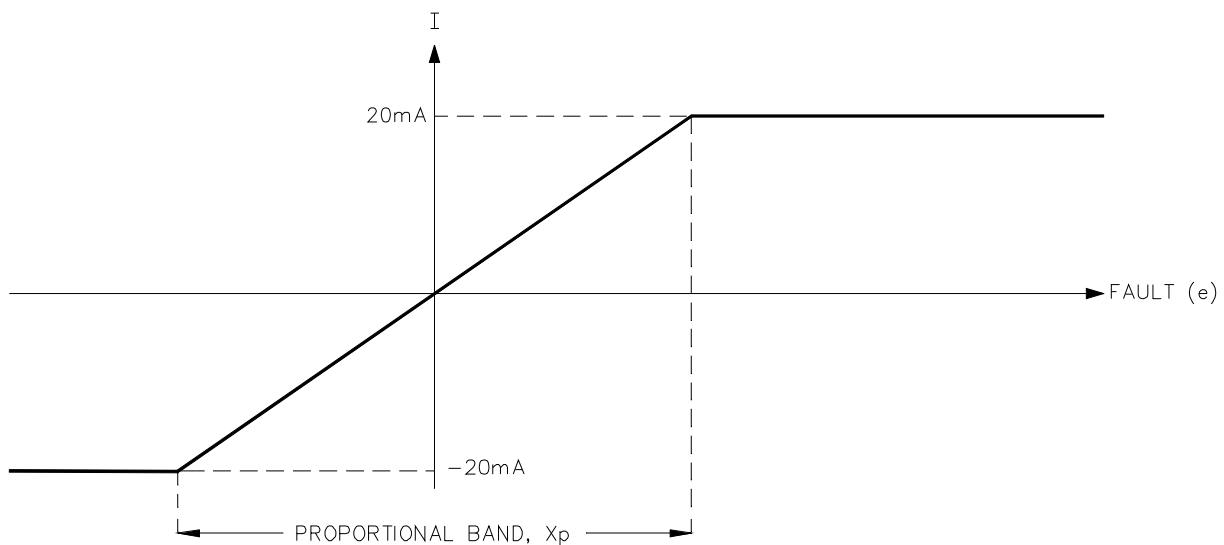


Рис. 17. Характеристика аналогового выхода для управления электронным регулятором.

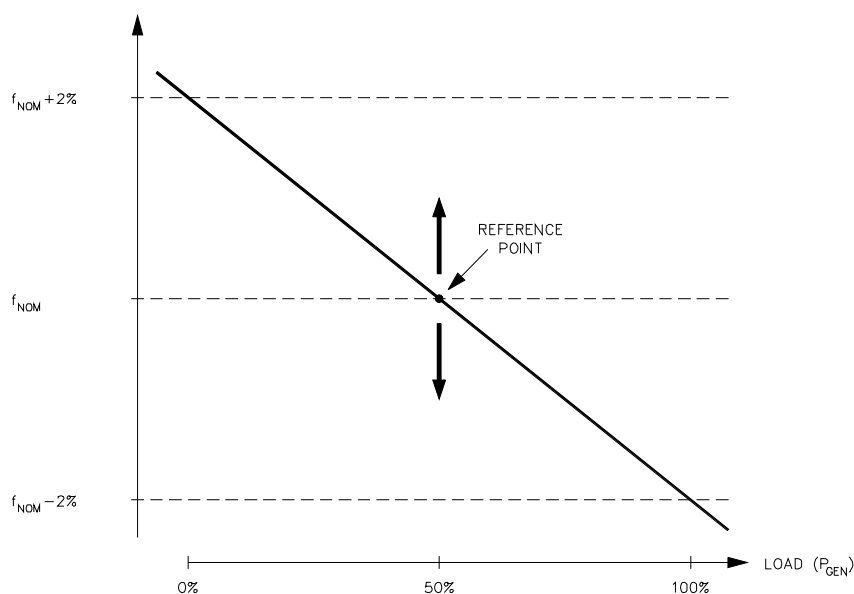


Рис. 18. Задание частоты генератора

Рекомендуется задавать для регуляторов статизм, равный 4% ($\pm 2\%$) от номинальной частоты ($f_{\text{НОМ}}$). Слишком большой статизм приведет к увеличению скорости реакции системы, что может привести к ее неустойчивости.

Слишком маленький статизм приведет к недопустимому снижению скорости реакции системы.

Для управления частотой генератора работающего в режиме ожидания и при синхронизации (генераторный автомат разомкнут) используются следующие параметры:

- уставка «DG f-GAIN IDLE» - коэффициент усиления пропорционального регулятора на холостом ходу;
- уставка «DG f/P-PULS TIME» - задание длительности импульсов широтно-импульсного регулятора;
- уставка «DG f-DEAD BAND» - задание зоны нечувствительности при регулировании частоты.
- В течение синхронизации значение зоны нечувствительности принимается равным 0.

Увеличение значения «DG f-GAIN IDLE» приводит к увеличению скорости реакции системы.

В режиме регулирования по частоты/активной мощности используются следующие параметры, определяемые оператором:

- уставка «DG f-GAIN» - коэффициент усиления реакции регулятора на изменение f при работе под нагрузкой;
- уставка «DG P-GAIN» - коэффициент усиления реакции регулятора на изменение P при работе под нагрузкой;
- уставка «DG f/P-PULS TIME» - задание длительности импульсов широтно-импульсного регулятора;
- уставка «DG f-DEAD BAND» - задание зоны нечувствительности при регулировании частоты;
- уставка «DG P-DEAD BAND» - задание зоны нечувствительности в режиме распределение мощности.

Увеличение значения «DG f-GAIN» приводит к увеличению скорости реакции системы при управлении по частоте. Увеличение значения «DG P-GAIN» приводит к увеличению скорости реакции системы при управлении по частоте и активной нагрузке.

Системой Delomatic могут выполняться два вида автоматического распределения нагрузки на генераторах:

симметричное; асимметричное.

Функция симметричного распределения нагрузки включена в состав ПО каждого DGU. Ее выполнение возможно при соблюдении следующих условий:

По умолчанию в системе Delomatic всегда реализуется симметричное распределение нагрузки. В этом режиме нагрузка распределяется равномерно на каждый генератор в соответствии с его номинальной мощностью. Во время работы каждый DGU выполняет подсчет отдаваемой мощности на шины ГРЩ, общая вырабатываемая мощность делится на суммарную номинальную мощность работающих генераторов, находящихся под управлением PMS. Полученная величина, помноженная на номинальную мощность конкретного генератора, и определяет заданную для него нагрузку. (см. рис. 19)

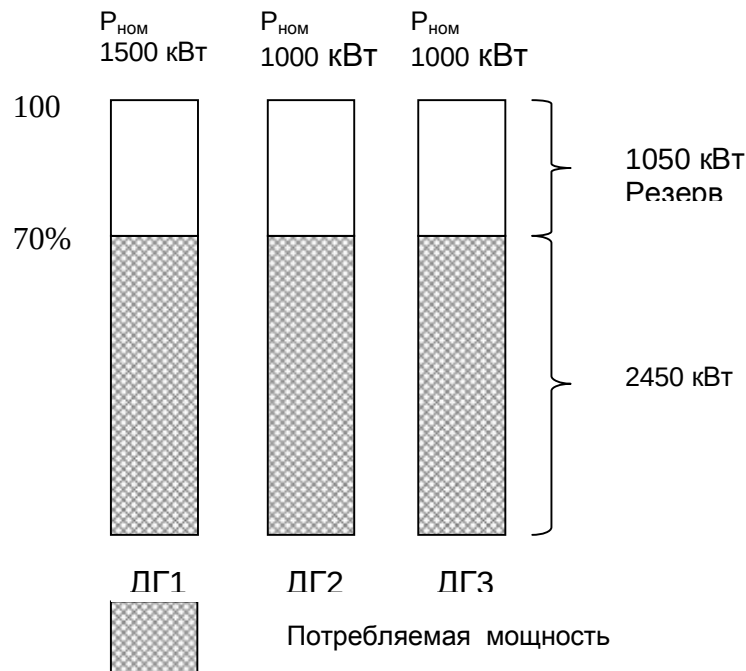


Рис. 19. Симметричное распределение нагрузки

Если номинальные мощности генераторов, работающих на шины равны, то нагрузка на них также будет одинаковой. Если - нет, то нагрузка будет распределена пропорционально их номинальным мощностям.

В режим асимметричного распределения нагрузки электростанция переводится, только командой .

При выборе данного режима, DGU с высшим приоритетом очереди на запуск нагружен на фиксированное, определяемое оператором значение мощности. Эта нагрузка называется базовой (мощностью).

Остальная нагрузка распределяется симметрично по оставшимся генераторам (см. рис.20).

Оператор имеет возможность изменять значение базовой нагрузки (мощности) посредством уставки «DG P-BASE LOAD». На ПУ DGU, осуществляющего управление генератором с базовой нагрузкой горит зеленый светодиод «BASE LOAD».

Автоматическая отмена режима асимметричного распределения нагрузки производится DGU-Мастером в следующих случаях:

- генератор, работающий с базовой нагрузкой, вырабатывает более 90% мощности, потребляемой на ГРЩ;
- нагрузка одного из генераторов, работающих в симметричном режиме, опускается ниже 2% его номинальной мощности;
- нагрузка одного из генераторов, работающих в симметричном режиме, превышает 98% его номинальной мощности;
- в случае обесточивания шин ГРЩ;
- когда ГРЩ работает только один генератор, управляемый автоматически (PMS-управление);
- режим работы электростанции изменен с АВТОМАТИЧЕСКОГО на любой другой.

В случае автоматической отмены режима асимметричного распределения нагрузки, на ПУ DGU-Мастера появляется сигнал неисправности «ASYM.LD.SH.CANC», а светодиод «BASE LOAD» горит желтым светом.

Точность распределения активной нагрузки между параллельно работающими генераторными агрегатами задается оператором с помощью следующих параметров:
 уставка «P LOAD SHARE FAIL» - допустимое отклонение мощности генератора от заданно при распределении нагрузки;
 таймер «P LOAD SHARE FAIL» - время задержки сигнала неисправности при распределении нагрузки.

При контроле точности распределения активной нагрузки не делается различий между асимметричным и симметричным режимами распределения нагрузки.

Если по истечении времени, заданного таймером «P LOAD SHARE FAIL» отклонение действительной мощности превышает допустимые пределы, на дисплее ПУ соответствующего DGU появляется следующее сообщение: «P LOAD SHARE FAIL».

В случае, если для DGU задан локальный режим управления (управление с ГРЩ), оператор имеет возможность осуществлять управление частотой генератора вручную с помощью специального устройства установленного на генераторной панели ГРЩ.

3.3 Остановка генераторного агрегата.

Процесс автоматической остановки дизельгенератора, как видно из рис.7, выполняется в два этапа:

- разгрузка ДГ и отключение генераторного выключателя;
- охлаждение дизеля на холостом ходу (х.х.) и непосредственно остановка ДГ.

Функция автоматического выключения генераторного автомата активизируется, если получена PMS-команда от DGU-Мастера на остановку генераторного агрегата, и генератор находится в готовности к автоматической остановке (остановке по PMS-команде). А также в полуавтоматическом режиме управления электростанцией, при нажатии соответствующей кнопки (“GB OFF” на ПУ).

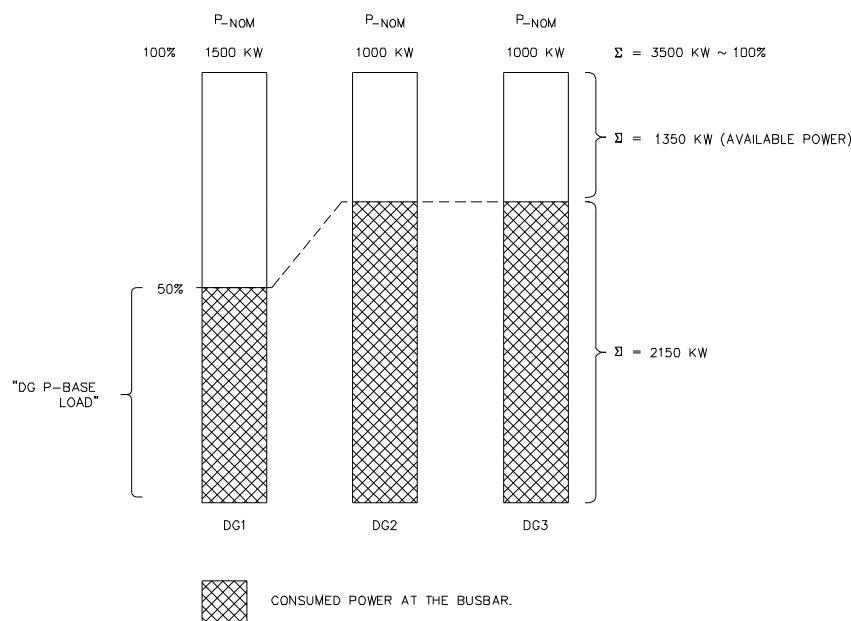


Рис. 20. Ассиметричное распределение нагрузки.

При активизации данной функции происходит разгрузка генераторного агрегата с последующим размыканием его автомата.

В полуавтоматическом режиме функция “GB OFF” задаваемая с ПУ будет исполнена только в том случае, если отключаемый генератор не является единственным, работающим на ГРЩ, и если при его отключении не произойдет перегрузка оставшихся генераторов с учетом необходимого резерва мощности (резерв мощности на шинах должен быть больше, чем номинальная мощность отключаемого генератора). Команда на замыкание генераторного автомата, вызванная нажатием на кнопку «GB ON», немедленно прерывает процесс его размыкания.

Для подтверждения готовности генератора к автоматической остановке необходимо соблюдение следующих условий:

DGU генератора находится в автоматическом режиме управления (PMS-управление);

генераторный автомат замкнут;

отсутствует сигнал неисправности «DGB OFF FAILURE» - генераторный автомат не отключился по команде DGU;

отсутствует сигнал неисправности «DG DELOAD FAIL» - сигнал неисправности и разгрузки ДГ перед отключением его автоматического выключателя.

При активизации функции выключения генераторного автомата, в начале производится автоматическая разгрузка генератора. После уменьшения нагрузки на генераторе ниже значения, заданного уставкой «DGB OFF P-MAX», происходит размыкание генераторного автомата. Оператор имеет возможность изменять значение данной уставки. Если по истечении заданного времени нагрузка на разгружаемом генераторе не снизилась до установленного предела, то на дисплее соответствующего ПУ появляется сообщение: «DG DELOAD FAIL». При появлении данного сигнала неисправности, электростанция автоматически переводится в режим симметричного распределения нагрузки, генератор, если это возможно, нагружается в соответствии с данным режимом работы.

Существует два варианта разгрузки генератора: быстрая и шаговая.

При быстрой разгрузке DGU снижает значение заданной мощности для контролируемого генератора до 0, в результате чего генератор разгружается, а скорость снижения мощности зависит только от характеристик регуляторов первичных двигателей. Если в течение заданного таймером «DGB DELOAD TIME» времени не произойдет отключения генераторного автомата, то появляется сигнал неисправности «DG DELOAD FAIL». Оператор может изменять значение таймера по своему усмотрению.

В режиме шаговой разгрузки производится постепенное - каждую секунду, - уменьшение значения заданной мощности генератора на величину, определяемую соответствующей уставкой, до 0. В результате нагрузка на генераторе уменьшается постепенно, следуя за автоматически задаваемым значением с определенной скоростью.

Время полной разгрузки рассчитывается автоматически в соответствии со значением отдаваемой мощности генератора на момент поступления команды разгрузки и заданным шагом снижения мощности. По истечении этого времени, если не произошло отключение генераторного автомата, появляется соответствующий сигнал неисправности. Шаг снижения мощности определяется программируемой уставкой: «DG RAMPDOWN RATE».

Контроль отключения генераторного автомата выполняется модулем SCM-1. Управление процессом отключения генераторного автомата представленного на рис. 21, где:

- 1) Сигнал отключения генераторного автомата снимается с соответствующего выхода DGU при поступлении сигнала подтверждения размыкания автомата.
- 2) Время, заданное таймером контроля размыкания автомата, истекло.

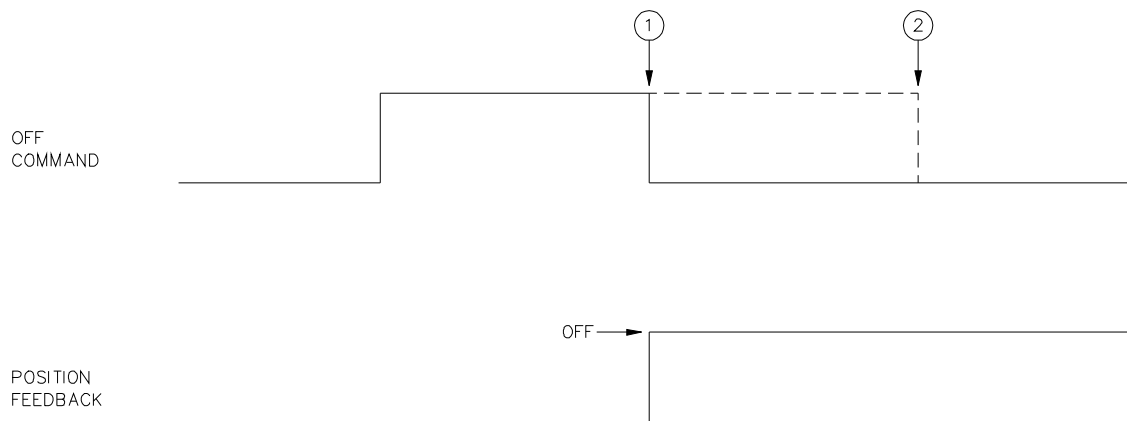


Рис. 21. Управление выключением генераторного выключателя

При размыкании генераторного автомата гаснет светодиод «GB ON» на соответствующей ПУ. Если через 1 секунду после поступления команды на размыкание автомата не появился сигнал подтверждения этого состояния, то формируется сигнал неисправности, и на дисплее ПУ появляется сообщение «DGB OFF FAILURE». В этом случае генератор автоматически переводится в режим (симметричного) распределения нагрузки и нагружается (по возможности) в соответствии с заданной для него на данный момент мощностью.

Блок –схема алгоритма отключения генераторного выключателя представлена на рис. 22. Значение операторов алгоритма следующее:

A1 – отключение GB защитой;

A2 – формирование PMS команды на отключение GB;

B1 – GB готов к выключению?;

A3 – передача PMS команды на остановку следующему в очереди на ДГ;

A4 – иницианирование программы разгрузки ДГ и запуск таймера контроля времени разгрузки ДГ;

B2 – ДГ разгружен?;

B3 – время работы таймера разгрузки ДГ истекло?;

A5 – включение аварийной сигнализации «Отказ разгрузки ДГ»;

A6 – команды на выключение GB и запуск таймера контроля времени отключебния GB;

B4 – контакты GB разомкнуты?;

B5 – таймер контроля времени отключения GB закончил работу?;

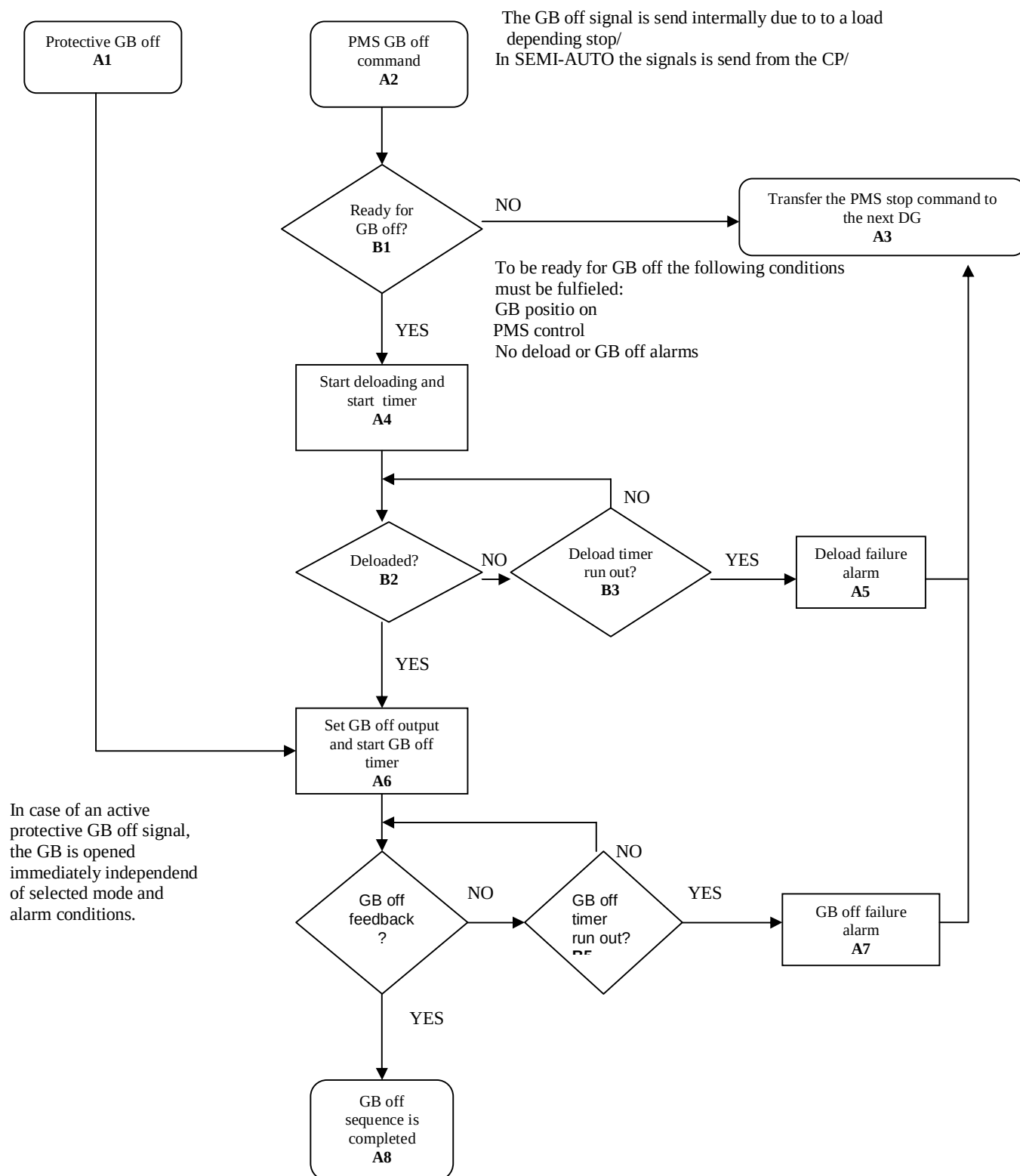
A7 – включение аварийной сигнализации «Отказ выключения GB»;

A8 – последовательность выключения GB исполнена

Функция автоматической остановки генераторного агрегата активизируется после состоявшегося отключения генераторного автомата (выключателя).

Каждый DGU имеет возможность выполнять автоматическую или полуавтоматическую остановку генераторного агрегата, включающие в себя следующие шаги: предварительное охлаждение ДГ перед остановкой в течение заданного оператором времени; непосредственная остановка ДГ.

В режиме полуавтоматического управления электростанцией, для инициации процесса автоматической остановки ДГ оператору достаточно нажать кнопку «STOP» на ПУ соответствующего DGU. Если при выполнении полуавтоматической остановки оператор подал команду на включение генераторного автомата или на запуск генератора, то остановка ДГ немедленно прерывается и начинает выполняться вновь поступившая команда.



**Рис. 22. Блок-схема алгоритма
отключения генераторного
выключателя**

Задание параметров автоматической остановки.

Оператор имеет возможность задавать следующие параметры, необходимые для исполнения функции автоматической остановки ДГ:

таймер «COOL DOWN TIME» - время от момента отключения выключателя до команды «STOP»;

таймер «MAX STOP TIME» - максимальное время остановки, с момента подачи команды «STOP» до полной остановки;

таймер «EXTENDED STOP » - время в течение которого сигнал «STOP» сохраняется после того, как обороты дизеля снизились ниже заданного предела..

Если по истечении времени, определяемого таймером «MAX STOP TIME», на входе «ENGINE RUN-NING / ENGINE RPM» по прежнему присутствует активный сигнал, или на шинах генератора сохраняется напряжение, то формируется сигнал неисправности, и на дисплей ПУ выводится сообщение: «DG STOP FAILURE».

Процесс автоматической остановки ДГ представлен на рис. 23, где:

- 1) Начало отсчета таймера «MAX STOP TIME».
- 2) Формирование сигнала неисправности «DG STOP FAILURE», если ДГ не остановился.

Процесс охлаждения выводимого из работы ДГ может быть прерван в следующих случаях:
поступила команда на аварийную остановку дизеля;
получена команда на автоматический запуск ДГ (PMS-команда START).

ДГ может быть запущен, но не подключен к сети по причине неисправности системы возбуждения генератора, когда не удастся достичь заданных значений частоты и/или напряжения на шинах. Также генератор может быть запущен в полуавтоматическом режиме, и оставаться неподключенным к шинам до тех пор, пока электростанция не будет переведена в автоматический или безопасный режимы управления.

Неподключенный генератор будет остановлен автоматически командой DGU по истечении времени, заданного таймером “DG STOP NON CON”. Этого не произойдет если генератор отключен от сети одной из защит (например, “аварийное размыкание генераторного автомата”).

Если оператору необходимо оставить неподключенный к сети ДГ на ходу, он должен перевести его в режим локального управления (управление с ГРЩ), в противном случае, по истечении времени, заданного таймером “DG STOP NON CON”, производится автоматическая остановка ДГ.

Поддержание ДГ в горячем резерве.

Функция поддержания ДГ в горячем резерве начинает действовать, как только генератор оказывается в состоянии готовности к автоматическому пуску. И представляет собой импульсный сигнал, формируемый на выходе «PRIMING». Данный сигнал обеспечивает запуск и остановку необходимых механизмов с заданными интервалами времени. Длительность импульсов определяется уставкой «PRIMING ON TIME», длительность пауз между отдельными импульсами - таймером «PRIMING OFF TIME». Установив нулевое значение для данного таймера можно добиться непрерывной работы системы поддержания горячего резерва. Данная функция прекращает свое действие при поступлении команды на автоматический пуск генератора.

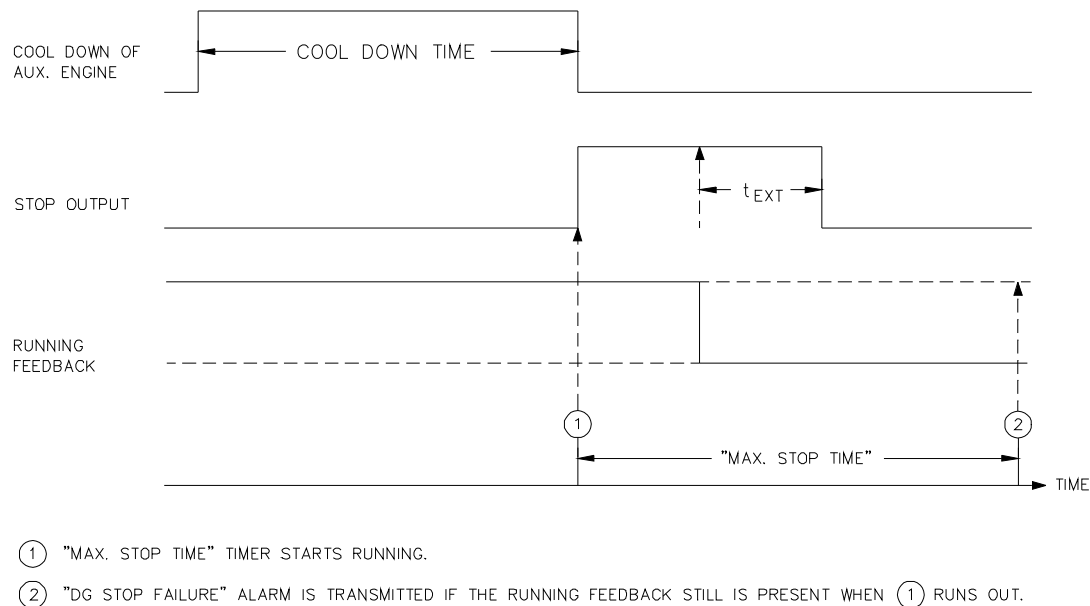


Рис.23. Процесс автоматической остановки ДГ

Установка контроля целостности соединений.

С помощью уставки «OFFSET ANA.OUT.X» оператор имеет возможность активизировать или отменить функцию контроля целостности соединений для любого аналогового выхода.

Масштабирование аналоговых сигналов.

Масштаб для аналоговых сигналов определяется с помощью следующих уставок:

- уставка «MIN SCALE AO-X» определяет значение величины контролируемого параметра, соответствующее 0%, если выключен контроль целостности кабелей, и 20%, если данный контроль включен, данное значение должно быть больше 0;
- уставка «MAX SCALE AO-X» - определяет значение величины контролируемого параметра соответствующее 100%.

Блок-схема алгоритма автоматической остановки дизельгенератора представлена на рис.24. Значение операторов алгоритма следующее:

- A1 – формирование команды на экстренную остановку по сигналу защиты;
- A2 – формирование PMS команды на остановку;
- B1 - ДГ готов к остановке?;
- A3 – передача PMS команды на остановку следующему в очереди ДГ;
- A4 – формирование выдержки времени нормальной остановки с охлаждением на холостом ходу;
- A5 – формирование команды отключения ДГ от сети и пуск таймера контроля времени на остановки ДГ;
- B2 – ДГ работает?;
- B3 – таймер контроля времени остановки ДГ закончил работу?;
- A6 – включение аварийной сигнализации «Отказ остановки ДГ»;
- A7 – отключение контроля времени нормальной остановки;
- A8 – снятие команды на отключение ДГ от сети;
- A9 – процесс выполнения операций последовательности остановки ДГ завершен.

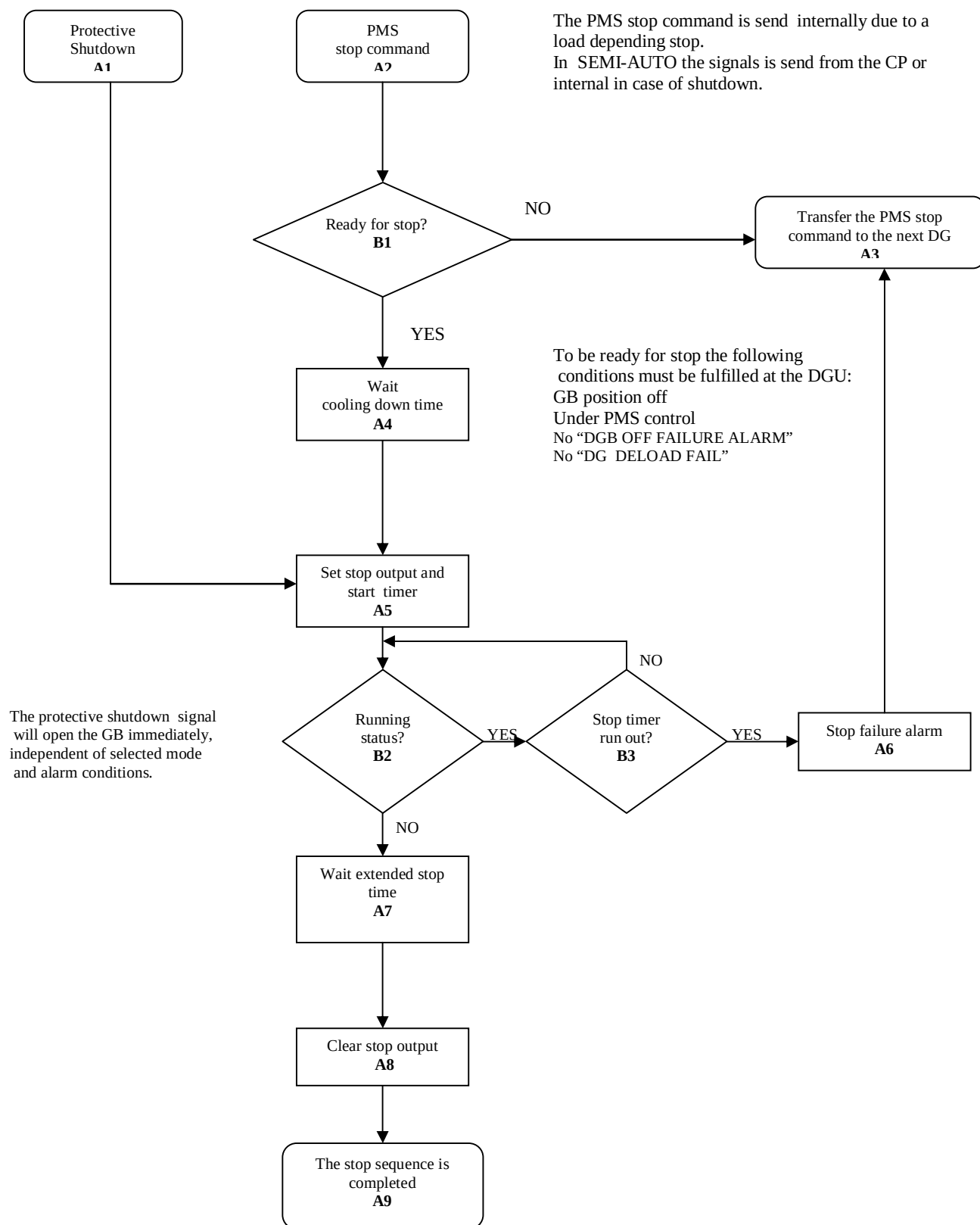


Рис. 24 Блок-схема алгоритма автоматической остановки дизельгенератора

3.4. Пуск и остановка генератора по нагрузке на ГРЩ.

Данная функция доступна, если электростанция работает либо в режиме АВТО, либо в режиме РАЗДЕЛЬНАЯ РАБОТА, и автомат питания с берега выключен.

Команды на пуск и остановку генераторов формируются PMS на основе расчетов необходимого количества генераторов для поддержания на шинах ГРЩ требуемой мощности. В соответствии с этими командами исполняются функции пуска/остановки ДГ, в порядке их очереди.

В ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОМ режиме с помощью данной функции осуществляется контроль резерва мощности на шинах ГРЩ. При попытке отключения генераторного автомата вручную, проверяется резерв мощности на ГРЩ. Если, в случае отключения генераторного автомата, ожидаемый резерв мощности оказывается недостаточным, то отключение автомата запрещается.

Расчет значения мощности для пуска/остановки генераторов основывается на заданных оператором уставках запуска и отключения ДГ, а также на специальной величине, названной «ожидаемый резерв мощности» $P_{рез}$.

Для определения ожидаемого резерва вычисляется общий измеренный резерв мощности, $P_{рез}$ который определяется путем суммирования резервов мощности каждого генератора, работающего в режиме PMS-управления на ГРЩ (см. рис. 25).

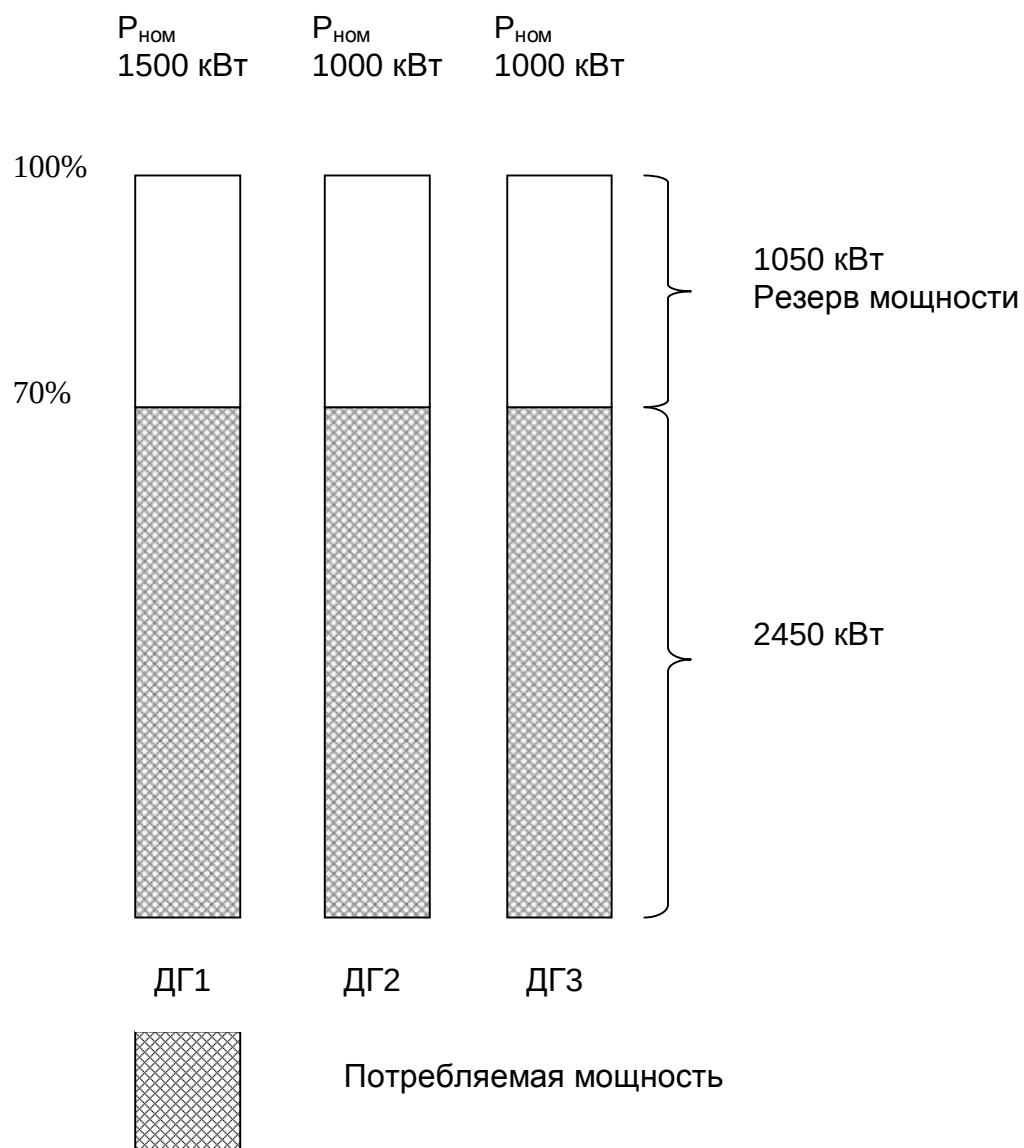


Рис. 25 Определение резерва мощности

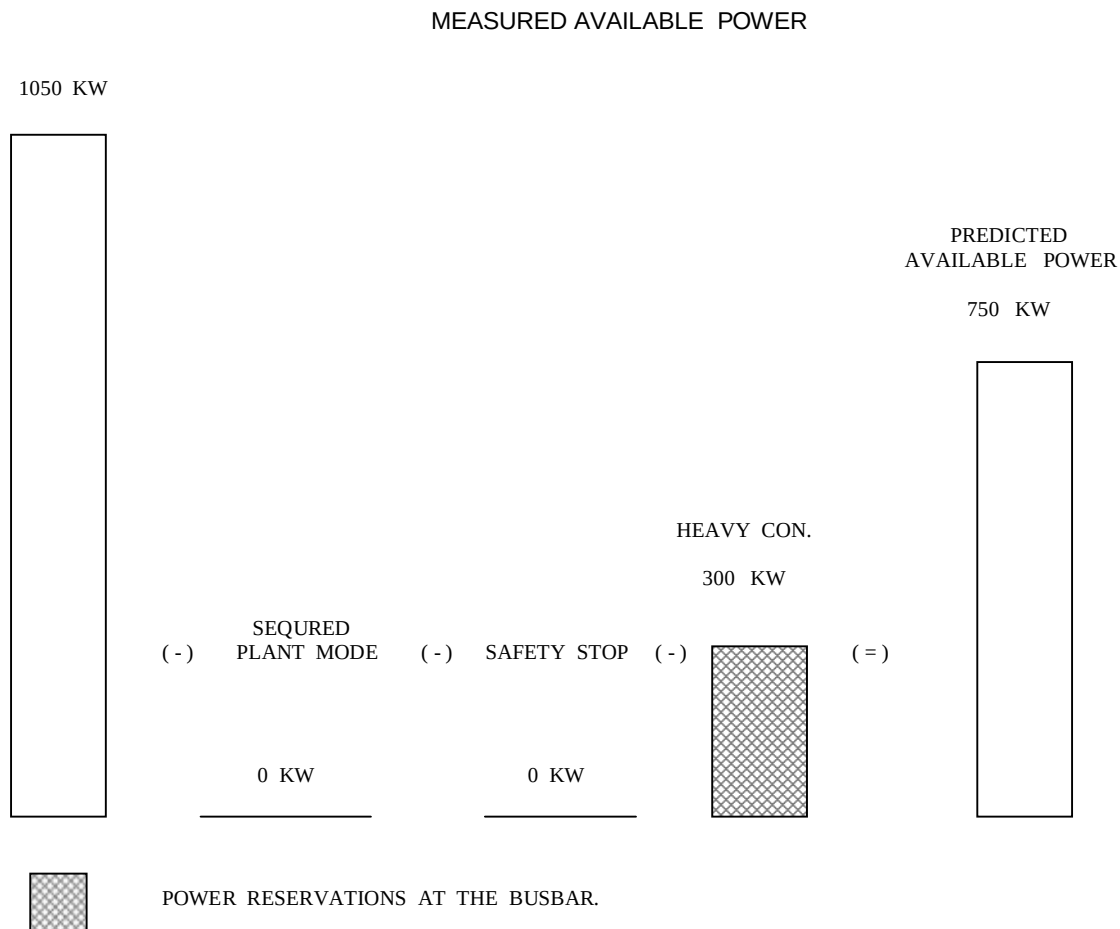


Рис. 26 Определение расчетного резерва мощности

Ожидаемый резерв мощности определяется в соответствии с измеренным резервом мощности за вычетом следующих возможных событий: планируемый перевод электростанции в режим безопасной работы;

планируемая остановка одного из генераторов;

планируемое включение одного из мощных потребителей.

Данные события могут привести к значительному изменению резерва мощности на шинах ГРЩ.

Пример расчета ожидаемой резервной мощности $P_{рез}$ в случае необходимости запуска одного из мощных потребителей представлен на рис.26.

Рассчитанный ожидаемый резерв мощности (с учетом планируемых событий) сравнивается с соответствующей уставкой «Load Start Limit». По результатам сравнения формируется команда на пуск/остановку очередного генератора.

Процесс формирования команды на пуск очередного генератора по результатам сравнения уставки и ожидаемого резерва мощности на шинах ГРЩ представлен на рис. 27.

Формирование команды на пуск генератора производится с выдержкой времени, для того чтобы избежать случайных пусков при кратковременных увеличениях нагрузки на ГРЩ.

Оператор имеет возможность задавать следующие величины:

уставка «Load Start Limit» - минимальный запас мощности на шинах ГРЩ при достижении которого формируется команда на пуск резервного ДГ;

таймер «Load Start Delay» - выдержка времени на пуск резервного ДГ по нагрузке на ГРЩ.

PMS-команда на пуск генератора по нагрузке на ГРЩ передается на следующий в очереди ДГ, если один из работавших на ГРЩ генераторов оказался неисправным. Генератор считается неисправным, если выполняется одна из следующих программ:

- остановка ДГ («SAFETY STOP»);
- аварийное отключение генераторного автомата;
- аварийная остановка дизеля («SHTDOUN»)

Блок-схема алгоритма формирования команды на пуск резервного ДГ в зависимости от нагрузки на шинах ГРЩ представлена на рис. 28. Значение операторов алгоритма следующее:

- B1, B4, B7 – резервная мощность слишком мала?;
- B2, B5 – есть ли готовые к автоматическому пуску ДГ?;
- A1, A2 – запуск выдержки времени «Пуск резервного ДГ в зависимости от нагрузки»;
- B3, B6 – время выдержки истекло?;
- A3 – определить первого в очереди на пуск ДГ?;
- A4 – отменить формирование PMS команды на пуск в зависимости от нагрузки;
- A5 – передачи PMS команды на пуск резервного ДГ;
- A6 – включение сигнализации «Резервная мощность слишком мала».

Команда на остановку генератора по нагрузке на ГРЩ формируется по результатам сравнения соответствующей уставки и ожидаемого резерва мощности на шинах, который образуется вычитанием из измеренного резерва мощности номинальной мощности планируемого к остановке (первого в очереди на остановку) генератора. Данная уставка определяет необходимый минимальный резерв мощности на шинах ГРЩ. (см. рис. 29)

Передача команды на остановку генератора производится с выдержкой времени, для того чтобы избежать случайных остановок при кратковременных снижениях нагрузки на ГРЩ.

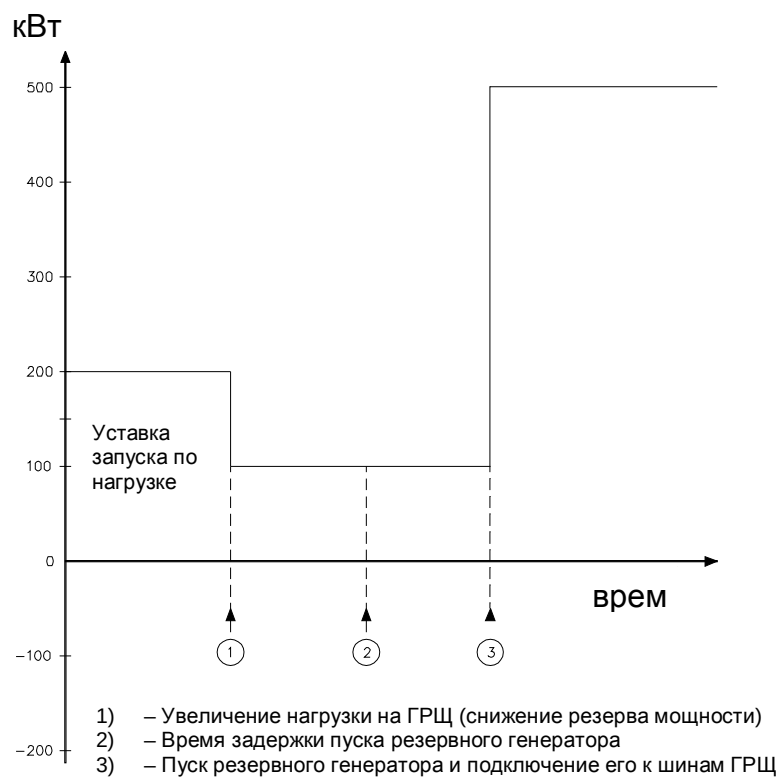


Рис. 27 Диаграмма изменения резервной мощности на шинах ГРЩ

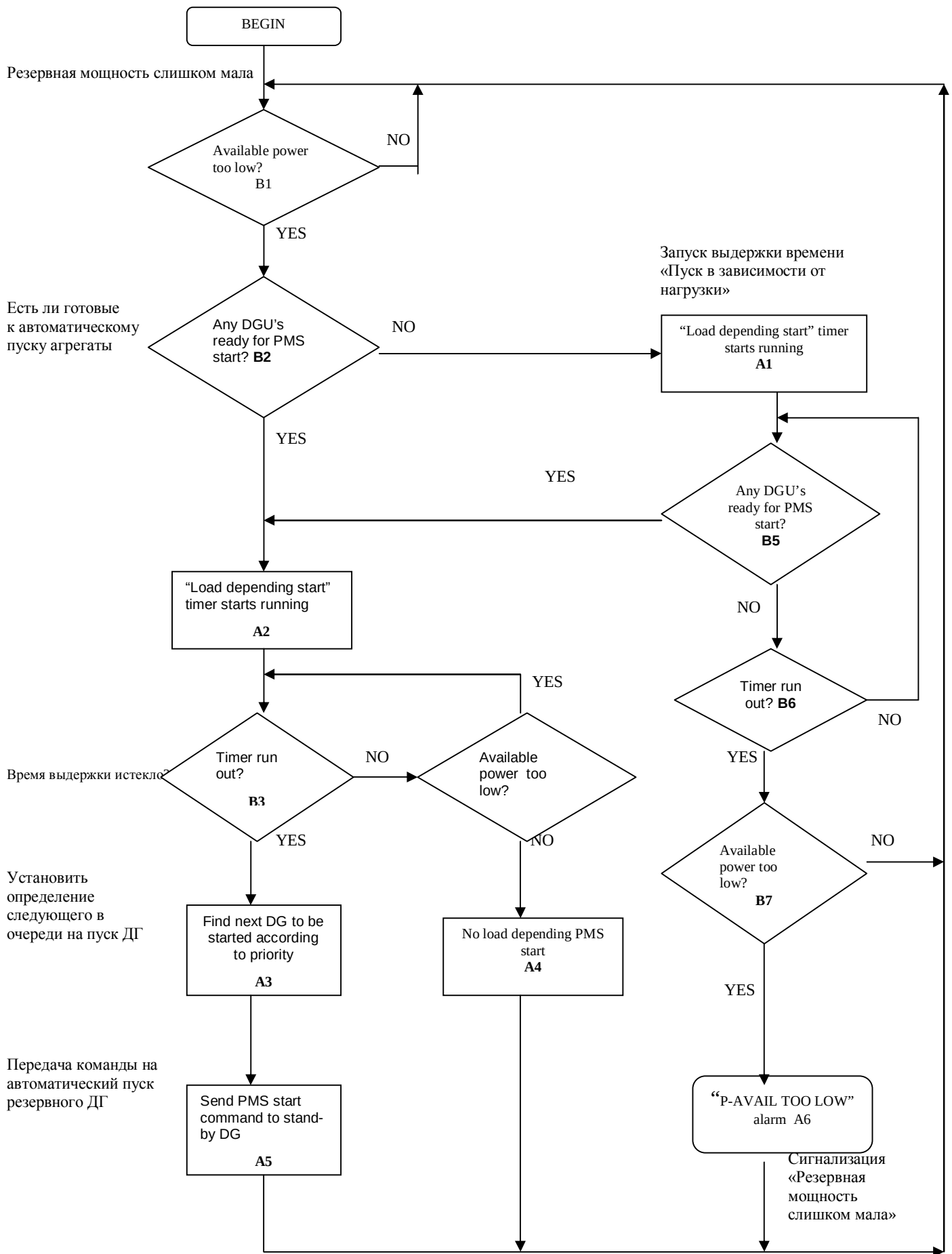
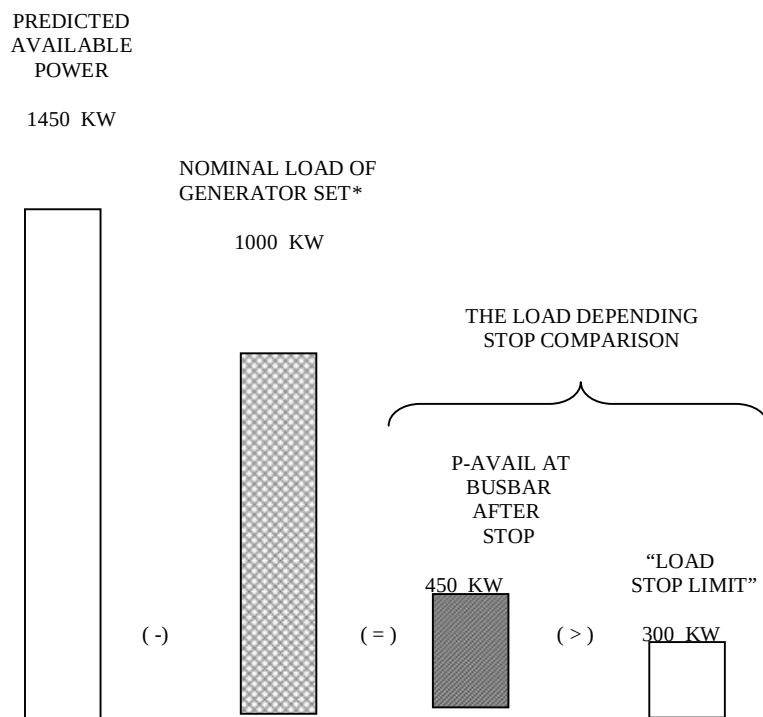


Рис. 28 Блок схема алгоритма формирования команды на пуск резервного ДГ в зависимости от нагрузки на шинах ГРЩ



* NOMINAL LOAD OF THE GENERATOR SET WITH THE HIGHEST STOP PRIORITY.

Рис. 29 Вычисление ожидаемого резерва мощности на шинах ГРЩ после остановки ДГ

Оператор имеет возможность задавать следующие величины:

уставка «Load Stop Limit» - максимальный резерв мощности на шинах ГРЩ, при котором формируется команда на остановку резервного ДГ;

таймер «Load Stop Delay» - выдержка времени на остановку резервного ДГ в зависимости от нагрузки.

Блок-схема алгоритма формирования PMS команды на остановку резервного ДГ в зависимости от резерва мощности на шинах ГРЩ представлена на рис. 30. Значение операторов алгоритма следующее:

B1, B3 – резервная мощность больше достаточной?;

A1 – запуск выдержки времени «Остановка в зависимости от нагрузки»;

B2 – время выдержки истекло?;

A2 – установка выдержки времени «Остановка резервного ДГ в зависимости от нагрузки» в исходное состояние;

A3 – определение следующего в очереди на остановку ДГ;

A4 – передача команды на автоматическую остановку резервного ДГ;

B4 – остановка успешно завершена?;

A5 – передача команды на остановку следующего в очереди резервного ДГ.

Разница между максимальным и минимальным запасом мощности образует необходимый для нормальной работы электростанции гистерезис.

Формирование очереди генераторов.

В соответствии с заданной очередью и рабочим статусом генератора системой Delomatic автоматически назначается, для каждого генераторного агрегата его очередь на пуск и остановку по PMS-командам (см. рис.31).

Данная очередь используется при формировании команд на пуск/остановку генераторов по нагрузке на ГРЩ.

При определении очереди генераторов учитываются только генераторы, готовые к пуску/остановке по команде PMS. Если какой-либо DGU переведен в режим локального управления (управления с ГРЩ), он не учитывается при формировании очереди генераторов.

Программирование и вывод на индикацию очереди генераторов производится посредством ПУ DGU-Мастера. Заданная очередь считается системой Delomatic ошибочной и не принимается к исполнению в следующих случаях:

два или более генераторов имеют один и тот же номер в очереди;

генератору присвоено несколько номеров в очереди.

Ниже приводится пример для электростанции, состоящей из 4-х генераторов со следующей заданной очередью: 2-ой G – 3-ий G – 1-ый G – 4-ый G:

Номер ДГ

START PRIORITY 2 – 3 – 1 - 4

Максимальный размер очереди системы Delomatic - 8 генераторов.

Изменения, сделанные оператором в очереди, автоматически приводят к изменению приоритета генераторов. Если какой-либо из генераторов, находящихся в резерве получает более высокий приоритет в очереди, чем один из работающих, то производится его автоматический пуск и подключение к шинам для замены генератора с низшим приоритетом.

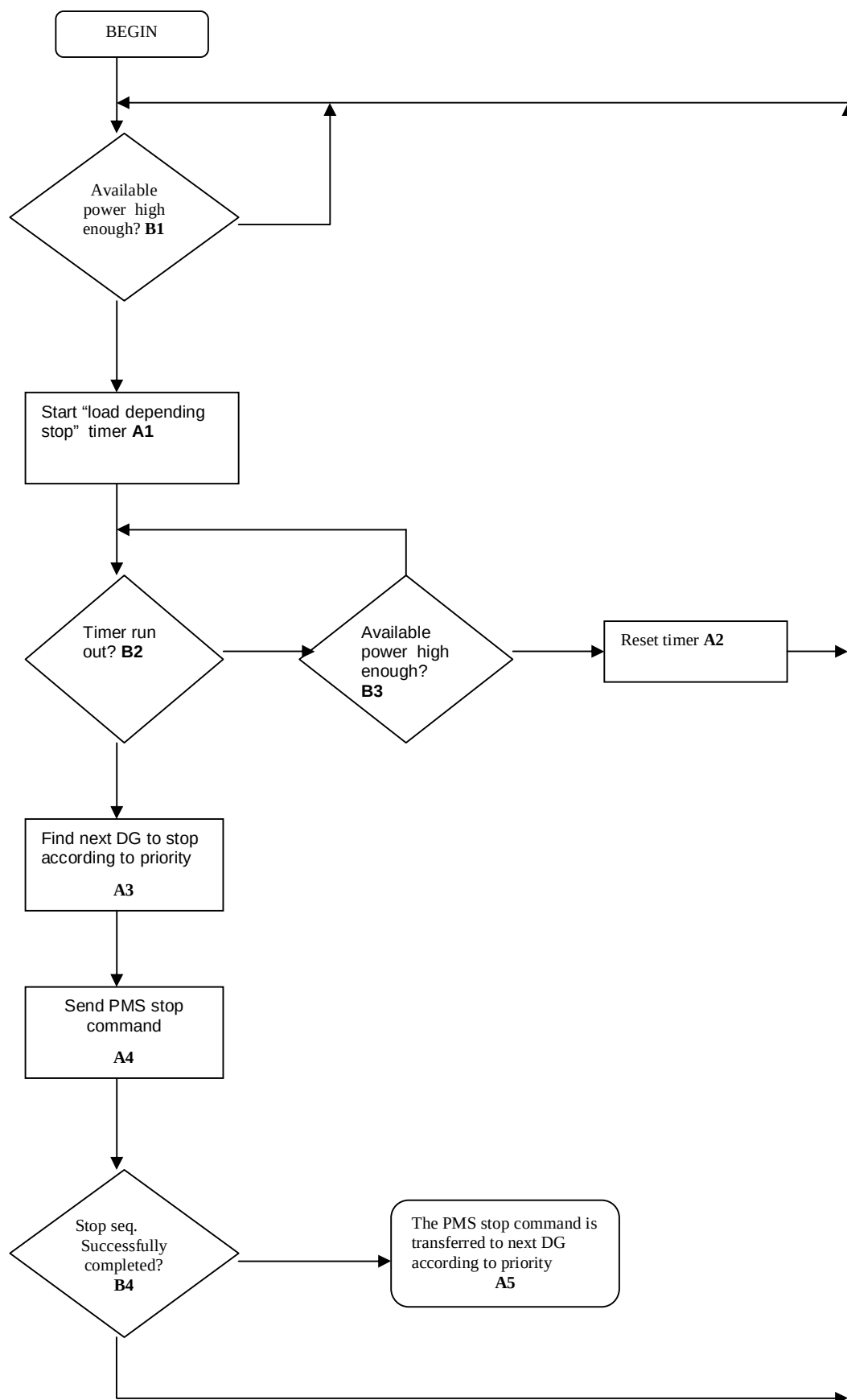


Рис. 30 Блок схема алгоритма формирования команды на остановку резервного ДГ в зависимости от нагрузки

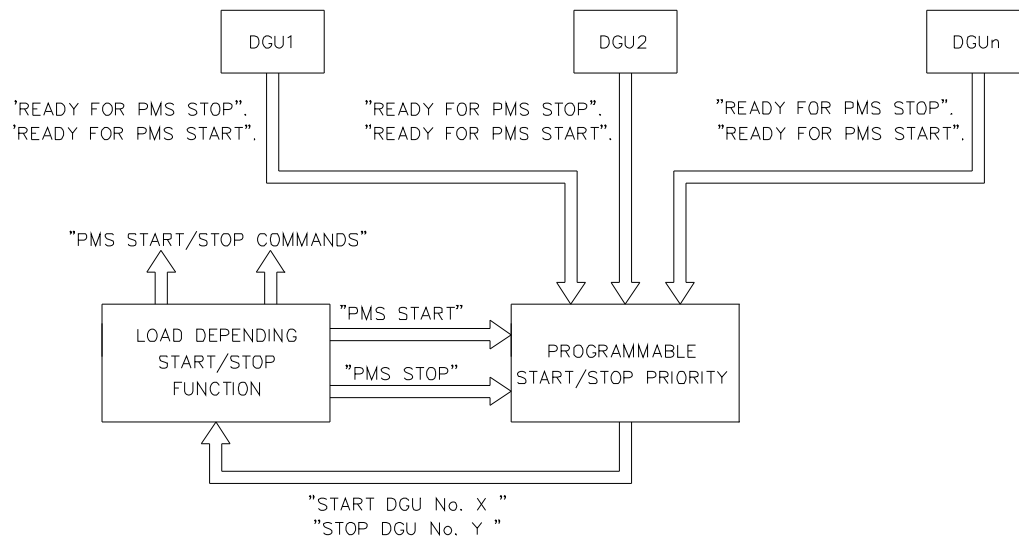


Рис.31 Формирование очереди генераторов.

3.5. Определение очереди генераторов.

DGU-Мастер регулярно производит автоматическое определение приоритета для каждого генератора в соответствии с заданной оператором очередью.

Очередь, индицируемая на дисплее как: 2 – 3 – 1 – 4 означает следующее:

DGU2 - первый в очереди на запуск (высший приоритет);

DGU3 - второй;

DGU1 - третий;

DGU 4 - четвертый (низший приоритет).

На DGU, которому присвоен высший приоритет, горит зеленый светодиод "1ST START PRIORITY".

DGU-Мастер в течение работы задает приоритет остановки генераторов в соответствии с очередью, заданной оператором.

Очередь, индицируемая на дисплее следующим образом: 2 – 3 – 1 – 4 означает:

DGU 4 - первый в очереди на остановку (высший приоритет);

DGU1 - второй;

DGU3 - третий;

DGU2 – четвертый.

Оператор имеет возможность присвоить высший приоритет на запуск любому генератору нажатием кнопки «1st PRIOR» на ПУ соответствующего DGU.

Ниже приведен пример для генератора №4, первоначальная очередь имеет следующий вид: 2 – 3 – 1 – 4. После нажатия кнопки «1st PRIOR» на ПУ DGU, управляющего 4-ым генератором очередь меняется следующим образом: 4 – 2 – 3 – 1.

В соответствии с новой очередью происходит изменение состава генераторов, подключенных к ГРЩ. Данный процесс осуществляется с помощью функции запуска/остановки генераторов по нагрузке на ГРЩ.

Функции автоматического присвоения высшего приоритета на пуск позволяет равномерно распределять время наработки генераторных агрегатов.

Полное время наработки каждого генераторного агрегата сохраняется счетчиком «TOTAL RUN HOURS» соответствующего DGU.

Оператор имеет возможность задать время между автоматическим переназначением высшего приоритета в соответствии со временем наработки генератора:

уставка «AUTO PRIOR.INT.».

Отсчет временных интервалов ведется по встроенному в DGU таймеру реального времени. Данную уставку можно изменять только посредством DGU-Мастера.

После автоматического назначения высшего приоритета одному из генераторов запускается отсчет заданного оператором реального времени. По окончании данного интервала производится автоматическое переназначение высшего приоритета генератору с минимальным временем наработки.

При присвоении данной уставке нулевого значения, функция не выполняется.

Можно привести пример автоматического переназначения высшего приоритета для следующей очереди

2 - ("TOTAL RUN HOURS" = 12550); 3 - ("TOTAL RUN HOURS" = 12520)

1 - ("TOTAL RUN HOURS" = 12500 *) 4 - ("TOTAL RUN HOURS" = 12560.

После автоматического переназначения очередь примет следующий вид: 1 – 2 – 3 – 4.

3.6. Функции электростанции при обесточивании.

Функция системы Delomatic при обесточивании действуют в случае, если электростанция работает в одном из следующих режимов:

полуавтоматический;

автоматический;

режим раздельной работы.

Состояние полного обесточивания шин ГРЩ контролируется каждым DGU в системе. Команда на запуск генераторов по обесточиванию формируется DGU-Мастером в случае получения сигналов о полном обесточивании ГРЩ от всех DGU.

Каждый из DGU транслирует в сеть сигнал полного обесточивания в случае соблюдения следующих условий, по истечении заданной выдержки времени - "DEAD BUSBAR":

наибольшее измеренное линейное напряжение на шинах ГРЩ ниже 20% от номинального значения;

автомат генератора, контролируемого данным DGU, разомкнут;

DGU не обнаружил состояния КЗ на шинах.

При обнаружении любым из DGU состояния КЗ блокируется исполнение последовательности запуска генераторов по обесточиванию. Оператор должен сквитировать сигнал неисправности «КЗ на шинах», чтобы обеспечить возможность пуска генераторов.

При несоблюдении одного или нескольких, упомянутых ранее условий, сигнал полного обесточивания пропадает.

В случае появления сигнала полного обесточивания в момент, когда один из генераторов синхронизировался с шинами ГРЩ, происходит автоматическое квитирование сигнала неисправности «несостоявшаяся синхронизация», что позволяет генератору сразу подключиться на обесточенные шины.

В случае, если DGU-Мастер не в состоянии обмениваться информацией с одним из DGU из-за обнаружения ошибки передачи данных (сообщение о данной неисправности выводится на ПУ соответствующего DGU), то для формирования команды на запуск генераторов по обесточиванию, не требуется сигнал от данного DGU.

Для автоматического пуска по обесточиванию DGU хотя бы одного из генераторов должен находиться в режиме автоматического управления (PMS-управление) (см. рис.32).

Автоматический пуск по обесточиванию ГРЩ выполняется следующим образом:

PMS-команда на запуск первых двух генераторов в очереди передается на соответствующие DGU, находящиеся в режиме автоматического управления (PMS-управление);

автомат генератора, первым вышедшего на номинальный режим, включается по команде соответствующего DGU, подтверждение замыкания контактов автомата передается на DGU-Мастера, если же генераторный автомат не замкнулся в течение 2 секунд, то формируется команда на включение без синхронизации автомата второго работающего генератора;

генератор, запустившийся вторым, синхронизируется с шинами ГРЩ после (приблизительно) двухсекундной задержки с момента установления на шинах ГРЩ номинальной частоты и напряжения;

в случае незапуска одного из выбранных генераторов команда на пуск передается на следующий в очереди генератор, и так до тех пор, пока сохраняются признаки обесточивания ГРЩ;

после того, как хотя бы один из генераторов включается на шины ГРЩ, признаки обесточивания исчезают, и Delomatic переходит в режим нормальной работы.

Блок-схема алгоритма формирования команд на пуск генераторов при обесточивании шин ГРЩ представлен на рис.33.

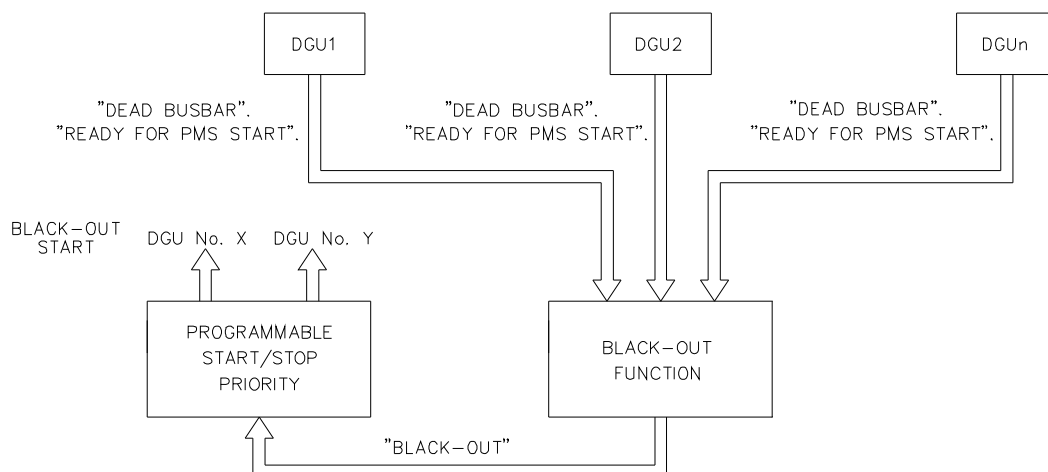


Рис. 32 Функции электростанции при обесточивании

Значение операторов алгоритма следующее:

- B1 – шины ГРЩ полностью обесточены?;
- A1 – определение двух ДГ с высшим приоритетом на пуск и передача команды на пуск;
- B2 – один из дизельгенераторов работает?;
- A2 – включение первого из работающих ДГ на шины и блокировка подключения второго;
- B3 – автомат первого ДГ включился?;
- A3 – включение второго работающего ДГ на шины ГРЩ;
- B4, B5 – автомат второго ДГ включился?;
- A4, A5, A7 – передача команды на пуск следующему в очереди ДГ;
- A6 – синхронизация следующего ДГ с шинами ГРЩ;
- B6, B7 – резервный ДГ работает?;
- A8 – включение работающего ДГ на шины и блокировка других ДГ;

3.7. Включение мощных потребителей.

Система Delomatic обеспечивает включение до 3-х мощных потребителей в зависимости от нагрузки на ГРЩ.

При получении запроса на запуск мощного потребителя HC_n , его включение на шины задерживается до тех пор, пока не будет обеспечен достаточный ожидаемый резерв мощности в соответствии с уставкой "Load start limit" (минимальный запас мощности на шинах ГРЩ) с учетом номинальной мощности запускаемого потребителя HC_n . Номинальная мощность потребителя задается с ПУ оператором с помощью уставки « HC_n MAX POWER».

После достижения на шинах ГРЩ необходимого резерва мощности для включения HC_n , по истечении заданной выдержки времени, происходит его подключение. Выдержка времени («DELAY ASK. HC_n ») необходима для того, чтобы запустившийся генератор успел принять на себя нагрузку до включения мощного потребителя.

Запросы на одновременное включение мощных потребителей обрабатываются в соответствии с приоритетом потребителей – сначала первый, затем другие, в порядке очереди. Поэтому потребитель с высшим приоритетом должен подключаться к Delomatic, как HC_1 .

При поступлении запроса на включение мощного потребителя системой Delomatic выполняются следующие шаги:

производится расчет ожидаемого резерва мощности с учетом включения мощного потребителя;

если ожидаемый резерв мощности на шинах окажется ниже заданного уставкой «LOAD START LIMIT», формируется PMS команда на запуск следующего в очереди генератора,

в случае, если ожидаемый резерв мощности окажется меньше 0, блокируется задержка времени «DELAY ASK. HC_n » до тех пор, пока после запуска и подключения к шинам ГРЩ очередного генератора не будет рассчитан новый ожидаемый резерв мощности;

после достижения на шинах ГРЩ необходимого запаса мощности, начинается отсчет времени, заданного таймером «DELAY ASK. HC_n »;

по истечении выдержки времени, если резерв мощности на шинах по-прежнему достаточен, на пускатель мощного потребителя передается команда подтверждения пуска.

Процесс пуска мощного потребителя, для случая когда ожидаемый резерв мощности на шинах ГРЩ окажется меньше 0 представлен на рис. 34, где: (1) запрос старта мощного потребителя HC_n (его мощность 250 KWT), и команда PMS на пуск резервного ДГ; (2) резервный генератор подключается к шинам ГРЩ, запускается выдержка времени «DELAY ASK. HC_n »; (3) окончание выдержки времени «DELAY ASK. HC_n », разрешение пуска HC_n ; (4) включение HC_n .

Данная последовательность может выполняться в ПОЛУАВТОМ., АВТОМ., РАЗДЕЛЬНОМ режимах работы

Шины считаются полностью обесточенными при выполнении следующих условий:
генераторные автоматы разомкнуты,
напряжение меньше 20% от номинального значения

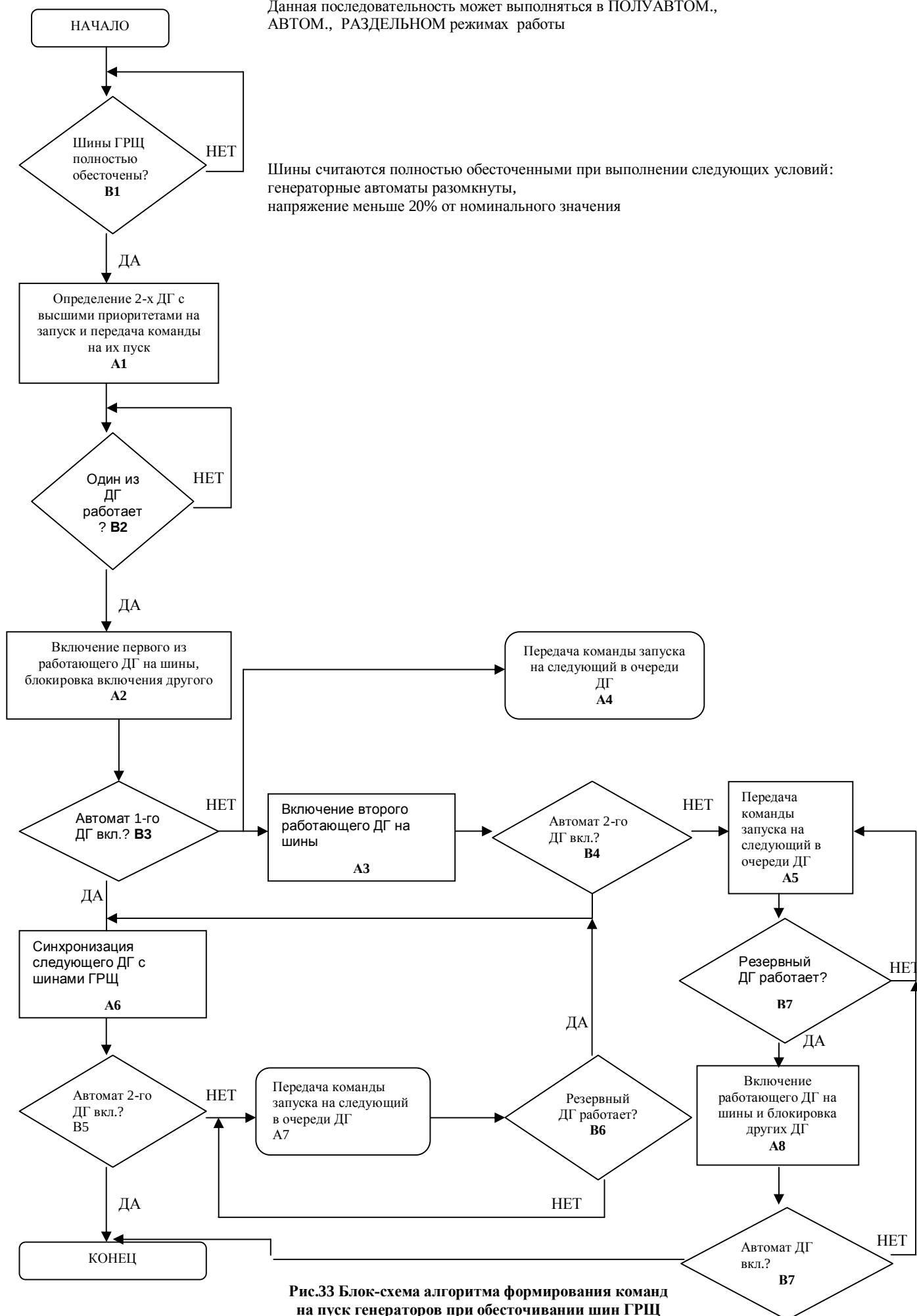


Рис.33 Блок-схема алгоритма формирования команд на пуск генераторов при обесточивании шин ГРЩ

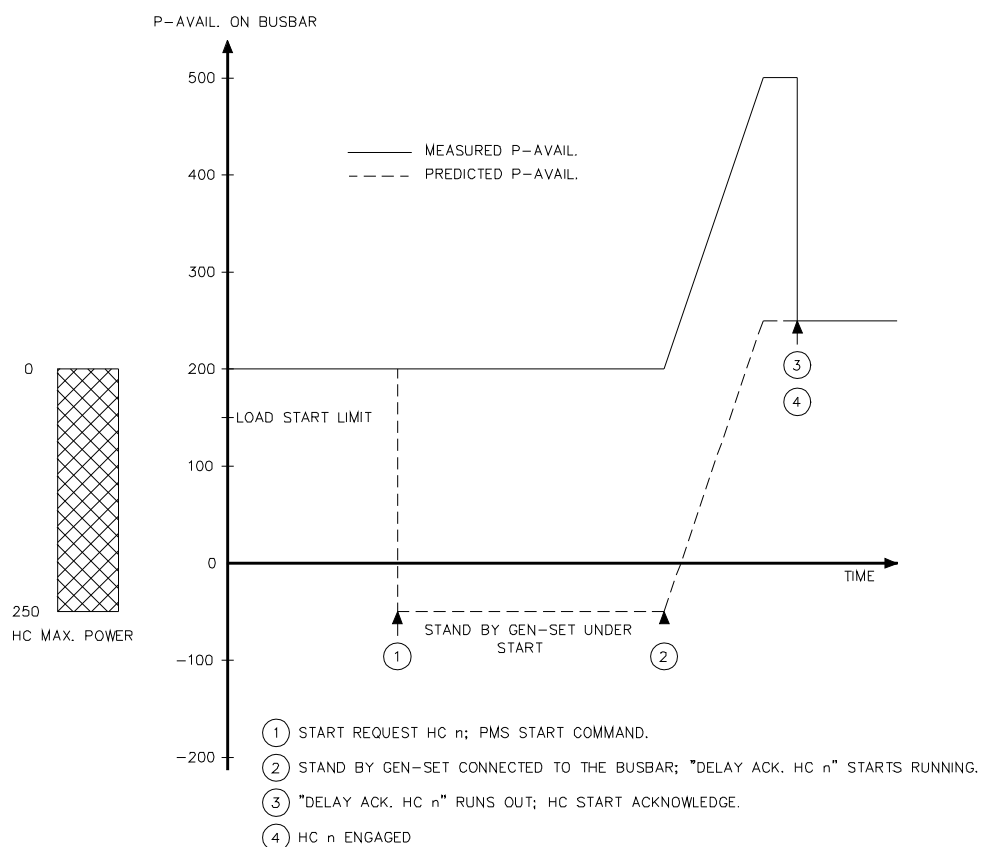


Рис.34 Диаграмма процесса пуска резервного ДГ при заявке на пуск мощного потребителя НСп.

Для расчета ожидаемой резервной мощности $P_{рез}$ при заявке на пуск мощного потребителя НСп в системе Delomatic используется два вида сигналов обратной связи: дискретной (замкнутые контакты); аналоговый (0-10В; 2-10В; 0-20мА; 4-20мА постоянного тока). Переключение типа сигнала осуществляется с помощью специальной перемычки в модуле IPM-1.

Выбор типа сигнала зависит от типа мощного потребителя. Если потребитель представляет собой переменную нагрузку, например кран, то необходимо использовать аналоговый сигнал обратной связи. Если потребитель – постоянная нагрузка, то можно использовать дискретный сигнал, изменяющий свое состояние в соответствии с состоянием автомата потребителя, разомкнутые контакты соответствуют включенному положению автомата потребителя.

В определенных случаях возможно шунтирование дискретного сигнала обратной связи с помощью специально устанавливаемой перемычки, что приведет к формированию постоянного резерва мощности на шинах ГРЩ, соответствующего мощности данного потребителя (т.е. считается, что автомат потребителя постоянно разомкнут, а резерв мощности поддерживается на шинах до момента включения данного потребителя).

Для всех аналоговых сигналов обратной связи предусмотрен автоматический контроль состояния соединений. Уставка срабатывания составляет 20% от номинальных значений сигналов обратной связи. Соединение считается нарушенным, если значение сигнала обратной связи не превышает 20% установленной мощности данного потребителя.

Во избежание ложных срабатываний, все неиспользуемые каналы сигналов обратной связи должны быть установлены, как дискретные, посредством перемычек.

Рассмотрим более подробно непосредственно процесс пуска мощного потребителя для случаев использования дискретного и аналогового сигналов обратной связи. Сигнал запроса пуска мощного потребителя HCn «START REQUEST HCn» должен присутствовать на входе «START REQUEST HCn» модуля IPM-1 DGU-Мастера в течение всего промежутка времени, когда требуется работа данного потребителя.

При запросе на пуск мощного потребителя происходит активизация соответствующего входного сигнала «START REQ. HC n», что приводит к началу выполнения функции запуска.

Система Delomatic передает сигнал подтверждения пуска на пускатель потребителя, после появления на шинах необходимого запаса мощности, по истечении выдержки времени «DELAY ACK. HC n». Длительность данного сигнала составляет 2 секунды. При изменении состояния дискретного сигнала «HC no. n POWER FEEDBACK» (подтверждение подключения потребителя) на входе модуля IPM-1 с замкнутого на открытое, потребитель считается подключенным к шинам ГРЩ (см. рис.35).

Резервирование мощности осуществляется, если на вход «START REQ. HC n» подается активный сигнал, а сигнал на входе «HC no. n POWER FEEDBACK» соответствует разомкнутому состоянию автомата потребителя.

Если в качестве сигнала мощности потребителя используется аналоговый сигнал, то при запросе на запуск мощного потребителя происходит активизация соответствующего входного сигнала «START REQ. HC n», что приводит к выполнению функции запуска. (см.рис.36)

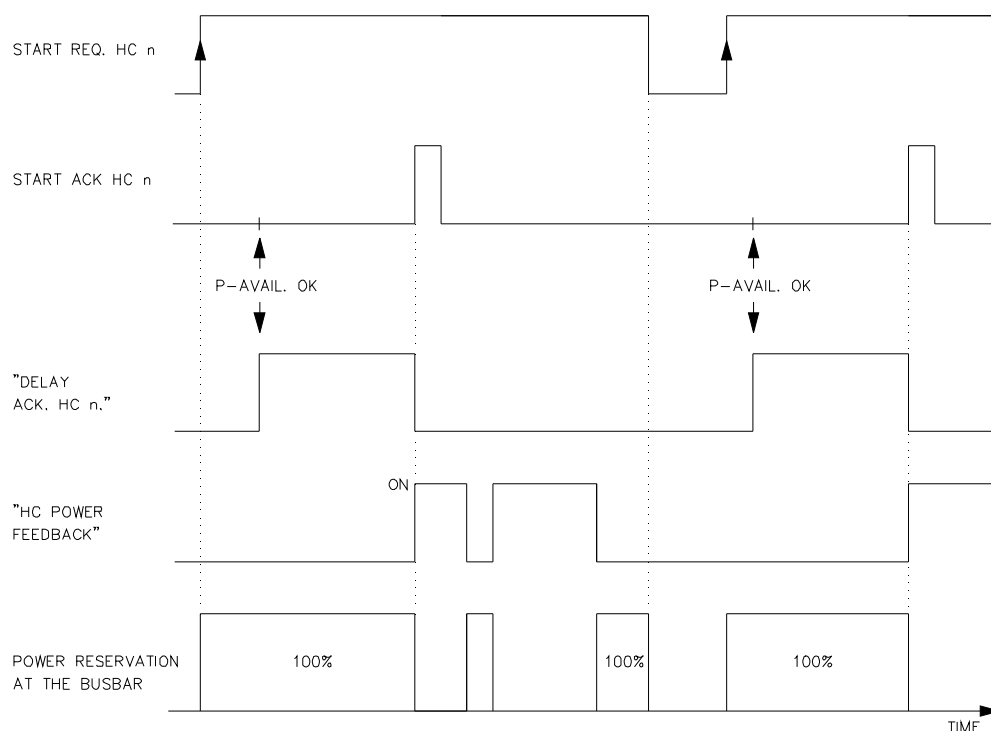


Рис.35 Использование дискретного сигнала обратной связи.

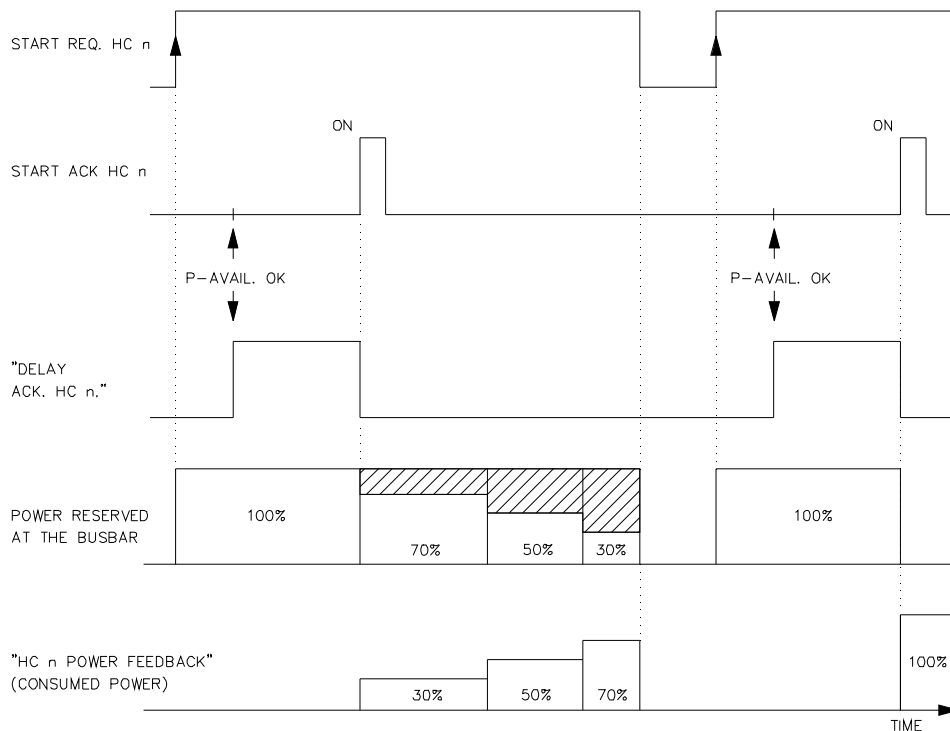


Рис. 36 Использование аналогового сигнала обратной связи.

Сигнал запроса на запуск должен присутствовать на входе « START REQ. HC n » в течение всего промежутка времени, когда требуется работа заданного потребителя. Учет мощности данного потребителя при расчете ожидаемого резерва мощности прекращается, когда снимается активный сигнал со входа «START REQ. HC n» и потребитель останавливается. Иными словами, резервирование мощности на ГРЩ осуществляется в течение всего времени работы соответствующего потребителя.

Резерв мощности на ГРЩ формируется с учетом реальной мощности, потребляемой данным потребителем, что позволяет оптимизировать работу электростанции. (рис.36)

Сигнал разрешения запуска «START ACK. HC n» длительностью 2 секунды, формируемый DGU-Мастером, передается на пускатель мощного потребителя при обнаружении достаточного резерва мощности с выдержкой времени, задаваемой оператором.

4. Функции контроля и защиты генераторных агрегатов

Контроллер управления DGU осуществляет следующие функции защиты генераторных агрегатов: контроль и защита первичного двигателя генераторного агрегата; контроль и защита шин ГРЩ; контроль и защита генератора от перегрузки по току и мощности, а также от обратной мощности; от тока КЗ и дифференциальную защиту; защиту от перегрузки путем отключения неответственных потребителей в две очереди.

Кроме функций контроля и защиты ГА каждым DGU выполняются еще и следующие функции самоконтроля: контроль связи DGU со своей панелью управления, осуществляемый посредством ARC-network сети; контроль связи блока CM-2 с внутренними и внешними (ARC-net) устройствами; контроль сигнала состояния генераторного автомата; контроль аппаратной конфигурации входов/выходов; контроль питания; контроль многоканального измерительного преобразователя (модуль SCM); контроль состояния соединений.

Для контроля состояния первичного двигателя используются следующие входы: сигнал оборотов двигателя; шесть входных сигналов, назначение которых программируется оператором.

Оператор имеет возможность программировать следующие реакции на появление любого из шести аварийных сигналов «DG ALARM n»: аварийно-предупредительная сигнализация ДГ; блокировка ДГ; остановка ДГ; отключение генераторного автомата; отключение генераторного автомата, с блокировкой автоматического запуска по обесточиванию; аварийная остановка дизеля; программируемое время задержки срабатывания.

Функции контроля первичного двигателя не действуют в период, когда агрегат остановлен (находится в режиме готовности к пуску) или выполняется функция автоматического пуска до момента выхода дизеля на заданные обороты.

Оператор имеет возможность задавать время задержки появления сигналов неисправности с помощью таймера «ALARM INHIBIT».

Если функции контроля первичного двигателя активны, то светодиод «ALARM INHIBIT» на соответствующей ПУ не горит, если отключены – светится зеленым цветом.

Сигнал неисправности «TACHO FAILURE» на ПУ формируется в случае, если исчез сигнал оборотов первичного двигателя (аналоговый или дискретный), но на шинах генератора по-прежнему обнаруживаются номинальные напряжение и частота. При этом светодиод «RUNNING» светится желтым цветом.

Время задержки определяется таймером «DG ALARM n DEL», остальные функции определяются уставкой «DG ALARM n».

При обнаружении заданного аварийного сигнала происходит запуск специфицированной для него аварийной функции, а на дисплее соответствующей ПУ появляется сообщение: «DG ALARM n».

Контроль и защита шин ГРЩ.

Данные функции активны, если к шинам подключен хотя бы один из генераторов либо включено питание с берега.

Каждый DGU выполняет функции защиты и контроля в соответствии с заданными для него уставками и таймерами (в случае питания с берега данные функции возложены на DGU-Мастер). Это означает, что каждый DGU может быть запрограммирован индивидуально. Однако рекомендуется задавать общие для системы Delomatic параметры.

Каждый DGU обеспечивает функции защиты (отключение автомата) и контроля (предупредительная сигнализация) ГРЩ при регистрации изменения следующих параметров: низкое напряжение, 2 уровня; высокое напряжение, 2 уровня; низкая частота, 2 уровня; высокая частота, 2 уровня.

При срабатывании предупредительной сигнализации по одному из параметров (первый уровень) происходит пуск следующего в очереди ДГ, который работает в режиме ожидания до момента, когда параметр восстановит свое значение либо достигнет своего второго уровня. Данное решение позволяет уменьшить время полного обесточивания. Для реализации этих функций контроля и защиты организуется измерение напряжения трех фаз шин ГРЩ (см. рис.37).

Контроль и защита шин ГРЩ построены на заданной уставке выдержек времени срабатывания защиты и сигнализации (см. рис. 38), где: (1) – отсчет выдержки времени начинается с момента выхода контролируемой величины за установленные пределы; (2) – отсчет времени прекращается, если значение контролируемой величины вновь вернулось в рамки, заданные соответствующими уставками; (3) – выдержка времени истекла и включается сигнализация, либо отключается генераторный выключатель.

Сигнал неисправности «MEASURE ERROR» модуля SCM блокируется для функций защиты шин ГРЩ.

Рассмотрим более подробно, как формируются сигналы контроля и защиты при изменении контролируемых параметров на шинах ГРЩ.

Контроль и защита осуществляются путем сравнения напряжения на ГРЩ с уставками первого и второго уровней. По результатам сравнения, если напряжение находится ниже одного из заданных значений в течение выдержки времени, запускается соответствующая аварийная функция: либо срабатывает предупредительная сигнализация, либо происходит отключение генераторного автомата.

Для срабатывания предупредительной сигнализации оператор может задавать следующие параметры: уставка «DG U-BB< SUPERV»; таймер «DG U-BB< SUPERV».

По истечении выдержки времени срабатывания предупредительной сигнализации на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «U-BB LOW».

Параметры срабатывания защиты определяются следующим образом: уставка «DG U-BB< PROT»; таймер «DG U-BB< PROT».

По истечении выдержки времени срабатывания защиты на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «U-BB TOO LOW».

В случае, если напряжение на ГРЩ превышает значение, определяемое одной из двух уставок в течение выдержки времени, задаваемой соответствующим таймером, происходит либо срабатывание предупредительной сигнализации, либо отключение генераторного автомата.

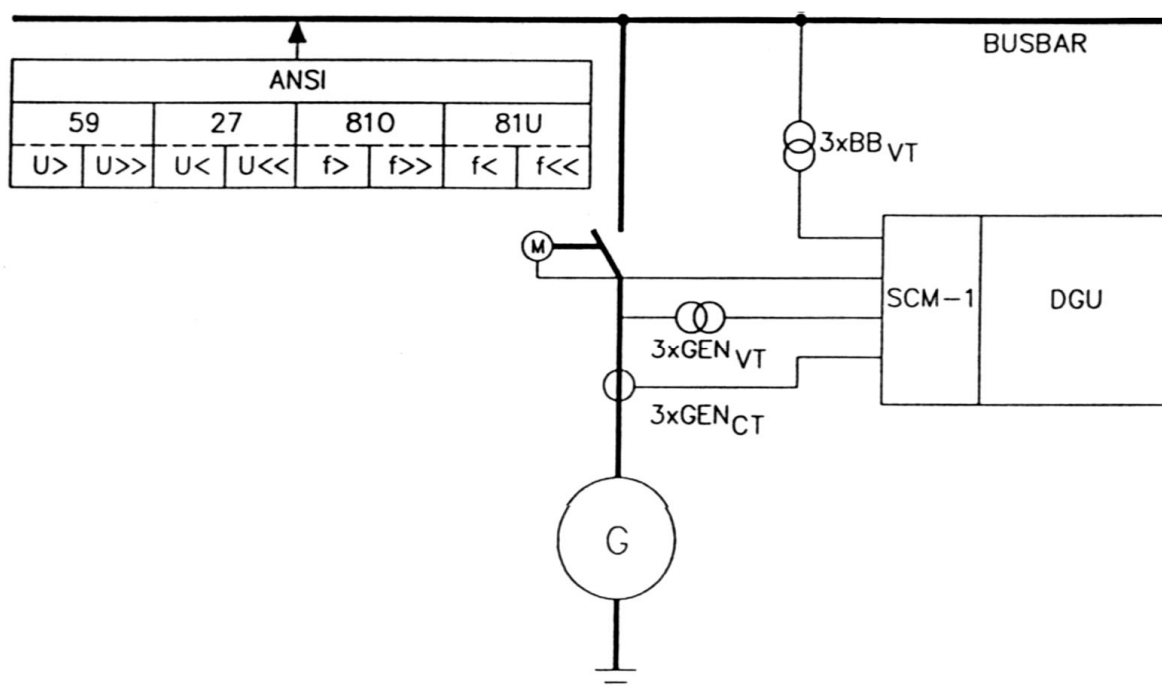


Рис. 37. Функции контроля и защиты шин ГРЩ в системе Delomatic

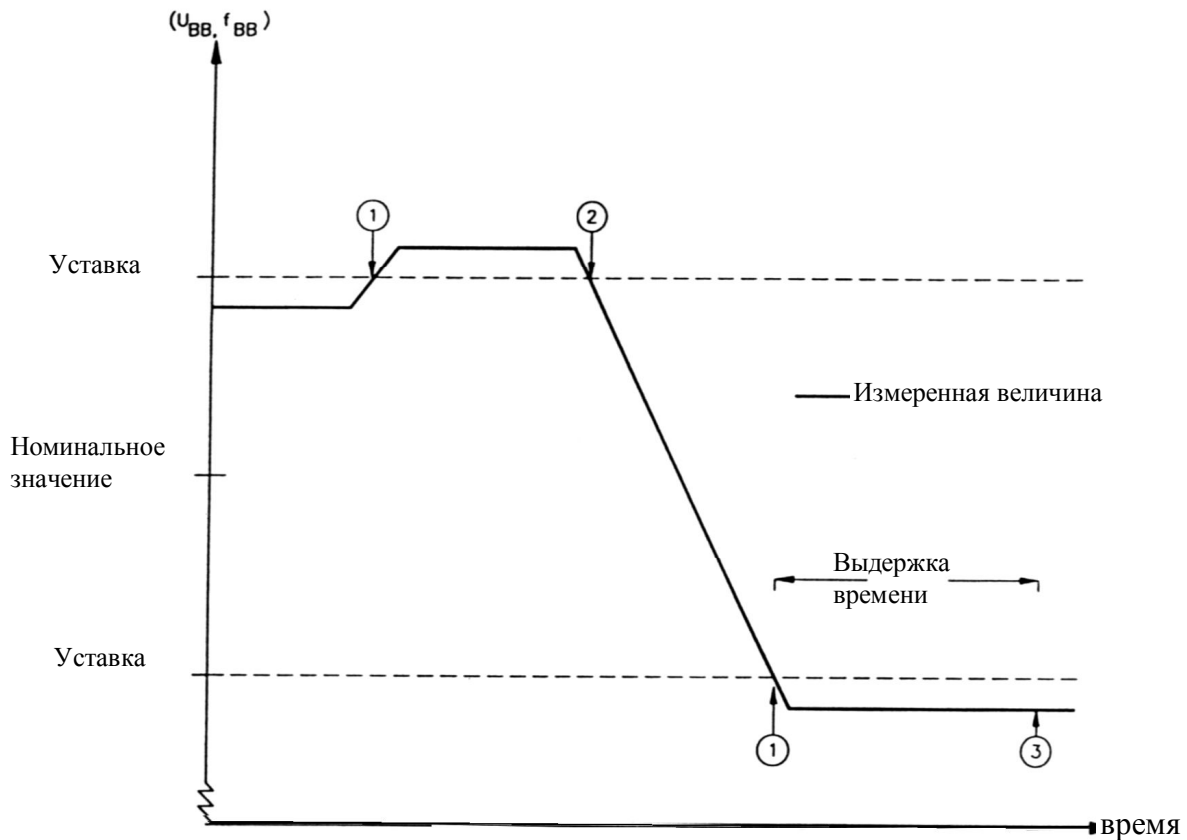


Рис. 38 Временная диаграмма срабатывания сигнализации и защиты шин ГРЩ

Параметры срабатывания предупредительной сигнализации определяются следующим образом: уставка «DG U-BB> SUPERV»; таймер «DG U-BB> SUPERV».

По истечении выдержки времени срабатывания предупредительной сигнализации на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «U-BB HIGH».

Параметры срабатывания защиты от перенапряжения определяются следующим образом: уставка «DG U-BB> PROT»; таймер «DG U-BB> PROT».

По истечении выдержки времени срабатывания предупредительной сигнализации на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «U-BB TOO HIGH».

В случае, если частота на шинах ГРЩ в течение выдержки времени находится ниже пределов, заданных уставками первого или второго уровня, происходит, соответственно, либо срабатывание предупредительной сигнализации, либо отключение генераторного автомата.

Срабатывание предупредительной сигнализации определяется следующими параметрами: уставка «DG f-BB < SUPERV»; таймер «DG f-BB < SUPERV».

При срабатывании сигнализации на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «f-BB LOW».

Срабатывание защиты определяется следующими параметрами: уставка «DG f-BB < PROT»; таймер «DG f-BB < PROT».

При срабатывании защиты на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «f-BB TOO LOW».

При превышении частотой пределов, заданных уставками первого или второго уровня в течение соответствующей выдержки времени, происходит либо срабатывание предупредительной сигнализации, либо отключение генераторного автомата, соответственно.

Срабатывание предупредительной сигнализации определяется следующими параметрами: уставка «DG f-BB > SUPERV»; таймер «DG f-BB > SUPERV».

При срабатывании сигнализации на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «f-BB HIGH».

Срабатывание защиты определяется следующими параметрами: уставка «DG f-BB > PROT»; таймер «DG f-BB > PROT».

При срабатывании защиты на дисплее ПУ DGU, обнаружившего неисправность, появляется сообщение: «f-BB TOO HIGH».

Каждый из DGU может выполнять следующие функции контроля и защиты генератора:

контроль напряжения и частоты генератора, работающего в режиме ожидания;

защита от перегрузки по току, две ступени;

защита от обратной мощности;

защита от перегрузки по мощности, две ступени.

Для реализации этих функций модулем SCM-1 выполняется измерение напряжения и тока трех фаз генератора (см. рис. 39).

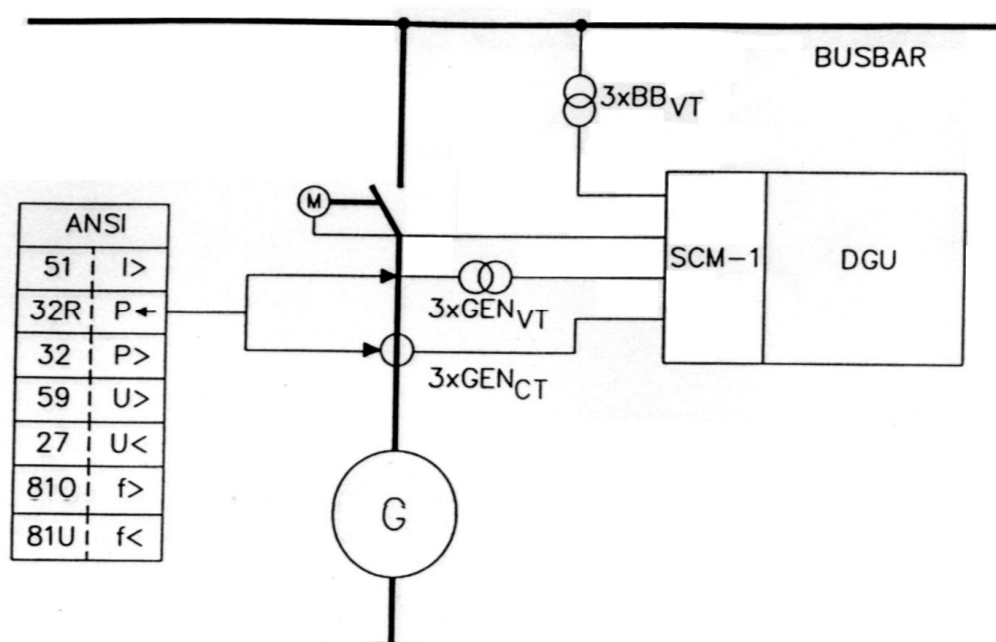


Рис. 39. Функции защиты генератора

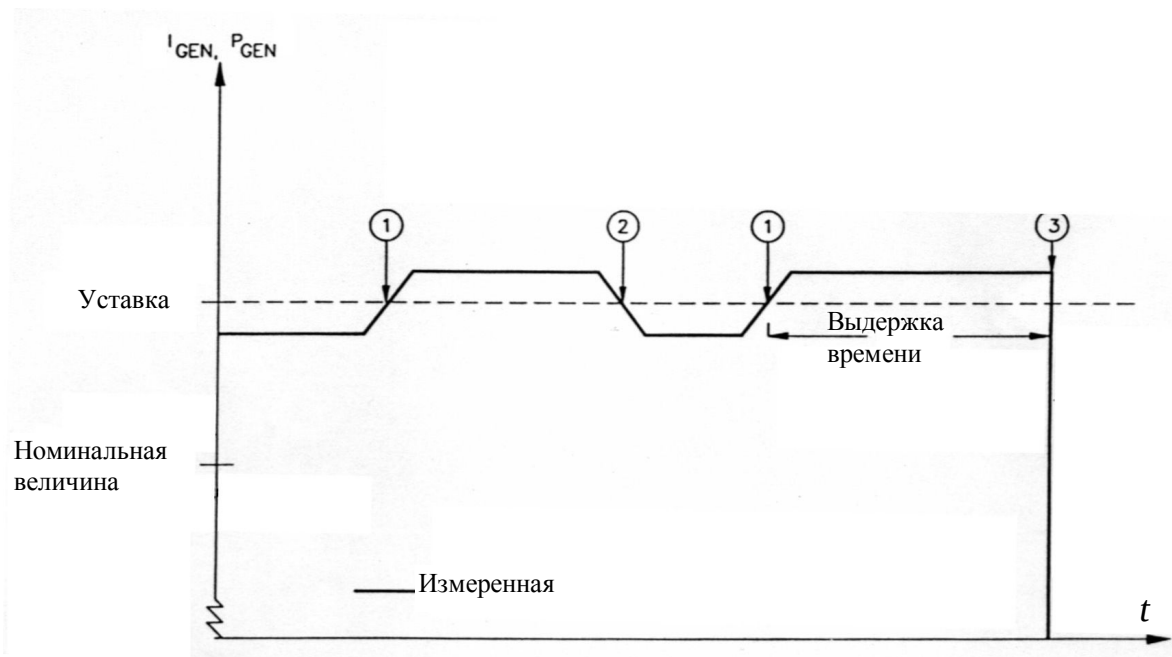


Рис.40 Временная диаграмма срабатывания защиты генератора:

Все уставки задаются в процентах от соответствующих номинальных значений. На рис. 40 представлена временная диаграмма срабатывания защиты генератора.

(1) – измеренная величина превысила уставку; включение выдержки времени; (2) – отсчет времени прекращается, так как контролируемая величина вернулась в рамки, заданные соответствующей уставкой;

(3) – выдержка времени истекла, отключается генераторный автомат и включается сигнализация

После выхода дизеля на заданные обороты до момента включения генераторного автомата, т.е. во время его работы в режиме ожидания, DGU осуществляет контроль напряжения и частоты «своего» генератора. При этом в качестве уставок используются соответствующие уставки контроля шин ГРЩ: «DG f-BB< SUPERV»; «DG f-BB> SUPERV»; «DG U-BB< SUPERV»; «DG U-BB> SUPERV».

Эти параметры контролируются для получения статуса генератора «DG U/f OK!».

Для получения данного статуса частота и напряжение генератора, работающего в режиме ожидания, должны находиться в заданных соответствующими уставками пределах в течение времени, определяемого таймером: «DG U/f OK DELAY».

Как только для генератора установлен данный статус, DGU может продолжать дальнейшие операции с агрегатом, т.е. начать его синхронизацию с ГРЩ.

В случае, если частота и напряжение генератора выходят за допустимые пределы в течение времени, определяемого таймером «DG U/f FAILURE», то на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение о неисправности «DG U/f FAIL !» и генератор исключается из режима автоматического управления.

В случае, если частота генератора была ниже допустимого предела в течение заданной выдержки времени, на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «f-DG TOO LOW».

В случае, если частота генератора была выше допустимого предела в течение заданной выдержки времени, на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «f-DG TOO HIGH».

В случае, если напряжение генератора было ниже допустимого предела в течение заданной выдержки времени, на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «U-DG TOO LOW».

В случае, если напряжение генератора было выше допустимого предела в течение заданной выдержки времени, на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «U-DG TOO HIGH».

Сообщения о выходе за допустимые пределы частоты или напряжения генератора выводятся на дисплей в соответствующих случаях, только если генератор работает в режиме ожидания, т.е. его автомат разомкнут.

Перегрузка генератора по току, I>.

Защита генератора от перегрузки по току осуществляется путем сравнения наибольшего из измеренных фазных токов с уставкой, задаваемой в процентах от номинального значения тока. Измерение фазных токов DGU осуществляет постоянно. Номинальный ток вычисляется на основе значений номинального напряжения генератора («DG U-NOM») и его полной мощности («DG S-NOM»).

Для защиты генератора от перегрузки по току используются две ступени: «медленная» и «быстрая». Для «медленной» ступени характерны большая выдержка времени срабатывания и меньшее значение тока срабатывания, для «быстрой» – наоборот.

Оператор имеет возможность задавать для «медленной» ступени следующие параметры: уставка «DG I> SLOW LIMIT»; таймер «DG I> SLOW DELAY».

Для «быстрой» ступени оператором определяются следующие параметры: уставка «DG I> FAST LIMIT»; таймер «DG I> FAST DELAY».

В случае срабатывания одной из защит на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «DG OVERCURRENT».

«Быстрая» ступень не является защитой от КЗ.

Защита от обратной мощности, -P>.

Для защиты от обратной мощности оператор имеет возможность задать следующие параметры: уставка «DG -P> LIMIT»; таймер «DG -P> DELAY».

В случае срабатывания данной защиты на дисплей ПУ выводится сообщение: «DG REVERSE POWER».

Защита от перегрузки по мощности, P>.

Функции защиты разделены на две части: предупредительная сигнализация о высокой нагрузке на генераторном агрегате; отключение генераторного автомата по перегрузке.

Оператор имеет возможность задать следующие параметры для предупредительной сигнализации: уставка «DG P HIGH LIMIT»; таймер «DG P HIGH DELAY».

При срабатывании предупредительной сигнализации на дисплей ПУ выводится сообщение: «DG HIGH LOAD».

Для организации работы защиты генератора от перегрузки по мощности оператор имеет возможность задать следующие параметры: «DG P> LIMIT»; «DG P> DELAY».

В случае срабатывания защиты от перегрузки по мощности на дисплей ПУ выводится следующее сообщение: «DG OVERLOAD».

Защита от КЗ.

Система Delomatic позволяет организовать защиту от КЗ двумя путями: подключение внешнего устройства защиты от КЗ; использование модуля CRM-1.

Для обоих видов защиты от КЗ используется одинаковое сообщение о неисправности, выводимое на дисплей ПУ DGU, обнаружившего неисправность.

Если хоть один из DGU в системе содержит несквитированный сигнал КЗ в сети, то происходит блокирование автоматического пуска генераторов по сигналу обесточивания ГРЩ.

В случае организации защиты от КЗ с помощью внешнего устройства, для включения сигнализации о КЗ используется специальный вход модуля IPM каждого DGU. При срабатывании внешнего устройства на дисплей ПУ соответствующего DGU выводится сообщение: «GB SHORT CIRCUIT».

В случае использования для защиты от КЗ модуля CRM-1 он может функционировать самостоятельно или как интегрированное в систему устройство.

Как самостоятельное устройство данный модуль работает только в случае, если DGU, в который вставлен CRM-1, вышел из строя. В этом случае для работы модуля необходимо, чтобы были включены все разъемы на его лицевой панели.

При исправном DGU модуль работает как интегрированное в систему устройство. Сигнал квитирования сигнала КЗ поступает по внутренней шине DGU при нажатии соответствующей кнопки на его ПУ. При использовании модуля CRM-1 как самостоятельного устройства для квитирования сигнала КЗ необходимо на вход модуля CRM-1 «RESET COMMAND» подать напряжение.

Оператор имеет возможность задавать следующие параметры защиты от КЗ: уставка «DG I-SHORT LIMIT»; уставка «DG I-SHORT DELAY».

CRM-1 работает в соответствии с заданными уставками как в режиме автоматического (PMS-управление), так и в режиме локального (управление с ГРЩ) управления генератором.

В качестве коэффициента трансформации токового трансформатора модуля CRM-1 используется уставка, определяющая коэффициент трансформации токового трансформатора модуля SCM-1 для дизель-генератора.

В случае срабатывания защиты от КЗ модуля CRM-1 на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «GB SHORT CIRCUIT».

В случае, когда CRM-1 функционирует самостоятельно, все программное обеспечение системы для него недоступно, поэтому задание параметров защиты осуществляется аппаратным путем с помощью трех DIP-переключателей, расположенных на плате модуля.

DIP-переключатели дают оператору возможность задавать следующие параметры:

ток вторичной обмотки измерительного трансформатора тока (диапазон 1 – 5 А);

выдержку времени перед отключением генераторного автомата (шаг установки 50 мсек);

значение тока отключения генераторного автомата (задается значение тока вторичной обмотки измерительного трансформатора тока, соответствующее току КЗ).

Для выполнения функций дифференциальной защиты генератора может использоваться модуль CRM-1. При этом так же, как и в случае его применения для защиты генератора от КЗ, он может работать как в качестве интегрированного в DGU устройства, так и самостоятельно.

При работе модуля в качестве интегрированного в систему устройства оператором задаются следующие параметры: уставка «DG I-DIFF. LIMIT»; уставка «DG I-DIFF. DELAY».

CRM-1 работает в соответствии с заданными уставками как в режиме автоматического управления генератором (PMS-управление), так и в режиме локального управления (управление с ГРЩ).

В случае срабатывания дифференциальной защиты на дисплей соответствующей ПУ выводится сообщение: «DG DIFF. CURRENT».

Программирование параметров дифференциальной защиты для случая работы CRM-1 модуля в качестве самостоятельного устройства осуществляется посредством DIP-переключателей в тех же пределах, что и при его использовании для защиты от тока КЗ.

Отключение групп неответственных потребителей.

Для предотвращения обесточивания шин ГРЩ при перегрузке генераторного агрегата и недопустимом снижении частоты на шинах ГРЩ осуществляется отключение групп неответственных потребителей.

При достижении заданного предела нагрузки генераторов производится отключение групп неответственных потребителей. При аварийном отключении одного из генераторных автоматов производится одновременное отключение обеих групп.

Оператором задаются следующие параметры отключения групп неответственных потребителей:

для первой группы: уставка «DG P> NEL 1»; таймер «DG P> NEL 1»;

для второй группы: уставка «DG P> NEL 2»; таймер «DG P> NEL 2».

На ПУ DGU, производящего отключение одной из групп, выводится соответствующее сообщение: «DG-P NEL 1 TRIP», при отключении первой группы; «DG-P NEL 2 TRIP», при отключении второй группы.

Для отключения групп неответственных потребителей по низкой частоте на шинах ГРЩ задаются следующие уставки:

для первой группы: уставка «DG f<NEL 1»; таймер «DG f<NEL 1»;

для второй группы: уставка «DG f<NEL 2»; таймер «DG f< NEL 2».