

Модернизация систем автоматизированного управления дизельгенераторами оборонной отрасли (на примере ЭСДА-100-Т/400-1РК)



ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Сообщаем, что наша компания выполняет работы по комплексной автоматизации и реновации дизельгенераторных электростанций отечественного производства. Следует отметить, что продукция отечественной оборонной отрасли советских лет проходила жесткую приемку Госзаказчиком и отвечала жестким требованиям по качеству, по соответствию отраслевым нормам производственных процессов. Однако принцип построения систем автоматики для данного вида изделий (как и в целом по машиностроению) предполагал постоянное обслуживание агрегатов квалифицированным персоналом. В настоящее время продукция тех лет не может конкурировать с современными аналогами в значительной мере по причине отсутствия современного объема автоматизированных операций.

Например, характеристики по приему нагрузки на дизельгенераторе ЭСДА-100-Т/400-1РК позволяют при номинальной мощности 100кВт производить прямой пуск электродвигателя нагрузки мощностью 75кВт. При этом гарантируется качество электроэнергии, величина допустимых просадов по частоте и напряжению. Фактический результат заводских испытаний фиксировался в Паспорте электростанции под росписи принимающей и передающей сторон. Для рассматриваемой электростанции ЭСДА-100-Т/400-1РК предусмотрен режим синхронизации синусоид напряжения-частоты с городской электросетью, а также с другими дизельгенераторами. Вместе с тем, алгоритм действий оператора даже при запуске агрегата в зимнее время является не то чтобы сложным, но требует понимания оператором основ устройства дизеля, генератора, навесных агрегатов, предполагает возможность оперативного устранения неисправностей и т.д.

У такой концепции есть как положительная, так и отрицательная сторона:

- с одной стороны реализована полная ремонтпригодность, в том числе и в полевых условиях (к примеру, проблемы с «электронными двигателями» решаются только в условиях специализированного сервиса, возможно – мобильного);
- с другой стороны, для эксплуатации такой техники требуется грамотный оператор.

Автоматизация электростанции по современным стандартам позволит получить компромиссное решение, совмещающее легкость управления режимами эксплуатации дизельной электростанции с ремонтпригодностью и привлекательной совокупной ценой установленной мощности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Маркировка ЭСДА-100-Т/400-1РК

Мощность на выходных клеммах дизель-генератора при коэффициенте мощности 0,8 – номинальная 100кВт

Род тока – переменный, трехфазный

Номинальная частота тока – 50Гц

Номинальное напряжение – 400В

Номинальная частота вращения – 1500об/мин

Основной наклон регуляторной характеристики – 3%

Дизель 1Д6КС (6ч15/18)

Рабочий объем всех цилиндров – 19,1л

Заброс частоты тока при сбросе или набросе 100% нагрузки – не более 7% от номинальной частоты вращения, согласно протокола заводских испытаний, фактическое значение – 5%

Генератор допускает прямой пуск короткозамкнутого асинхронного двигателя мощностью до 75кВт

Удельный расход топлива 280г/кВт*ч

Генератор ГСФ-100М

Емкость бака системы смазки – 75л

Емкость системы охлаждения - 60л

Емкость топливного бака – 150л

Габариты дизель-генераторного агрегата Д*Ш*В = 2860*1185*1570мм

Масса дизель-генераторного агрегата не более 2750кг

Ниже приводятся выжимки из технических описаний по рассматриваемой станции, которые содержат как теоретическую часть, так и пошаговые инструкции по эксплуатации электростанции в ручном и автоматизированном режиме. С одной стороны, эти инструкции – настольная книга, современная документация рассматривает вопросы по принципу «главное ничего не трогать, а то лишим гарантии», с другой стороны, становится ясно, что автоматика работает в ручном режиме, всегда требуется участие человека. Сохранена ссылочность и номера рисунков оригинала.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ГЕНЕРАТОРОВ

В практике эксплуатации генераторов ГСФ-100М возможны следующие случаи параллельной работы:

- параллельная работа с идентичными генераторами или с генераторами, имеющими аналогичные по принципу действия и схеме системы возбуждения;
- параллельная работа с генераторами, имеющими принципиально другие системы возбуждения и устройства регулирования напряжения;
- параллельная работа с промышленной сетью.

Для удовлетворения параллельной работы необходимо, чтобы активная и реактивная составляющие мощности, отдаваемые параллельно работающими генераторами, распределялись между ними пропорционально их номинальным мощностям. В противном случае, одни из параллельно работающих генераторов окажутся недогруженными, а другие — перегруженными, что может привести к выходу последних из строя.

Изменение активной мощности, отдаваемой генератором, производится только изменением подводимой к нему мощности от приводного двигателя.

Дизельный двигатель, приводящий во вращение генератор, снабжен автоматическим регулятором подачи топлива, который изменяет ее в соответствии с изменением нагрузки на валу двигателя. При этом частота вращения дизельного двигателя зависит от мощности на его валу, несколько уменьшаясь с увеличением последней.

Благодаря электрической связи параллельно работающие генераторы имеют одинаковую частоту тока. При неодинаковом статизме привода и одинаковой частоте вращения параллельно работающих генераторов распределение активной мощности между ними происходит непропорционально их номинальным мощностям.

Статизм дизельного двигателя регулируют соответствующей настройкой его регулятора подачи топлива. Дизельные двигатели обычно имеют статизм порядка 3%, при этом неравномерность распределения активной мощности между параллельно работающими генераторами не должна превышать 10% номинальной мощности генератора, имеющего наименьшую мощность.

Рассмотрим параллельную работу генератора ГСФ-100М с генератором, имеющим принципиально другую систему возбуждения и устройство регулирования напряжения. В этом случае для осуществления пропорционального распределения реактивной мощности между параллельно работающими генераторами напряжение каждого из генераторов при автономной работе должно несколько уменьшаться с ростом его реактивной нагрузки. На рис. 18 представлена зависимость напряжения генератора от его реактивной мощности.

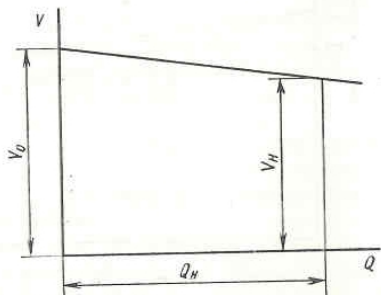


Рис. 18. Зависимость напряжения генератора от его реактивной мощности

- Q_H — номинальная реактивная мощность;
- V_0 — напряжение холостого хода генератора;
- V_H — напряжение генератора при номинальной реактивной мощности

Относительное изменение напряжения генератора при увеличении его реактивной мощности называется статизмом по реактивной мощности. Статизм по реактивной мощности S_Q , %, определяется формулой:

$$S_Q = 100\% \cdot (V_0 - V_H) / V_0$$

где V_0 — напряжение холостого хода генератора, В;

V_H — напряжение генератора при номинальной реактивной нагрузке, В.

Статизм по реактивной мощности параллельно работающих генераторов должен быть одинаковым.

Благодаря электрической связи, параллельно работающие генераторы имеют одинаковое напряжение.

При неодинаковом статизме по реактивной мощности и одинаковом напряжении параллельно работающих генераторов распределение реактивной мощности между ними происходит непропорционально их номинальным мощностям.

На рис. 19 видно, что при равном статизме по реактивной мощности распределение последней между генераторами Г1 и Г2 было бы пропорциональным их номинальным мощностям. Для удовлетворительной параллельной работы генераторы должны иметь статизм по реактивной мощности порядка 3—4%.

Генератор ГСФ-100М имеет статическую систему возбуждения с автоматическим регулированием. Эта система обеспечивает поддержание напряжения на зажимах генератора на заданном уровне с точностью не хуже $\pm 2\%$ при любых нагрузках. Следовательно, генератор ГСФ-100М сам по себе не обладает необходимым статизмом по реактивной мощности. Для обеспечения необходимого статизма по реактивной мощности генератор имеет специальное устройство параллельной работы, увеличивающее напряжение на входе измерительного органа корректора с ростом реактивной нагрузки.

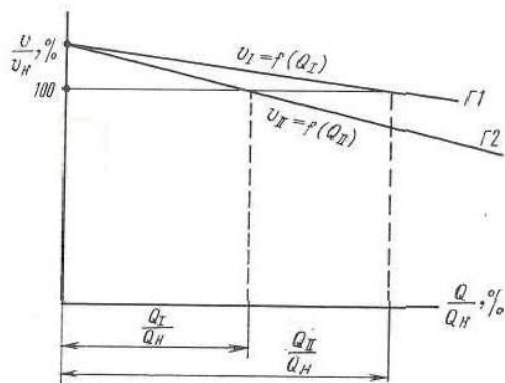


Рис. 19. Распределение реактивной мощности между параллельно работающими генераторами, имеющими неодинаковый статизм по реактивной мощности (Q_I — реактивная мощность генератора Г1; Q_{II} — реактивная мощность генератора Г2)

Увеличение напряжения на входе измерительного органа корректора ведет к увеличению силы тока управления дросселя, снижению силы тока возбуждения генератора и, следовательно, уменьшению напряжения на его зажимах.

Чтобы нагрузить генератор, работающий параллельно с сетью, реактивной мощностью, необходимо увеличить ток его возбуждения. Изменение тока возбуждения генератора ГСФ-100М, работающего параллельно с сетью, достигается изменением сопротивления резисторов уставки напряжения (СУН — при автоматическом регулировании напряжения и СУ — при ручном). Устойчивая параллельная работа генератора ГСФ-100М с промышленной сетью возможна лишь при наличии статизма по реактивной мощности. Статическая система возбуждения обеспечивает увеличение силы тока возбуждения генератора с ростом нагрузки. Так как при параллельной работе напряжения генератора и сети равны, то при отсутствии статизма по реактивной мощности с увеличением последней будет увеличиваться сила тока возбуждения генератора. Увеличение силы тока возбуждения генератора, работающего параллельно с сетью, приведет в свою очередь к дальнейшему росту его реактивной мощности. Этот процесс продолжается до тех пор, пока генератор не выйдет из строя вследствие недопустимой перегрузки.

Большей реактивной мощности при наличии статизма соответствует меньшее напряжение в генераторе. Но так как напряжение определяется сетью и снижение его невозможно, то увеличение реактивной мощности генератора при неизменном напряжении сети невозможно.

В случае параллельной работы генератора ГСФ-100М с таким же генератором или с генератором, имеющим аналогичные по принципу действия и схеме статическую систему возбуждения, а также корректор напряжения и устройство параллельной работы, пропорциональное распределение реактивных мощностей между параллельно работающими генераторами достигается обеспечением одинакового статизма их по реактивной мощности и путем электрической связи устройств параллельной работы.

При параллельной работе со статизмом по реактивной мощности уменьшение напряжения на зажимах параллельно работающих генераторов при увеличении реактивной нагрузки от 0 до 100% номинальной достигает 3% начального значения.

При параллельной работе с уравнительными соединениями без статизма по реактивной мощности точность поддержания напряжения на зажимах параллельно работающих генераторов такая же, как и при их автономной работе.

Таким образом, очевидно, что для обеспечения удовлетворительной работы во всех перечисленных выше случаях генератор должен иметь устройство параллельной работы, отвечающее следующим требованиям:

- устройство должно обеспечивать возможность параллельной работы как со статизмом, так и без него (с помощью уравнительных соединений);
- устройство не должно оказывать влияния на генератор при его автономной работе;
- непропорциональное распределение активных мощностей между параллельно работающими генераторами не должно влиять на работу устройства.

Генератор ГСФ-100М снабжен устройством параллельной работы (УПР), отвечающим всем перечисленным выше требованиям.

Устройство параллельной работы состоит из измерительного трансформатора тока ТТ, трансформатора параллельной работы ТЛР, резисторов параллельной работы РП1, РП2, переключателя вида работ ТВ-2, переключение которого позволяет осуществлять параллельную работу либо со статизмом без уравнительных соединений, либо без статизма с уравнительными соединениями.

1.4.5.1. РАБОТА УПР ПРИ АВТОНОМНОЙ РАБОТЕ ГЕНЕРАТОРА

При автономной работе генератора переключатель ТВ-2 устанавливают в положение „М” (рис. 20). При нагрузке генератора во вторичной обмотке трансформатора ТТ наводится ток, пропорциональный току нагрузки генератора, протекающего по первичной обмотке этого трансформатора. Ток вторичной обмотки трансформатора ТТ разветвляется в точке "а" вторичной цепи трансформатора ТЛР на две составляющие, которые, обтекая участки резисторов РП1 и РП2 между точками 1 и 2 и обе половины вторичной обмотки трансформатора ТЛР, сходятся в точке "с".

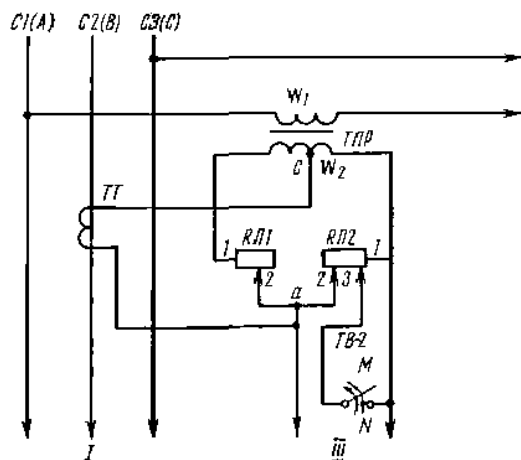


Рис. 20. Схема устройства параллельной работы

/ — к нагрузке; 11 — к корректору; III — уравнительные соединения ТЛР — трансформатор параллельной работы; ТТ — трансформатор тока; ТВ-2 — переключатель вида работ; РП1 и РП2 — резисторы параллельной работы М — без статизма; N — статизм

Так как число витков обеих полуобмоток одинаково, то по полуобмоткам протекают равные и противоположные по направлению токи. При равенстве сопротивлений участков между точками 1 и 2 резисторов РП1 и РП2 напряжения на них равны и противоположны. В этом случае результирующее напряжение на вторичной обмотке равно нулю, а вторичная обмотка ТЛР не оказывает никакого влияния на первичную обмотку этого трансформатора, включенную последовательно в измерительную цепь корректора напряжения.

1.4.5.2. ПОЛУЧЕНИЕ СТАТИЗМА ПО РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Для получения статизма по реактивной мощности переключатель ТВ-2 устанавливают в положение „N”, шунтируя участок резистора РП2 между точками 1 и 3 (рис. 20).

Так как в этом случае сопротивления участков РП1 и РП2 не равны, нарушится равенство напряжения на них, и результирующее напряжение на вторичной обмотке не будет равно нулю. При появлении напряжения во вторичной обмотке трансформатора ТЛР возникает и напряжение на его первичной обмотке.

Трансформатор ТЛР рассчитан таким образом, что его сердечник не насыщен. Нагрузкой трансформатора ТЛР являются активные сопротивления, поэтому напряжение, индуцируемое в первичной обмотке ТЛР, пропорционально току нагрузки генератора, находится с ним в фазе.

На рис. 21 представлена векторная диаграмма напряжений и тока генератора. Измерительный орган корректора включен на линейное напряжение U_{CA} фаз С и А генератора, трансформатор тока ТТ — в фазу В. При отсутствии нагрузочного тока напряжение на измерительном органе корректора равно линейному напряжению U_{CA} .

Если генератор нагружен током I_b , отстающим от своего напряжения V_b на угол ϕ , то на первичной обмотке трансформатора ТПР появится напряжение V_{dc} , пропорциональное току I_b и находящееся с ним в фазе. В этом случае напряжение V_{da} на

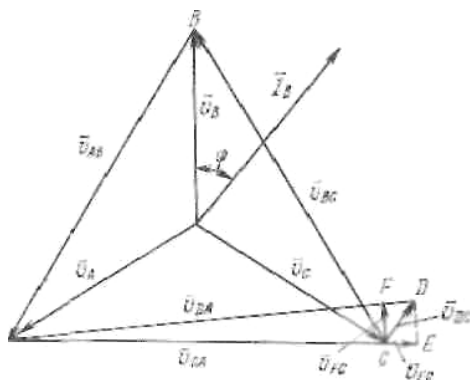


Рис. 21. Векторная диаграмма напряжений и токов генератора

измерительном органе корректора будет равно геометрической сумме векторов напряжений генератора и первичной обмотки ТПР

$$V_{ba} = V_{ca} + V_{dc}$$

Таким образом, при появлении нагрузки генератора напряжение на измерительном органе его корректора возрастает. Разложим вектор напряжения V_{dc} на две составляющие: активную V_{fc} , находящуюся в фазе с напряжением генератора V_b , но перпендикулярную вектору линейного напряжения V_{ca} , и реактивную V_{ec} , отстающую на 90° от напряжения V_b , но совпадающую по направлению с вектором линейного напряжения V_{ca} . Так как вектор V_{fc} мал по сравнению с вектором V_{ca} и складывается с ним под прямым углом, он очень мало влияет на величину последнего.

Наоборот, V_{ec} , совпадающее по направлению с V_{ca} , полностью к нему прибавляется. Так как напряжение V_{ec} совпадает по направлению с реактивной составляющей тока фазы В, то очевидно, что изменение напряжения на зажимах измерительного органа корректора происходит в основном за счет изменения этой составляющей: изменение активной составляющей тока нагрузки генератора не оказывает практически влияния на измерительный орган его корректора напряжения.

Таким образом, в рассматриваемом случае с ростом реактивной нагрузки генератора напряжение на входе измерительного органа его корректора будет увеличиваться, что приведет к росту тока управления дросселя ДУ, уменьшению тока возбуждения генератора и снижению напряжения на его зажимах; следовательно, генератор будет обладать статизмом по реактивной мощности.

Для получения требуемого значения статизма генератора по реактивной мощности необходимо произвести предварительную настройку его УПР при автономной работе. Для этого переключатель ТВ-2 устанавливают в положение „N” (см. рис. 20), и генератор нагружается до номинальной реактивной мощности. Величину участка сопротивления резистора $R_{П2}$ между точками 1 и 3 подбирают так, чтобы при номинальной реактивной мощности автономно работающего генератора снижение напряжения на его зажимах по сравнению с напряжением холостого хода составило 3%.

В случае параллельной работы генератора ГСФ-100М с генератором, имеющим принципиально другую систему возбуждения, регулятор напряжения и устройство параллельной работы, последний должен также обладать 3%-ным статизмом по реактивной мощности, который должно обеспечивать его УПР.

1.4.5.3. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА С УРАВНИТЕЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Параллельная работа генератора без статизма с уравнительными соединениями осуществляется по схеме, представленной на рис. 22. Переключатель ТВ-2 устройств параллельной работы обоих генераторов устанавливают в положение „M”. Участки 1—2 резисторов $R_{П2}$ обоих генераторов связаны уравнительными соединениями.

УПР каждого генератора настраивается так, чтобы при номинальной нагрузке напряжения на участках 1—2 резисторов $R_{П1}$ и $R_{П2}$ были у всех параллельно работающих генераторов равны одному и тому же значению: 25 В.

Поэтому, если нагрузка параллельно работающих генераторов распределена между ними пропорционально их номинальным мощностям при равных коэффициентах мощности, то напряжение на участках 1—2 резисторов $R_{П2}$ (соединенных уравнительными соединениями) равны, и в уравнительных соединениях не возникает уравнительных токов. При этом, как и в случае автономной работы, напряжения на первичных обмотках трансформаторов ТПР параллельно работающих генераторов, равны нулю.

Если у одного из генераторов в силу каких-либо обстоятельств изменится реактивный ток нагрузки, например, увеличится ток генератора Г1, то это приведет к увеличению напряжения на его резисторе $R_{П1}$. На резисторе $R_{П2}$ увеличение напряжения будет значительно меньше, так как параллельно ему подключен (с помощью уравнительных соединений) резистор $R_{П2}$ генератора Г2, и приращение вторичного тока трансформатора ТТ, вызванное увеличением нагрузочного тока генератора Г1, частично ответвляясь в уравнительные соединения, создает меньшее изменение напряжения на $R_{П2}$. Баланс напряжения на участках 1 и 2 резисторов $R_{П1}$ и $R_{П2}$ у генератора Г1 нарушится, и на первичной обмотке его ТПР появится напряжение, увеличивающее напряжение измерительного органа его корректора, при этом сила тока возбуждения генератора будет уменьшаться.

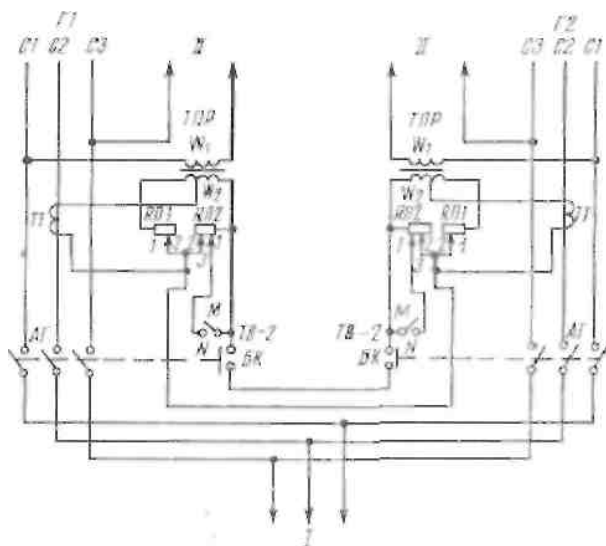


Рис. 22. Схема параллельной работы двух генераторов Г1 и Г2 с уравнительными соединениями (без статизма)

I — к нагрузке; II — к корректору

Возникший уравнительный ток приведет к увеличению напряжения на резисторе $R_{П2}$ генератора Г2, так как он суммируется со вторичным током его ТТ. Это приведет к нарушению баланса напряжений на участках 1—2 резисторов $R_{П1}$ и $R_{П2}$ генератора Г2, и на первичной обмотке его ТПР появится напряжение обратного знака (по отношению к напряжению на первичной обмотке ТПР генератора Г1). В этом случае напряжение на измерительном органе корректора генератора Г2 уменьшится, следовательно, увеличится сила тока возбуждения.

Уменьшение силы тока возбуждения генератора Г1 и увеличение силы тока возбуждения генератора Г2 при одинаковом напряжении приводит к выравниванию их реактивных токов. Таким образом, система параллельной работы с уравнительными соединениями самобалансируется по реактивной мощности.



2.3. ПУСК И ОСТАНОВКА

Перед пуском электростанция должна быть соответствующим образом предварительно подготовлена. Независимо от предполагаемого способа пуска установить выключатели и Переключатели на шкафах управления и вспомогательной аппаратуры в следующие положения:

- установочные выключатели фидеров сети и генератора в положение ВКЛ;

Для включения установочных выключателей фидеров сети и генератора после их автоматического отключения отвести рукоятку в положение ОТКЛ. (взвести механизм), а затем в положение ВКЛ;

- выключатель 3 (рис.12) отключаемой защиты - в положение ВКЛ.;

- переключатель 7 датчиков дизельной автоматики - в положение ВКЛ.;

- выключатель стартерных батарей в положение ВКЛ. В случае, если предполагается ручное управление электростанцией, необходимо установить выключатель 8 (рис.12) в положение РУЧНОЕ. Если же предполагается автоматическое управление электростанцией, то выключатель 8 должен быть установлен в положение АВТОМАТ.

2.3.1. РУЧНОЙ ПУСК И ОСТАНОВКА

На дизеле установлен щиток местного управления, с которого можно запустить дизель. Пуск производить в следующем порядке:

Установить рычаг управления топливного насоса на пусковые обороты. Для этого рукоятку подачи топлива повернуть до отказа против часовой стрелки после чего повернуть рукоятку в противоположную сторону до щелчка микровыключателя (примерно на четверть оборота).

Создать давление в масляной магистрали не менее 3 кгс/см². нажатием на кнопку с надписью НАСОС и прокачать систему в течение 10-15 сек.

Нажать пусковую кнопку с надписью СТАРТЕР не более, чем на 5 сек.

Пуск разрешается только в том случае, если температура охлаждающей жидкости и масла в системе дизеля, а также температура дизеля в целом не менее плюс 5°C.

Разрешается производить не более 3-х попыток пуска дизеля стартером, при этом между отдельными включениями стартера необходимо выдерживать паузы не менее 25 сек.

После пуска дизеля и проверки его работы по контрольным приборам необходимо прогреть дизель работой на холостом ходу при 1000 - 1200 об/мин, а затем постепенно довести до максимальных оборотов холостого хода 1545 об/мин.

Возбудить генератор путем подачи первоначального импульса возбуждения, нажав на 1-2 сек кнопку 36 (рис.12) включения возбуждения. При этом вольтметр 13 должен дать показания. Установить по частотомеру 16 частоту тока 51,5 гц с помощью кнопки увеличения и уменьшения оборотов дизеля.

Вращением ручки сопротивления уставки напряжения 25 установить по вольтметру 13 номинальное напряжение генератора.

Подключить нагрузку к электростанции, для этого нажать на кнопку 28 включения контактора фидера генератора. При этом должны загораться сигнальные лампочки 18 и 20 КОНТАКТОР ГЕНЕРАТОРА И ФИДЕР ГЕНЕРАТОРА.

С помощью переключателя амперметра 2 и переключателя вольтметра 37 проверить симметрию линейных токов и напряжений.

В случае неисправности стартера разрешается производить пуск сжатым воздухом в следующем порядке:

Включить маслоснабжающий насос и поднять давление масла до 3 кгс/см².

Открыть вентиль баллона со сжатым воздухом.

Медленно проворачивая по часовой стрелке рукоятку воздушного крана, дать коленчатому валу дизеля сделать несколько оборотов и перевести рукоятку управления топливного насоса на щите местного управления дизелем в положение, соответствующее пусковым оборотам.

Как только дизель запустится, рукоятку воздушного крана вернуть в исходное положение, вентиль баллона закрыть, а рукояткой подачи топлива установить скорость вращения дизеля, равную 1000-1200 об/мин.

В остальном поступать так же, как при стартерном пуске.

При нормальном пуске и работе на панели шкафа управления должна загораться сигнальная лампа ПУСК.

Остановку электростанции производить в следующем порядке:

отключить нагрузку, нажимая кнопку 28 КОНТАКТОР ГЕНЕРАТОРА ОТКЛЮЧЕНО на приборной панели шкафа управления;

поворотом рукоятки на щитке местного управления дизелем уменьшить обороты до 1000-1200 об/мин и охладить дизель работой на холостом ходу, пока температура охлаждающей жидкости не снизится до плюс 75°C.

Затем, медленно снижая обороты, остановить дизель.

ОСТАНАВЛИВАТЬ НЕОХЛАЖДЕННЫЙ ДИЗЕЛЬ ЗАПРЕЩАЕТСЯ, ТАК КАК ЭТО МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К НЕДОПУСТИМОМУ ПОВЫШЕНИЮ ЕГО ТЕМПЕРАТУРЫ И АВАРИИ.

Далее поступают в зависимости от предполагаемой продолжительности остановки электростанции, условий её дальнейшей работы и содержания. Во всех случаях, если это позволяет продолжительность остановки, следует протереть сухой ветошью дизель, генератор и другие узлы электростанции, удалить подтеки жидкости с поддона дизель-генераторной установки.

2.3.2. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПУСК И ОСТАНОВКА

Автоматический пуск и остановка дизель-генератора могут быть произведены со шкафа управления нажатием соответствующих кнопок управления.

Все операции по пуску и остановке дизель-генератора осуществляются в заданной технологической последовательности, изложенной в разделе 2.3 настоящей инструкции по эксплуатации.

В случае удачного пуска и выхода дизеля на максимальные обороты загораются сигнальные лампы ПУСК и МАКСИМАЛЬНЫЕ ОБОРОТЫ на приборной панели шкафа управления. Автоматическая остановка дизель-генератора происходит также при возникновении аварийных режимов работы и срабатывании датчиков предупредительной сигнализации и аварийной защиты. При этом загорается соответствующая сигнальная лампа, выдается звуковой сигнал и электростанция останавливается.

В некоторых случаях по решению обслуживающего персонала аварийная защита по перегреву охлаждающей жидкости, масла и низкому давлению масла может быть отключена выключателем 3 (рис. 12).

Разрешается только кратковременная работа при отключенном выключателе 3 в случае питания особо важных потребителей для завершения начатого цикла работы.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

В таблице 1 рассматриваются характеристики электростанции ЭСДА-100-Т/400-1РК в сравнении с аналогичным по мощности дизельгенератором производства компании Атлас Копко (взят к сравнению как имеющий лучшие характеристики среди современных электроагрегатов). Рассмотрены только технические аспекты, вопросы экономики не рассматривались, т.к. в настоящее время не существует сформированного вторичного рынка подержанных дизельгенераторов. Вместе с тем, следует отметить, что особый интерес представляют данные по стоимости технического обслуживания агрегата, стоимости ремонта и базового комплекта ЗИП, сравнении времени наработки на отказ. Такое сравнение затруднительно из-за малой доступности технической документации по импортным дизельгенераторам.

Таблица 1. Сводный анализ технических характеристик.

Модель		ЭСДА-100	QIX 140
Мощность в основном режиме (PRP)	кВА	125	129,5
	кВт	100	103,6
Коэффициент мощности (cos Φ)		0,8	0,8
Номинальный ток в основном режиме	А	180	187,7
Двигатель	модель	1Д6КС	Deutz (Германия) BF6M 1013E
Номинальная мощность (LTP) при 50 Гц	кВт	110	128,0
Скорость вращения	об/мин	1500	1500
Охлаждение	тип	Жидк	Жидк
Число цилиндров	шт.	6	6
Рабочий объем двигателя	литр	19,1	7,146
Расход топлива при 100% нагрузке	л/ч	34,4	30,0
Расход топлива при 0% нагрузке	л/ч	5,8	5,8
Удельный расход топлива $P_o=0,86$	кг/кВт ч	0,296	0,23-datasheet 0,249-расчетные данные
Топливная автономность при 100% нагрузке	ч	4,3	7,1
Топливный бак (опция)	л	150	220
Объем масляной системы	л	80,0	17,0
Объем системы охлаждения	л	60,0	22,0
Напряжение электростартера	в	24	12
Генератор	серия	ГСФ-100М	Месс Alte ECO 34-2L/4
Перегрузочная способность по току	%	50% в течении 120 сек	300% в течении 20 сек
Мгновенное восприятие нагрузки при падении частоты менее 5% (стандарт ISO 8528-5)*	%	100	100 (класс G2)
Габариты и вес			
Длина	мм	2860	2732
Ширина	мм	1185	1064
Высота открытого агрегата	мм	1570	1489
Вес открытого агрегата (рабочий)	кг	2750	1436

* при этом, падение напряжения на импортном генераторе достигает -24% (см. таблицу 2, класс G2). В обозначенных условиях электроагрегат ЭСДА-100 имеет лучшую характеристику (сброс-наброс 100% нагрузки влечет отклонение напряжения в пределах не более 20%, и по совокупности характеристик существенно превышает класс G2 приближаясь к классу G3)

Таблица 2. ГОСТ Р ИСО 8528-3—2005 Предельные эксплуатационные значения.

Наименование характеристики	Обозначение	Единица измерения	Пункт настоящего стандарта	Предельные рабочие значения для класса по ИСО 8528-1			
				G1	G2	G3	G4
1 Относительный диапазон уставки напряжения	δU_s	%	7.4	Не более ± 5 ¹⁾			
2 Установившееся отклонение напряжения	δU_{st}	%	7.5	± 5	$\pm 2,5$	± 1	СИП ²⁾
3 Переходное отклонение напряжения при набросе нагрузки ^{3), 4), 5)}	δU_{dyn}^-	%	7.6	-30	-24	-18	СИП ²⁾
4 Переходное отклонение напряжения при сбросе нагрузки ^{3), 4), 5)}	δU_{dyn}^+	%	7.6	35	25	20	СИП ²⁾
5 Время восстановления напряжения ^{3), 4)}	t_U	с	7.9	Менее 2,5	Менее 1,5	Менее 1,5	СИП ²⁾
6 Небаланс напряжения	$\delta U_{2,0}$	%	7.11	1 ⁶⁾	1 ⁶⁾	1 ⁶⁾	1 ⁶⁾

¹⁾ Не устанавливают, если нет параллельной работы или не требуется фиксированного устанавливаемого напряжения.
²⁾ СИП — условное обозначение необходимости согласования между изготовителем и потребителем.
³⁾ Для номинальной мощности при номинальном напряжении, номинальной частоте и полном сопротивлении постоянной нагрузки. При других значениях мощности предельные значения устанавливают по согласованию между изготовителем и потребителем.
⁴⁾ Следует иметь в виду, что если выбранные значения переходного отклонения напряжения и времени его восстановления меньше необходимых, то может потребоваться генератор большей мощности. Поскольку существует устойчивая связь между характеристиками переходного напряжения и переходными реактивными сопротивлениями, то вероятность повреждения генераторов возрастает.
⁵⁾ Более высокие значения допускается использовать для генераторов мощностью более 5 МВ·А и частотой вращения 600 мин⁻¹ и менее.
⁶⁾ При параллельной работе генераторов значение должно быть уменьшено до 0,5.

ВЫВОДЫ

1. Оснащение дизельгенераторов, снятых с хранения МО, современными системами автоматизации позволит получить изделие с высокими потребительскими свойствами для эксплуатации как в полевых условиях, так и в составе систем гарантированного электроснабжения.
2. Многие (некоторые) характеристики советских дизельгенераторов являются на сегодня вполне конкурентноспособными на рынке, способность к единовременному восприятию 100% нагрузки делает наиболее привлекательной установку их в состав систем гарантированного электроснабжения, когда суммарное время наработки за год мало и повышенный расход топлива не является определяющим фактором.
3. Для выработки оптимального решения по степени и объему автоматизации требуется анализ особенностей планируемой инсталляции.

ИСТОЧНИКИ

1. Электростанция ЭСДА-100-Т/400-1РК. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОДИ.140.098
2. Генератор синхронный ГСФ-100М со статической системой возбуждения. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОБН.460.066 ТО
3. ГОСТ Р ИСО 8528-3—2005