

Ю.С. Арбузова (2 курс, каф. УЗЧС), С.Н. Костеников, А.А. Рябов (3 курс, каф. УЗЧС), А.Н. Челышев, А.В. Громов (4 курс, ЭлМФ), В.А. Родионов, доц.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

При ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций в распоряжении МЧС должны быть универсальные источники энергии способные обеспечивать энергией быстровозводимые объекты (объекты городской инфраструктуры) и мобильные энергосредства для электропитания инструмента и механизмов.

Исходя из этого, для решения задачи электроснабжения и снабжения попутными видами энергии наиболее целесообразно использовать дизель-электрические станции, как наиболее экономичные и потребляющие более дешёвый энергоноситель, а так же наиболее надёжные с большим уровнем ресурса.

ПО «Барнаултрансмаш» являлся и является в России головным разработчиком и изготовителем быстроходных дизелей и дизель-генераторов на их базе. На производстве объединения находились и все еще находятся дизели размерностью 15×18 (типа Д6 и Д12) и 15×15 (типа 20) с газотурбинным наддувом и без него, с диапазоном мощностей от 100 до 650 л.с. На базе этих дизелей выпускались и выпускаются дизель-генераторы и дизель-электрические агрегаты мощностью 100 и 200 кВт для всех отраслей народного хозяйства, армии и флота.

За период с 1950 г. заводом разработано и освоено производством более 50 модификаций дизель-генераторов, и на их базе 211 типоразмеров дизель-генераторов.

Дизель-генераторы стационарного исполнения и передвижные, отечественные и импортные, как правило, оборудованы одноконтурной системой охлаждения с радиаторами воды и масла, смонтированными на раме. В отдельных типах ДГ используется выносной блок охлаждения. На всех изделиях применяются терморегуляторы с различной настройкой подвижности клапана охлаждающей жидкости.

Характерной особенностью большинства конструкций является фланцевое сочленение дизеля с генератором, представляющее собой моноблок, монтируемый через амортизаторы к фундаментной раме. Это позволило исключить трудоемкую операцию центровки как при сборке на заводе изготовителе, так и в эксплуатации, значительно облегчить раму и сократить длину дизель-генератора в целом.

Дизель-генераторы оборудуются системами электростартерного и воздушного пуска, предусматривают ручное резервное управление и имеют комплект контрольно-измерительных приборов.

На изделия, предусматривающие запуск при низких температурах окружающего воздуха, устанавливаются жидкостные или электрические подогреватели.

Все дизель-генераторы (кроме аварийных) предназначены для работы параллельно как с промышленной сетью, так и с аналогичными дизель-генераторами при соотношении мощностей от 1:3 до 3:1, имеющими идентичные характеристики. Величина обменных колебаний мощности и перераспределение нагрузок не превышает 10% от мощности меньшего генератора. Поэтому при проектировании многоагрегатных ДЭС их мощность принимается на 10÷15% меньше суммарной мощности ДГ.

Аварийно-предупредительная сигнализация и защита осуществляется по заданным параметрам дизель-генератора:

- неотключаемая защита – по предельной частоте вращения, падению давления масла в главной магистрали двигателя;
- отключаемая защита – по температурам охлаждающей жидкости и масла.

По автономным источникам питания применяются защиты по короткому замыканию, перегрузу, снижению сопротивления изоляции, уровням охлаждающей жидкости и масла и другие, в зависимости от условий эксплуатации объекта.

Основные параметры вырабатываемой электроэнергии при 3% наклоне регуляторной характеристики имеют, как правило, следующие показатели:

- изменение частоты тока при установившемся тепловом режиме, при любой неизменной нагрузке в пределах от 25 до 100%, номинальной мощности не более $\pm 0,75\%$ номинального значения и не более $\pm 1\%$ при нагрузках менее 25%;
- при внезапном изменении 100% нагрузки максимальное отклонение частоты вращения не превышает 6% за время 3с;
- при автоматическом регулировании напряжение на зажимах поддерживается с точностью $\pm 2\%$ от среднерегулируемого значения напряжения при плавном изменении нагрузки от 0 до 100% и $\pm 10\%$ при переходных процессах (сброс-набор 50% нагрузки) с вхождением напряжения в зону $\pm 2\%$ за время не более 0,5 с;
- при ручном регулировании напряжение на зажимах поддерживается с точностью $\pm 5\%$ от среднерегулируемого значения;
- изменение установки напряжения в пределах + 5% и – 10% от номинального.

Дизель-генераторы мощностью до 500 кВт допускают пуск коротко-замкнутого асинхронного двигателя мощностью до 50% от номинальной мощности при ненагруженном генераторе.

Допускается работа при несимметричной нагрузке по фазам в пределах до 25% и от номинального тока, при этом отклонение линейного или фазного напряжения не превышает 5 % от номинального значения.

Специфические параметры, предъявляемые потребителями в части обеспечения работы в условиях высокогорья до 4000 м, повышенной запыленности до 0,5...1,5 г/м³ температур окружающей среды от + 55 до –50°С, повышенной влажности, наличии морского тумана, инея, росы, защиты от воздействия поражающих факторов и др. рассматриваются и согласовываются с конкретным потребителем и последующим вводом в конструкцию дополнительных устройств, обеспечивающих нормальную эксплуатацию дизельных агрегатов в течение заданных ресурсов работы дизелей.

Для обеспечения большей компактности агрегатов иногда применяются выносные блоки охлаждения с автономным электроприводом или системы эжекционного охлаждения за счет энергии выхлопных газов дизеля.

Для дизель-генераторов, как правило, применяется двухкаскадная система амортизации, позволяющая снизить высокочастотную составляющую вибрации на 9...14 дБ и сейсмостойкость до 20 g.

Посистемный анализ конструкций выпускаемых дизель-генераторов позволяет определить основные тенденции их развития:

1. Большая плотность заполнения линейки мощностного ряда дизель-генераторов исходя из оптимизации параметров дизеля, без подгонки под какую-либо стандартную мощность.
2. Широкий спектр оборудования, поставляемого по выбору заказчика комплектно с дизель-генератором или за отдельную плату дополнительно.
3. Обычно предлагаются фирмами два исполнения дизель-генераторов по качеству вырабатываемого тока: дизель-генераторы с обычным и повышенным качеством электроэнергии; с увеличенным ресурсом или уменьшенным (аварийные). Соответственно, существенно отличается цена предлагаемых вариантов.
4. Оборудование дизель-генераторов топливоподкачивающими насосами с повышенной высотой всасывания (до 3,5 м).
5. Стартерный пуск дизелей мощностью до 500 кВт и пневматический более 500 кВт.

6. Дополнительный объемный фильтр тонкой очистки масла, включаемый параллельно основному, позволяющий значительно увеличить срок службы масла.
7. Оптимизация конструкции вентилятора обдува радиатора по шумности, производительности, мощности на его привод.
8. Применение выносных радиаторные блоков охлаждения для ДГ мощностью более 500 кВт.
9. Сокращение времени пуска и приема нагрузки до 5 с.
10. Обеспечение холодного пуска (по крайней мере, до -10°C) без применения вспомогательного оборудования.
11. Внедрение антикавитационных мероприятий.
12. Оборудование дизелей и дизель-генераторов встроенными системами диагностирования. Система эксплуатационной диагностики рассматривается западными фирмами как самая важная составляющая мероприятий по повышению долговечности и экономичности дизелей. Наиболее целесообразным считается подключение к системе диагностики топливной аппаратуры и деталей цилиндро-поршневой группы.
13. Внедрение сажевых фильтров, дожигателей, каталитических нейтрализаторов.
14. Внедрение волнового наддува и высокоэффективных турбокомпрессоров.
15. Широкое применение электронные регуляторы и электронных систем управления.

Необходимость этих работ связана, прежде всего, со снижением момента инерции роторов новых синхронных генераторов (практически имеет место переход на меньший габарит генераторов) и снижением общей массы генераторов. Если при этом не перейти на электронный регулятор, то для стабилизации параметров тока дизель-генераторов с механическим или электрогидравлическим регулятором вращения при сбросе-наборе нагрузки и обеспечения устойчивой параллельной работы придется устанавливать маховики значительной массы. Так даже для уравнированных дизелей типа Д6 и Д12 Барнаульского завода в ДГ мощностью 100 и 200 кВт масса маховика достигает 300 кг, и это при достаточно большом моменте инерции применяемых БЗГМ в настоящее время генераторов.

Это особенно важно учитывать при переходе с отечественных СГ на зарубежные, имеющие меньшие моменты инерции роторов.

Утилизация теплоты отработавших газов, так называемые блочные установки. Если учесть, что в состав дизель-электрических установок входят двигатели с относительно ограниченным моторесурсом, а так же то, что около 60% теплоты, получаемой в цилиндрах ДВС безвозвратно теряется в окружающую среду, то становится очевидным, что проблемы дальнейшего повышения экономичности ДГ, расширения областей их использования и увеличения вырабатываемой ими энергии за тот же ограниченный моторесурс, является актуальным.

В ФРГ двигателями, используемыми для блочных энергетических установок, покрывается диапазон от 39 до 5840 кВт. Эффективный КПД двигателей колеблется от 35 до 46,3 %, а при комбинированной выработке тепловой и электрической энергии с утилизацией тепла от охлаждающей жидкости, смазочного масла, надувочного воздуха и отработавших газов, эффективный КПД повышается до 83...91%. Таким образом, утилизация отходящего тепла ДЭС становится одним из самых доступных и экономичных источников дополнительной энергии.