

Дизельные электростанции на базе отечественных электроагрегатов производства АО «Звезда-Энергетика»

А. Н. Кострыгин – АО «Звезда-Энергетика», С.-Петербург

Экономическая независимость Российской Федерации определяется состоянием многих отраслей промышленности, в том числе одним из важных ее направлений – дизелестроением. Создание и производство широкой мощностной линейки современных дизелей позволит отечественным предприятиям выпускать современные электроагрегаты и электростанции, постепенно вытесняя с отечественного рынка малой энергетики импортную технику.

In brief

Diesel power plants manufactured by Zvezda-Energetika JSC on the base of domestic power units.

Zvezda-Energetika specializes on the production of modular diesel and gas engines power plants on the base of the engines manufactured by various domestic and foreign companies.

Under the program of import substitution the company developed and manufactured Zvezda-630-400-03 diesel power plant on the base of components produced by domestic companies. Diesel power plant rated at 630 kW (1500 rpm, 400 V) is used for electric power generation as a part of Zvezda 630NK-03M3.

Общеизвестно, что в последние десятилетия по целому ряду причин отечественное дизелестроение пришло в плачевное состояние. Многие заводы в условиях отсутствия государственной поддержки не могли совершенствовать свою продукцию, а некоторые из них просто прекратили существование. Государственная программа по развитию отечественного машиностроения призвана решить проблему отставания отрасли и вернуть отечественному дизелестроению утраченную конкурентоспособность. Благодаря этой программе началось возрождение отрасли, на ряде заводов разработаны современные дизели широкого мощностного ряда, изготовлены первые образцы, ведется подготовка серийного производства.

Компания «Звезда-Энергетика» специализируется на выпуске блочно-контейнерных и стационарных дизельных и газопоршневых электростанций с электроагрегатами различных производителей. В рамках программы импортозамещения здесь разработан и изготовлен на базе отечественных комплектующих дизель-

генераторный агрегат под рабочим названием Звезда ДГ-630-400-03 для блочно-контейнерной электростанции.

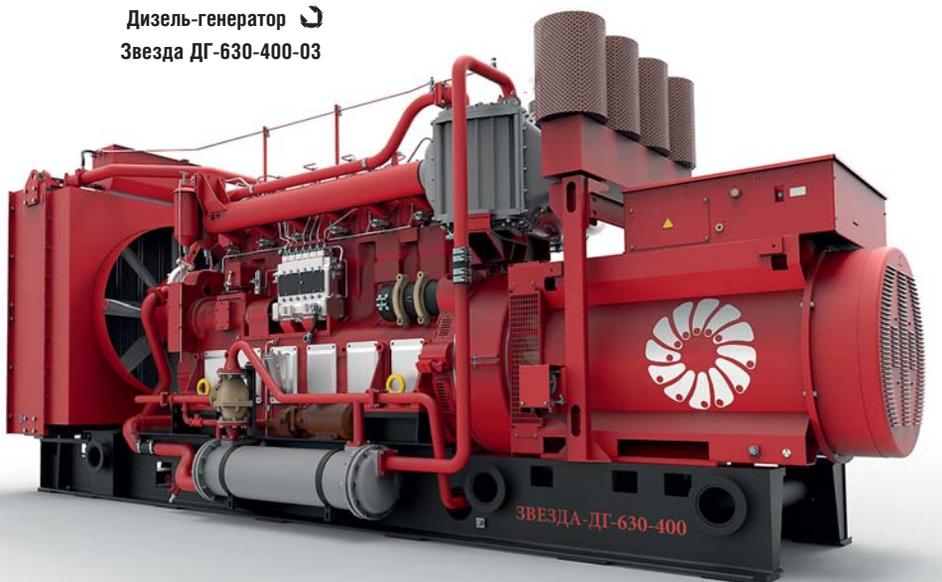
Дизельный электроагрегат мощностью 630 кВт при частоте 1500 об/мин, напряжением 400 В предназначен для выработки электроэнергии переменного трехфазного тока в составе электростанции Звезда 630НК-03М3 в качестве аварийного или резервного источника электропитания. Он может работать при наличии внешних источников электроснабжения или в качестве электростанции собственных нужд для распределенной энергетики, судостроения, нефтегазового комплекса, промышленных объектов и инфраструктуры.

Электроагрегат сконструирован на единой раме. В его состав входит дизельный двигатель ОАО «Волжский дизель им. Маминах» и генератор производства курского предприятия «Электроагрегат». Все составляющие разработаны и произведены в соответствии с техническим заданием специалистов АО «Звезда-Энергетика» на заводах-изготовителях. Агрегат соответствует высоким техническим требованиям энергетической отрасли и способен конкурировать с зарубежными аналогами, в том числе и с точки зрения ценообразования.

В составе электроагрегата применяется система управления, специально разработанная инженерами-программистами АСУ компании «Звезда-Энергетика». Сборка системы автоматического управления на промышленном контроллере с программным обеспечением собственной разработки полностью исключает возможность проникновения в нее «вредоносных» программ.

Электроагрегат (рис. 1а,б,в) состоит из дизеля 2, генератора 7, установленных на раме 9, и системы автоматического управления (рис. 1в), расположенной в отдельном шкафу, с возможностью установки как на раме электроагрегата, так и на отдельно стоящей раме или на стене. На раме дизель-генератора также размещены:

Дизель-генератор
Звезда ДГ-630-400-03



охладитель масла 10, фильтр масла полнопоточный 5, фильтр масла грубой очистки 4. Воздухоочиститель 6 установлен над генератором.

Дизель-генератор комплектуется маслопрокачивающим агрегатом 3 для предпусковой прокатки дизеля маслом. Запуск системы предварительной прокатки масла электроагрегата работает по схеме: 5 секунд создается избыточное давление 0,3 МПа и 300 секунд отключен. Такая схема работы обеспечивает готовность агрегата к приему нагрузки не более чем за 12 секунд.

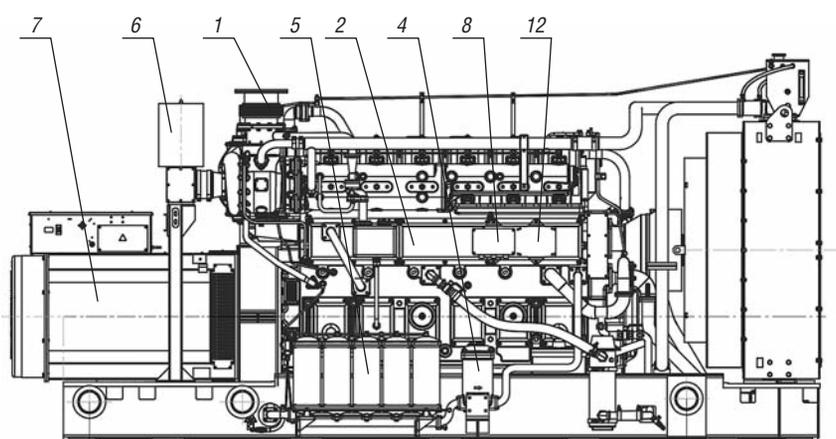
Корпус генератора жестко соединяется с кожухом маховика дизеля, а крутящий момент с коленчатого вала дизеля на ротор генератора передается при помощи соединительной муфты с резиновыми пальцами или упругого диска (зависит от конструкции генератора).

Управление работой дизель-генератора осуществляется при помощи шкафа управления электроагрегатом 11 и с блока управления дизелем 12. Через сильфонный компенсатор 1 дизель соединяется с выхлопной системой (глушителем).

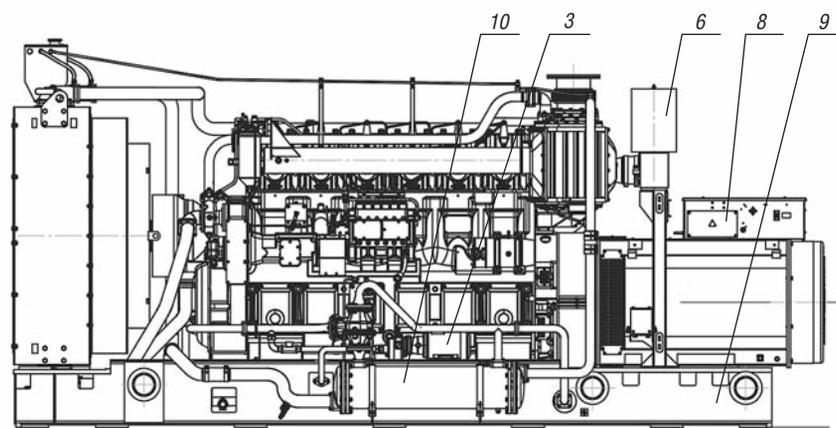
Электроагрегат допускает перегрузку по мощности на 10 % сверх номинальной (по току при номинальном коэффициенте мощности) в течение одного часа. Между перегрузками должен быть перерыв (не менее 5 ч), необходимый для установления нормального теплового режима. Суммарная наработка в моточасах в режиме 10 %-й перегрузки не должна превышать 10 % назначенного ресурса до капитального ремонта. Технические характеристики энергоблока представлены в табл.

Возможна эксплуатация электроагрегата на нагрузках не менее 25 % от номинальной мощности. При этом необходимо периодически после 24 часов работы с малой нагрузкой (от 25 до 50 % номинальной мощности) включать его в работу на нагрузку не ниже 75 % длительностью не менее 10 минут. Допускается работа энергоблока на холостом ходу при номинальной частоте вращения длительностью до двух часов.

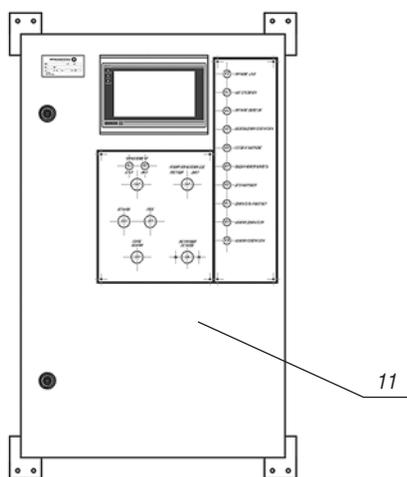
Система пуска агрегата – электростартерная, двухпроводная, от шести аккумуляторных батарей 6СТ190. Надежный автоматический пуск электроагрегата обеспечивается при температуре охлаждающей жидкости, масла в дизеле и окружающего воздуха в диапазоне +15...40 °С, с готовностью приема нагрузки за время не более 12 секунд. При снижении температуры воды, масла, топлива и окружающего воздуха в помещении до +8 °С также обеспечивается надежный пуск, при этом время пуска не превышает 20 секунд.



а)



б)

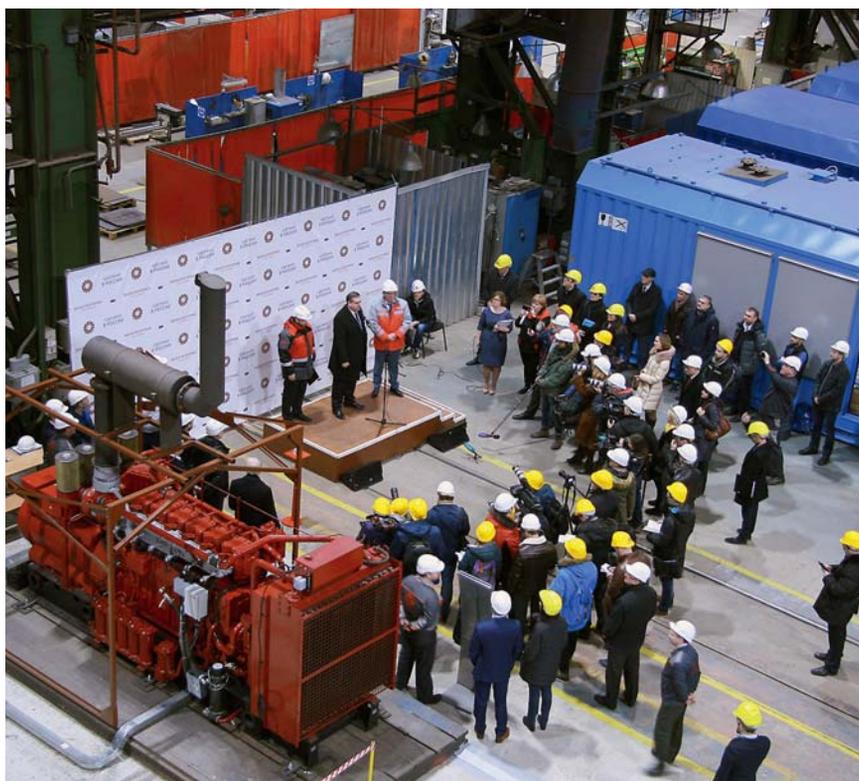


в)

Рис. 1. Дизельный агрегат Звезда ДГ-630-400-03:

- 1 – компенсатор сильфонный;
- 2 – дизель;
- 3 – агрегат маслопрокачивающий;
- 4 – фильтр масла грубой очистки;
- 5 – фильтр масла полнопоточный;
- 6 – воздухоочиститель;
- 7 – генератор;
- 8 – место вывода силовых кабелей;
- 9 – рама;
- 10 – охладитель масла;
- 11 – шкаф управления электроагрегатом;
- 12 – блок управления дизелем настенного исполнения

При полностью заряженных аккумуляторных батареях и при температуре окружающего воздуха, топлива, масла и охлаждающей жидкости в дизеле в диапазоне от +8...50 °С нужно произвести не менее шести пусков электроагрегата. При температуре наружного воздуха ниже +8 °С перед пуском необходим подогрев охлаждающей жидкости и масла.



Презентация энергоблока Звезда ДГ-630-400-03

Основные характеристики дизельного двигателя

Дизельный двигатель с электронным регулятором (заводское обозначение 273Д по ГОСТ 10150 6ЧН 21/21) – шестицилиндровый, четырехтактный, с рядным расположением цилиндров; применяется водяное охлаждение с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, непосредственный впрыск топлива.

Система смазки двигателя – циркуляционная, под давлением, с мокрым картером. Смазка турбокомпрессора и топливного насоса высокого давления осуществляется от системы смазки дизеля. Система включает агрегат предпусковой прокачки масла, нагнетательный насос, полнопоточный фильтр тонкой очистки масла с фильтрующими элементами, фильтр грубой очистки масла, охладитель масла трубчатого типа с оребрением, терморегулятор.

Температура масла на выходе дизеля (в поддоне) на рабочем режиме составляет 75...95 °С; максимально допустимая – 100 °С. Давление масла в конце центральной магистрали двигателя – 348...368 кПа.

Система охлаждения двигателя – жидкостная, замкнутая, с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости – состоит из контура охлаждения дизеля и контура охлаждения наддувочного воздуха и масла. В нее входят насосы охлаждения дизеля, наддувочного воздуха и масла дизеля, блок охлаждения, охладители масла и наддувочного воздуха, терморегулятор. Система обеспечивает автоматическое регулирование температуры охлаждающей жидкости и включает в себя также расширительный бачок, регулятор температуры, датчики температуры. Блок охлаждения дизеля должен устанавливаться на раме электроагрегата.

Основные характеристики генератора

Электрогенератор ГС-630 – бесщеточный, синхронный, со встроенной системой самовозбуждения и автоматического регулирования напряжения и защиты, двухпорный; имеет воздушную систему охлаждения. Генератор данного типа предназначен для продолжительной работы с приводом от дизельного двигателя мощностью 630 кВт, 1500 об/мин, при косинусе φ0,8.

При параллельной работе с однотипными электроагрегатами степень рассогласования активной нагрузки соответствует ГОСТ 10511-83, при наклоне регуляторной характеристики (3±0,2) % она не должна превышать 5 % в диапазоне нагрузок от 25 до 100 % номинальной мощности. При параллельной работе

Табл. Основные параметры энергоустановки

Наименование параметра	Значение
Мощность на выходных клеммах генератора, кВт	
- номинальная	630
- максимальная в течение 1 ч	700
Номинальное напряжение, В	400
Коэффициент мощности (индуктивный)	0,8
Номинальная частота вращения, об/мин	1500
Режим нейтрали	глухозаземленная
Степень автоматизации по ГОСТ Р 53174-2008	третья
Время пуска и готовность к приему нагрузки из прогретого состояния (вода и масло двигателя +15...40 °С), не более, с	12
Удельный расход топлива на номинальной мощности при нормальных атмосферных условиях, г/кВт·ч, не более	239
Удельный расход масла на угар на номинальной мощности, г/кВт·ч	1,35
Установившееся отклонение напряжения в установившемся тепловом состоянии при неизменной симметричной нагрузке в диапазоне от 0 до 100 % номинальной мощности	±1 %
Переходное отклонение напряжения при сбросе/набросе симметричной нагрузки:	
- 70 % номинальной мощности / время восстановления, с	±20 % / 3
- 50 % номинальной мощности / время восстановления, с	±10 % / 1
Нестабильность частоты при установившемся тепловом состоянии при неизменной симметричной нагрузке, не более, %:	
- от 0 до 25 % номинальной мощности	1,0
- от 25 до 100 % номинальной мощности	0,8
Габариты (ДхШхВ), мм, не более	4980x1575x2364
Масса электроагрегата снаряженного, кг, не более	11 000
Назначение как источника электроэнергии для заказчиков	аварийный резервный основной

с генераторными агрегатами, оборудованными разнотипными системами регулирования частоты вращения, степень рассогласования активной нагрузки определяется наклоном и степенью непрямолинейности регуляторных характеристик других агрегатов и не должна превышать 10 % в диапазоне нагрузок от 25 % до 100 % номинальной мощности.

Требования к надежности электроагрегата

Установленная безотказная наработка электроагрегата – 600 часов, назначенный срок службы составляет 10 лет, средняя наработка на отказ не более 1000 часов, а среднее время восстановления не более 6 часов.

Продолжительность непрерывной работы электроагрегата до первого технического обслуживания, требующего остановки дизеля, составляет 500 часов. До первой переборки дизеля назначен ресурс 7000 часов, а до капитального ремонта – 32 000 часов.

Система автоматического управления (САУ)

САУ дизельной электростанции (производства АО «Звезда-Энергетика»), управляющая работой двигателя и генератора в автоматическом режиме, функционально обеспечивает:

- возможность управления в местном ручном и дистанционном режимах;
- автономную работу электростанции на выделенную нагрузку;
- синхронизацию и параллельную работу с внешней энергосистемой и/или с другими электроагрегатами с заданным статизмом;
- контроль развития технологической ситуации; типовую сигнализацию и автоматическое управляющее воздействие, предотвращающее аварии;
- связь с АСУ ТП верхнего уровня с поддержанием функций контроля и управления как по релейно-контактному интерфейсу и аналоговым линиям, так и с помощью набора цифровых протоколов передачи данных;

- ведение архивов технологических событий, предупреждений и аварий с точностью до миллисекунд, с возможностью передачи выборочных данных в систему верхнего уровня по цифровым протоколам;
- отображение оперативной технологической информации на сенсорной панели оператора;
- изменение настроек, уставок, таймеров для технологического управления с функцией контроля корректности вводимых данных;
- разграничение режимов доступа сенсорной панели оператора: только просмотр/изменение технологических уставок/администрирование;
- оперативное изменение режимов функционирования по профилям: генерирующая ДЭС / аварийная ДЭС.

САУ может иметь настенное исполнение или размещаться на раме электроагрегата.

Важно отметить, что САУ ДЭС производства АО «Звезда-Энергетика» разработана согласно требованиям нормативной отраслевой документации ПАО «Газпром» и требованиям законодательства РФ в области промышленной автоматизации, а также с учетом политики импортозамещения. При этом приоритетными были требования к надежности, точности и качеству управления генерацией.

В данный момент в производственном комплексе АО «Звезда-Энергетика» идет подготовка к серийному выпуску дизельного электроагрегата мощностью 1000 кВт и газопоршневого электроагрегата мощностью 1100 кВт. После выхода на проектную мощность предприятие планирует выпускать ежегодно до 150 единиц данной продукции.

Компания обладает достаточными производственными мощностями и интеллектуальным потенциалом, чтобы обеспечить разработку и изготовление на базе отечественных двигателей и генераторов электроагрегатов единичной мощностью от 500 кВт до 7 МВт. 

Rolls-Royce поставит энергоблоки для тепличных хозяйств APS Salads в Великобританию.

Установки, созданные на базе 12-цилиндровых двигателей В35:40, будут работать в составе двух электростанций когенерационного цикла.

Электрическая мощность каждого энергоблока составляет 5605 кВт, тепловая – 6451 кВт. Станции обеспечат электроэнергией и горячей водой тепличные хозяйства. Излишки будут продаваться в национальную энергосеть.

Кроме энергии выхлопных газов двигателей будет утилизироваться тепло с систем охлаждения

рубашки двигателей и систем охлаждения смазочного масла. ГПУ оснащены системой очистки выхлопных газов, которые будут подаваться в теплицы для ускорения вегетации растений.

Тепличные хозяйства расположены на о. Уайт, на юге страны. Здесь выращиваются томаты для внутреннего рынка. Генподрядчиком по строительству ТЭС является компания R3P Partners (Великобритания). Электростанции планируется ввести в эксплуатацию до конца текущего года.

