

# Гибридные электростанции

Ветродизельные энергетические установки

Engineering the Future – since 1758.

**MAN Diesel & Turbo**







# Engineering the Future

## – since 1758.

Компания «МАН Дизель и Турбо» является одним из мировых лидеров в области строительства стационарных и плавучих электростанций на базе газовых и мощных дизельных двигателей. За последние сто лет нами были построены тысячи дизельных электростанций по всему миру. На протяжении этого длительного срока наши специалисты смогли накопить богатый опыт и усовершенствовать технологию, что позволяет нашей компании проектировать электростанции, соответствующие конкретными требованиями заказчиков в любой стране мира.

За всю долгую историю существования Группы МАН, компании, входящие в ее состав, всегда являлись одними из лидеров в своей области деятельности. Это относится как к проектно-конструкторским работам, так и коммерческому применению новых технологий, а в последнее время и к инновационной интеграции машиностроения и последних достижений в области электротехники.

Компания «МАН Дизель и Турбо» сегодня, как никогда, в своих разработках сосредоточена на улучшении экологических показателей наших двигателей. Зная до тонкостей технологию производства мощных двигателей, мы стремимся сделать наше оборудование еще более экологичным, более мощным и более экономичным.

Наше безусловное обязательство сократить выбросы с одновременным повышением топливной эффективности и удельной мощности, а также наше активное сотрудничество в области законодательства по регулированию уровня выбросов – это наш вклад в глобальную программу сокращения выбросов.

# Зачем нужна ветродизельная генерация

## Гибридные энергосистемы



Ветер является наиболее привлекательным из возобновляемых источников энергии: энергия ветра дешевая, доступная, практически неисчерпаемая и не ведет к загрязнению окружающей среды. Однако в использовании энергии ветра существует одна проблема - его непостоянство.

### **Решение проблемы: гибридная электростанция**

Вне зависимости от силы ветра, вы всегда можете рассчитывать на гибридную энергоустановку. Имея в своем составе ветрогенератор и высокооборотный экономичный газовый или дизельный двигатель, такие установки обеспечивают длительную выходную мощность, при этом минимизируя затраты на топливо и сокращая выбросы CO<sub>2</sub>. Это позволяет более рационально использовать энергетическую установку, а также получать субсидии или продавать квоты на выброс углекислого газа.

### **Дополнительные преимущества**

Для увеличения независимости и гибкости в

выборе рабочих режимов реализована возможность работы двигателей на различных видах топлива, например, на нефтяном топливе, газовом топливе, жидком биотопливе, а также возможность использовать двухтопливные системы. Сочетание гибкости топливных режимов и использования самых эффективных технологий двигателестроения, делает гибридные системы MAN эталоном в части минимизации затрат за срок службы и минимизации воздействия на окружающую среду.

### **Изменения в глобальной энергетической и экологической политике и их влияние на государственные энергосистемы**

Следуя рекомендациям Межправительственной



# Энергетика: смена парадигмы



группы экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC), а также положениям Копенгагенского соглашения по ограничению роста глобальной температуры на уровне 2°C, многие страны мира предпринимают активные меры по глобальному сокращению выбросов CO<sub>2</sub>. Новая парадигма приведет к фундаментальным изменениям во многих энергосистемах мира. За последние 40 лет повсеместно были разработаны энергосистемы для покрытия базовой, средней и пиковой нагрузки, в которых, как правило, используются атомные, угольные, газодизельные и гидроэлектростанции. В 2006 г. на производство электроэнергии в мире приходилось 33% от общего мирового потребления ископаемого топлива, при этом выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива составили 38%.

## Рынки электроэнергии

Для понимания механизмов функционирования электроэнергетических рынков, их связи с генерирующими установками и их влияния на выбор технологии, возьмем в качестве примера немецкую модель рынка электроэнергии.

Рассмотрим метод «merit-order» – порядок ранжиро-

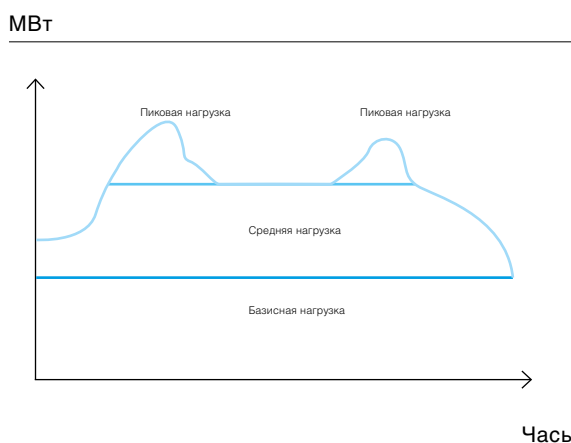


Рис. 1 – Типичное суточное энергопотребление с отображением базисной, средней и пиковой нагрузки

вания производителей электроэнергии по принципу роста эксплуатационных издержек.

Данный метод впервые был применен в Великобритании и на сегодняшний день заменен в этой стране более сложной конкурсной системой. В Германии порядок ранжирования является механизмом ценообразования, регулируемого единой энергетической биржей (EEX) в Лейпциге. От 10 до 30% электроэ-

# Changes in Worldwide Energy



нергии, вырабатываемой в Германии, закупается по этому принципу. Остальная электроэнергия производится непосредственно по договорам энергоснабжения, например, для промышленных и крупных безальтернативных потребителей.

В общих чертах, «порядок ранжирования» – это метод определения включения отдельных электростанций в работу, при использовании которого предпочтение отдается электростанции с наименьшими переменными затратами\*.

Если представить порядок ранжирования в виде графика, то мы получим ступенчатую функцию, включающую все генерирующие установки электростанции, пригодные для эксплуатации, описанные выходной мощностью в МВт и ценой на производство электроэнергии в евро / МВт•ч (см. Рис. 3).

Началом отсчета здесь служит электростанция с наименьшими переменными затратами, что в повседневной практике определяется по результатам биржевой торговли. В существующей системе технологий такой электростанцией, как правило,

является АЭС. Последняя (самая дорогая) из АЭС устанавливает цену на следующие технологии – это может быть, например, угольная электростанция, имеющая второй по величине уровень переменных затрат.

Последняя станция в этой последовательности представляет тип электростанций с самыми высокими во всей энергосистеме переменными затратами на производство электроэнергии.

Целью метода merit-order является предоставление эффективного механизма ранжирования имеющихся генерирующих установок энергосистемы в порядке их затрат на производство электроэнергии таким образом, чтобы для производства электроэнергии привлекались в первую очередь наиболее эффективные технологии, а не затратные электростанции.

\* переменные затраты = затраты на эксплуатацию и обслуживание электростанции (евро/МВт•ч) + стоимость топлива (евро/МВт•ч) – капитальные затраты на новые генерирующие установки

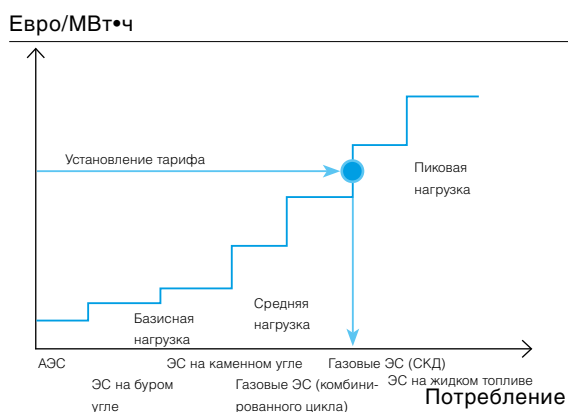


Рис. 2 – Кривая порядка ранжирования для всех типов электростанций

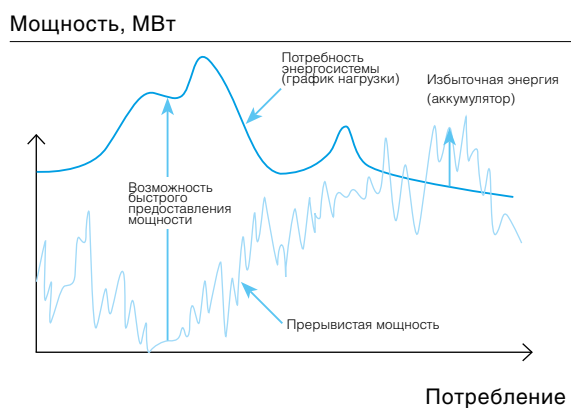


Рис. 3 – Кривая нагрузки с высокой долей прерывистой мощности

### Фундаментальные задачи для энергосистем

Экологическая политика многих стран, как правило, требует увеличения доли возобновляемых источников энергии в национальной концепции производства электроэнергии для сокращения выбросов и большой доли органического топлива в структуре генерирующих мощностей. Например, в ЕС установлена цель 20% на возобновляемые источники энергии к 2020 г.

Специфика установок для возобновляемой энергетики:

- Колебания в подаче электроэнергии с ограниченной возможностью прогнозирования по причине изменчивости погодных условий.
- Часто наблюдается географическая концентрация в прибрежных и/или отдаленных районах.

Для того чтобы будущая модель поставок и потребности в энергосистеме могли использовать больше колеблющихся мощностей и в то же время для обеспечения стабильности энергосетей в части контроля частоты и напряжения в пределах от нескольких секунд до нескольких минут, имеющаяся

структура генерирующих мощностей энергосистемы должна быть изменена таким образом, чтобы она включала энергоустановки, обладающие следующими характеристиками: возможность работы на различных видах топлива, низкие стоимостные показатели, низкий уровень выбросов, высокий КПД, простота обслуживания сети.

Дания, которая прошла этот путь активной замены традиционных электростанций на ветроэнергетические установки, является характерным примером создания энергосистемы нового поколения.

Дания является самым активным потребителем ветровой энергии в мире: здесь установлено более 6000 ветроэнергетических установок, производящих 19% всей электроэнергии страны.

Однако, когда на начальной стадии внедрения ветроэнергетических установок, было закрыто много традиционных электростанций, возник вопрос компенсации нестабильного энергоснабжения. Тогда, в 2006 г., для компенсации выведенных из эксплуатации неэффективных мощностей, датская энергосистема очень активно использовала угольную генерацию, что не давало желаемого сокращения выбросов.

# Гибридные ветродизельные электростанции

## Рациональное решение



Одним из главных препятствий быстрого развития ветроэнергетики является прерывистый характер поставок электроэнергии, который влияет на стабильность энергосети. Несмотря на это, за последние годы ветровая энергия была наиболее динамично растущим источником энергии во всем мире. Одним из успешных решений по увеличению стабильности энергосети является гибридная ветродизельная электростанция. Данная технология использует энергию ветра в качестве основного источника электроэнергии, а дизельные двигатели – в качестве поддержки в период безветрия, шторма или пиковой нагрузки. Двигатели МАН Дизель и Турбо имеют очень

короткое время запуска – они включаются в работу практически одним нажатием кнопки. Это преимущество быстрого запуска и набора оборотов дает возможность моментально включиться в процесс, чтобы обеспечить непрерывную и надежную поставку электроэнергии потребителям. Кроме того, исключительно высокий КПД дизельных двигателей обеспечивает максимально эффективное использование топлива.

Более того, если для запуска двигателей МАН Дизель и Турбо используется биотопливо, то можно гарантировать полностью нейтральный уровень выбросов CO<sub>2</sub> гибридными ветродизельными электростанциями.





Graphic by hokolo 3D

# Преимущества двигателей МАН

Двигатели МАН – газовые, дизельные или двухтопливные – идеально подходят для ветроэнергетики благодаря их высокому КПД, надежности, скорости запуска и гибкости топливных режимов. Применение таких двигателей позволяет эффективно использовать энергию ветра для бесперебойного энергоснабжения.

## **КПД**

Даже при работе на малой нагрузке, характерной для гибридных электростанций, наши двигатели весьма эффективны. Другими словами, они производят электроэнергию с низкими топливными затратами и низким уровнем выбросов.

## **Надежность**

Резервный источник питания должен функционировать безотказно. Двигатели МАН известны своей исключительной надежностью. Им не требуется сложного техобслуживания даже в условиях колеблющихся характеристик, присущих гибридным установкам. Для заказчика это означает минимизацию незапланированных простоев.

## **Быстрый запуск**

Еще одним ключевым преимуществом двигателей МАН является то, что их запуск из холодного состояния занимает семь минут. Удовлетворение потребности в электроэнергии в период пиковой нагрузки или компенсация резкого снижения ветра осуществляется элементарным нажатием кнопки.

## **Гибкость по топливу**

Двигатели МАН позволят вам не зависеть от таких проблем, как повышение цен на топливо

или перебои с его поставкой. Почти все двигатели МАН Дизель и Турбо могут эффективно работать на различных видах биотоплива – от пальмового масла до животного жира – без необходимости в значительном изменении конструкции. Для большей гибкости компания «МАН Дизель и Турбо» предлагает газовые и газодизельные двигатели.

Таким образом, вы сможете поддерживать работоспособность электростанции практически в любых условиях. Если какой-либо вид топлива становится труднодоступен или цена на него не укладывается в ваш бюджет, можно просто переключиться на другой вид топлива. Также возможен следующий вариант: пустить в эксплуатацию электростанцию на обычном дизельном топливе и в дальнейшем перейти на новые типы биотоплива, как только они станут доступны. Это очень перспективная возможность, учитывая активные исследования и быстрые темпы развития в области биотоплива (где наша компания, как известно, находится на переднем фронте). И, конечно, дополнительным преимуществом является то, что ваша электростанция станет еще более безопасной в отношении воздействия на окружающую среду.

*Для получения дополнительной информации см. также брошюры «Экологически чистая энергия» и «Газовые двигатели».*





# Ветроэнергетика – правильный выбор

## Проект Бонэйр

В 2009г. компания «МАН Дизель и Турбо» в сотрудничестве с компаниями Enercon (производитель ветрогенераторов) и Ecomcern (планирование и консалтинг) построили самую большую в мире гибридную ветродизельную электростанцию на о. Бонэйр в Карибском море. Первичным энергогенерирующим источником является ветропарк. Для периодов безветрия, шторма или пиковой нагрузки реализована возможность быстрого включения в работу двигателей дизельной электростанции, что гарантирует постоянную и надежную подачу электроэнергии населению.

### **Цель разработчиков – полностью нейтральный уровень выбросов CO2 на острове, которая достигается с использованием:**

- 12 ветрогенераторов единичной мощностью 900 кВт
- 5 дизельных двигателей единичной мощностью 2,5 МВ для работы на биотопливе (сначала на импортируемом сертифицированном биотопливе из растительных масел, позднее – на биотопливе из водорослей собственного производства)

В качестве системы аварийного питания установлен аккумулятор мощностью 3 МВ и аварийные дизель-генераторы. Взаимодействие между дизель-генераторными установками и ветропарком осуществляется через систему управления энергосистемой. Решающее значение в условиях острова имеет стабильность сети, которая обеспечивается дизельной электростанцией. Высокий КПД дизельных двигателей также гарантирует максимально эффективное использование топлива. В соответствии с программой, в течение трех лет существующая система полностью будет переведена на биотопливо из водорослей. С этого момента гибридная ветродизельная электростанция будет стабильно вырабатывать элек-

троэнергию с нейтральным уровнем выбросов CO2 для нужд всего острова. При этом выбросы парниковых газов сократятся примерно на 70 000 тонн (эквивалент выбросов существующей на острове электростанции, работающей на органическом топливе).

Строительство гибридной ветродизельной электростанции не является дотационным государственным проектом. Наоборот, строительство производится исключительно исходя из экономической целесообразности. Результат – экологически чистое и автономное производство электроэнергии для острова Бонэйр, стоимость которой при этом станет еще дешевле, чем раньше.

### **Основные данные**

Модель двигателя	5 x 9L27/38
Общая полезная мощность	12,5 МВт <sub>эл</sub>
Модель ветрогенератора	12 x E-44
Общая полезная мощность	10,8 МВт





# Обслуживание мирового класса



## **PrimeServ – эксплуатация электростанции без проблем**

Благодаря наличию всемирной партнерской сети по обслуживанию PrimeServ, включающей более 150 сервисных центров, а также растущей сети академий PrimeServ, организация послепродажного обслуживания компании «МАН Дизель и Турбо» стала известна как самая эффективная и доступная среди компаний отрасли.

Цели PrimeServ:

- осуществлять быстрое обслуживание, соответствующее стандартам производителей оборудования, в течение всего срока службы установки;
- проводить подготовку и повышение квалификации обслуживающего персонала в наших Академиях PrimeServ с целью повышения готовности и эффективности работы оборудования;
- организовать быструю доставку оригинальных запчастей «МАН Дизель и Турбо» со 100% гарантией качества по всему миру с помощью местных представителей или круглосуточной горячей линии.

## **Услуга PowerManagement компании «МАН Дизель и Турбо»**

Услуга PowerManagement – это дополнение к концепции послепродажного обслуживания PrimeServ компании МАН.

Решения MAN PowerManagement предоставляют комплексную поддержку по всем аспектам, связанным с эксплуатацией электростанций или когенерационных установок. Каждый договор обсуждается индивидуально с заказчиком и может заключаться на сервисное обслуживание или предоставление полномочий по вопросам эксплуатации механического, электрического или теплового оборудования. Таким образом, оператор электростанции получает комплексный доступ к технологии, опыту, передовой практике и профессиональным ресурсам компании «МАН Дизель и Турбо».

Таким образом, пакет услуг PowerManagement от компании «МАН Дизель и Турбо» позволяет вам пользоваться нашим профессиональным опытом эксплуатации электростанций, а вы в это время можете полностью сосредоточиться на своей основной деятельности.





ООО МАН Дизель и Турбо РУС  
107023 г. Москва, Россия  
ул. Электрозаводская, д. 27 строение 8  
Телефон +7 495 258 3670  
Факс: +7 495 258 3671  
Электронная почта: [info-ru@mandieselturbo.com](mailto:info-ru@mandieselturbo.com)  
[www.mandieselturbo.ru](http://www.mandieselturbo.ru)