

DOI: 10.26730/1999-4125-2017-4-90-93

УДК 621.311.61(571.17)

**ВЫБОР АВТОНОМНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ ООО ПО «ХИМПРОМ»****SELECTION OF AN AUTONOMOUS ELECTRIC POWER SOURCE FOR INDUS-  
TRIAL ENTERPRISES ON AN EXAMPLE OF ООО ПО "KHIMPROM"****Скребнева Евгения Владимировна,**

аспирант, e-mail: evgeniyas77@rambler.ru

**Skrebneva Evgeniya V.,** postgraduate,**Пустовой Вадим Алексеевич,**

магистрант, e-mail: vadim\_pustovoy@mail.ru

**Pustovoy Vadim A.,** undergraduate

Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, ul. Vesennyyaya, Kemerovo, 650000 Russian Federation

**Аннотация.** Целью данной работы является изучение характеристик различных автономных источников электроэнергии для промышленных предприятий, а также выбор определенного автономного источника электроэнергии для ООО ПО «Химпром».

В статье рассмотрены различные виды автономных источников электроэнергии, а также их достоинства и недостатки. Описана специфика технологических процессов предприятия ООО ПО «Химпром», в результате чего выявлены причины, которые показывают необходимость наличия автономного источника электроэнергии.

В заключении статьи сделан выбор наиболее оптимального автономного источника электроэнергии для ООО ПО «Химпром».

**Abstracts.** The aim of this work is to study the characteristics of various independent sources of electricity for industrial enterprises, as well as the selection of a certain autonomous power source for the company ООО ПО "Khimprom".

The article describes different types of self-contained power sources, as well as their advantages and disadvantages. The article describes specificity of the technological processes of the enterprise ООО ПО "Khimprom" and the identified causes that show the need for a stand-alone power source.

In conclusion of this article, the choice is made of the optimal stand-alone power source for the company ООО ПО "Khimprom".

**Ключевые слова:** надежность электроснабжения, автономный источник электроэнергии, электролиз, технологическая броня, аварийная броня.

**Keywords:** reliability of power supply, independent source of electricity, electrolysis, technological armor, armor emergency.

В настоящее время большое внимание уделяется надежности электроснабжения промышленных предприятий. Согласно рамкам энергетической стратегии России к 2030 году величина надежности электроснабжения должна составлять не менее 0,9997.

В следствии необходимости обеспечения непрерывного технологического процесса во многих отраслях промышленности возникают дополнительные требования, предъявляемые к надежности электроснабжения предприятий. Поэтому во многих отраслях промышленности существуют свои ведомственные руководящие документы, в которых приводятся требуемые значения параметров надежности электроснабжения, таких как вероятность безотказной работы и коэффициент готовности [1].

Согласно стандарту [2] надежностью называется «способность объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах».

Применительно к электроэнергетическим системам и, в частности, к системам электроснабжения, необходимо учитывать следующее:

- большую размерность числа, содержащихся в них элементов и взаимосвязей между этими элементами;

- зависимость от смежных технических систем топливно-энергетического комплекса и технологии предприятия-потребителя;

- неразрывность во времени процессов производства, распределения и потребления электроэнер-

гии.

Поэтому под надёжностью электроснабжения необходимо понимать непрерывное обеспечение потребителей электрической энергией определённого качества в соответствии с графиком электропотребления и схемой, предусмотренной для длительной эксплуатации [3].

Способность системы электроснабжения и её элементов выполнять поставленные задачи по обеспечению электрической нагрузкой предприятий, не приводящие к срыву плана производства, а также к авариям в технологических и электрических частях промышленных предприятий – это всё характеризует надёжность электроснабжения.

Нормативный документ [4] гласит о том, что для потребителей особой группы электроприёмников первой категории необходимо предусматривать наличие дополнительного питания от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания, в качестве которого могут использоваться местные электростанции, электростанции энергосистем (в частности, шины генераторного напряжения), предназначенные для этих целей агрегаты бесперебойного питания, аккумуляторные батареи и т.п.

В настоящее время мировой рынок автономных источников электроэнергии может удовлетворить любые потребности потребителя. Но остается проблема правильного формирования предпочтений потребителей и выбора оборудования, исходя из поставленных задач. При этом интересы энергетической безопасности предприятий-потребителей совпадают с экономической целесообразностью оснащения предприятий резервными источниками электроснабжения.

Рассмотрим более подробно преимущества и недостатки источников электропитания, которые можно применять в качестве автономного источника для обеспечения заданной категории надёжности электроснабжения.

1. Теплоэлектроцентраль (ТЭЦ) является разновидностью тепловых электростанций, которая производит электроэнергию и является источником тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения. Также возможно использование ТЭЦ в качестве автономного резервного источника электроэнергии.

Основные преимущества теплоэлектроцентралей заключаются в следующем:

- используется достаточно дешевое топливо;
- могут быть максимально приближены к потребителю не зависимо от наличия источника топлива, которое может доставляться к ТЭЦ железнодорожным или автомобильным транспортом;
- по сравнению с дизельными электростанциями, стоимость выработки электрической энергии на ТЭЦ ниже.

Основным недостатком ТЭЦ является её низкая экологичность, так как при работе выбрасывается в воздух большое количество дыма и копоти.

2. Газотурбинные электростанции предназначены для комплексной выработки электрической и

тепловой энергии. Таким образом, газотурбинные электростанции могут использоваться как автономные источники энергии, так и в качестве дополнения к централизованным источникам.

Газотурбинные электростанции имеют возможность работать полностью автономно, для этого необходимо предусмотреть блок автоматизации, который самостоятельно производит пуск и синхронизацию работы генератора с турбиной, а также всех остальных систем, и производит общий контроль за работой всей станции.

Основными преимуществами газотурбинных электростанций являются:

- газотурбинные электростанции надёжны, длительность работы их основных узлов без капитального ремонта достигает 120 тыс. часов;
- экологичность работы;
- КПД газотурбинной установки имеет значение порядка 51%, а при утилизации уходящих газов, общий КПД может достигать 93%;
- быстрый ввод турбоагрегата в работу – при холодном резерве время до принятия нагрузки составляет до 20 минут.

Недостатками газотурбинных установок являются:

- полезная мощность газотурбинной установки намного меньше фактической мощности газовой турбины, так как на привод компрессора расходуется до 70% мощности, развиваемой турбиной;
- газотурбинные установки ограничены по мощности до 150 МВт;
- газотурбинные установки не предназначены для использования твердого топлива по обычной схеме. К основным видам топлива, используемым на газотурбинных установках, относятся природный газ и качественное жидкое топливо (керосин). При использовании мазута, для удаления шлакообразующих примесей, требуется специальная подготовка.

3. Дизельным генератором (дизельной станцией) называется устройство, преобразующее механическую энергию вращения вала дизельного двигателя в электрическую энергию, вырабатываемую генератором переменного тока.

Выбор мощности дизельного генератора напрямую зависит от предполагаемой электрической нагрузки предприятия, с учетом активных и реактивных нагрузок.

Дизельные генераторы (электростанции) применяются в качестве источников как основного, так резервного электроснабжения.

В качестве основного источника электроснабжения дизельные генераторы используются при полном отсутствии централизованной сети энергоснабжения, а резервным – при наличии централизованной сети, но функционирующей с возможными сбоями в работе.

Основными преимуществами дизельных генераторов являются следующие:

- высокая надёжность работы дизельных генераторов;
- высокая экономичность эксплуатации уста-

новки в целом;

- простота монтажа, легкость обслуживания и ремонтпригодность, связанные с простотой конструкций дизельных генераторов;

- высокий уровень взрыво- и пожаробезопасности, так как все трубопроводы дизельного генератора надежно закреплены и закрыты специальными защитными кожухами.

Недостатки дизельных генераторов :

- высокая стоимость установок, особенно зарубежного производства;

- низкая экологичность установок;

- отечественные дизельные электростанции обладают малым моторесурсом;

- высокий уровень акустической нагрузки;

- дизельные генераторы, в основном, имеют большие габариты и вес;

- высокая требовательность к обслуживанию, в частности ежесезонная замена зимнего топлива на летнее.

4. Промышленные аккумуляторные батареи предназначены для обеспечения бесперебойного питания различного оборудования, при этом такие батареи являются вторичными источниками электроэнергии.

Промышленные аккумуляторные батареи очень часто используются для резервного питания различного оборудования, которое напрямую отвечает за стабильную работу предприятия – системы теплоснабжения, вентиляции, пожарной сигнализации и системы безопасности. Для обеспечения оборудования электрическим питанием переменного тока, аккумуляторные батареи применяются в комплексе со специальными инверторами, которые служат для преобразования постоянного тока в переменный.

Промышленные аккумуляторные батареи имеют большую емкость, габариты и выходные характеристики. К тому же не менее важным отличием считаются температурные режимы, благодаря которым аккумуляторные батареи могут стабильно работать. Для увеличения емкости промышленных аккумуляторов используются жидкие электролиты.

Основные типы промышленных аккумуляторных батарей следующие:

1) Ni-Mh (никель-металлогидридные) – они относятся к весьма мощным батареям;

Достоинства:

- отсутствует «эффект памяти»;

- стабильное значение выходного напряжения;

- достаточно большая емкость сразу после заряда.

Недостатки:

- высокий саморазряд при хранении;

- большая потеря емкости при низких температурах (до 30%);

- короткий срок службы (300-500 циклов заряд-разряд).

2) Ni-Cd (никель-кадмиевые) – не настолько мощные батареи, как их предшественники, но более приспособлены для работы при низких температурах.

Достоинства:

- возможность отдавать большие токи, быстро подзаряжаться и работать при низких температурах;

- длительный срок службы (может достигать десятилетий);

- удобство при хранении.

Недостатки:

- относительно низкая емкость;

- присутствует «эффект памяти»;

- высокий саморазряд при хранении (около 10% в месяц).

3) Li-Ion (литий-ионные) – очень компактные и мощные батареи.

Достоинства:

- большая емкость;

- незначительный саморазряд;

- длительный срок службы (500-1000 циклов);

- малые габариты, низкий вес;

- отсутствует «эффект памяти».

Недостатки:

- чувствительность к перезаряду и переразряду;

- вызывают опасность при перегреве;

- имеют склонность к старению;

- потеря емкости при низких температурах.

4) Li-Pol (литий-полимерные) – батареи новой разработки, они очень перспективны за счет своей надежности, безопасности, достаточно большой емкости и малых размеров.

Достоинства:

- наличие различных форм и размеров, в том числе гибких моделей;

- большая плотность запасенной энергии;

- способность отдавать очень большой ток при определенных модификациях;

- низкий вес;

- отсутствует «эффект памяти»;

- низкий саморазряд.

Недостатки:

- вызывают опасность при перезаряде и превышении допустимой нагрузки;

- потеря емкости при низких температурах;

- имеют склонность к старению.

В технологическом процессе на ООО «ПО «Химпром» для получения хлора и его соединений широко используется метод электролиза.

Электролизом называется физико-химический процесс, при котором происходит выделение на электродах составных частей растворённых веществ или других веществ, являющихся результатом вторичных реакций, образующихся при прохождении через раствор или расплав электролита электрического тока.

Упорядоченное движение ионов в проводящих жидкостях протекает в электрическом поле, которое создаётся с помощью электродов – проводников, соединённых с полюсами источника электрической энергии.

На предприятии для предотвращения выделения хлора в атмосферу всё оборудование цеха должно быть герметизировано. Величина предельно допустимой концентрации хлора в атмосфере цеха должна составлять не более 1 мг/м<sup>3</sup>. Возникновение в воздухе более 4 масс.% хлора приводит к образо-

ванию взрывоопасной смеси, которая представляет особую опасность для жизни людей.

Для поддержания допустимого значения наличия хлора в атмосфере производственных помещений необходима мощная вентиляция. При внезапной остановке хлорных и водородных компрессоров с помощью предусмотренной системы блокировки производится отключение электролизеров с подачей сигнала в производственные помещения [5].

Таким образом, при выборе автономного источника питания на предприятии ООО ПО «Химпром» необходимо учитывать, что в технологическом процессе для получения хлора и его соединений широко используется метод электролиза. При этом в цехах производства хлора и его соединений возможно наличие хлорной среды, водорода и электролитической щелочи. В связи с этим, помещения этих цехов относятся к классу взрывоопасности В-1а, что говорит о том, что в данном помещении при нормальном режиме работы оборудования взрывоопасные смеси горючих газов или паров легковоспламеняющихся жидкостей с воздухом не появляются, а их появление возможно только при аварии или повреждении технологического оборудования. Нарушение в системе электроснабжения может привести к аварийной ситуации и угрозе жизни людей.

При этом прекращение электроснабжения в ходе процесса электролиза не влечет за собой негативных последствий для технологического оборудования и не вызывает порчи сырья и материалов. Прекращенный процесс электролиза при восстановлении электроснабжения может быть продолжен.

Главным опасным последствием аварийного прерывания процесса электролиза является возможность выброса в атмосферу цеха взрывоопасных и вредных веществ. Величина аварийной брони предприятия определяется мощностью вентиляторных установок и аварийного освещения помещений цехов и составляет

порядка 1,5 МВт.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что в цехах производства хлора и его соединений необходимо обеспечение первой особой категории по надежности электроснабжения, что подразумевает помимо установки двух независимых взаимно резервирующих источников питания, также установку третьего независимого взаимно резервирующего источника питания, обеспечивающего дополнительное питание.

В настоящее время в качестве резервного источника электропитания используется дизельный генератор, состояние которого не соответствует технологическим требованиям (подлежит списания в связи с поломкой). При этом у дизельного генератора неисправна система АВР и в момент аварии он включается в ручной режим, что противоречит требованиям, предъявляемым к электроснабжению потребителей I особой категории.

Таким образом, необходимо произвести выбор наиболее оптимального автономного резервного источника электропитания.

Предприятием ОАО «Кокс» не так давно было осуществлено введение в эксплуатацию собственной газотурбинной электростанции на коксовом газе, образующемся в ходе основного производства – коксования каменного угля. Мощность электростанции составляет порядка 12 МВт.

Учитывая, что ОАО «Кокс» территориально расположен близко к ООО ПО «Химпром», то использование его газотурбинной электростанции в качестве автономного резервного источника электроэнергии будет экономически выгодно. К тому же величина аварийной брони предприятия относительно невелика, что приводит к выводу, что наиболее целесообразно будет перевести всю аварийную нагрузку предприятия на данную газотурбинную электростанцию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Непомнящий В.А. Учет надежности электроснабжения при расчете тарифов / В.А. Непомнящий, В.А. Овсейчук. – Новости ЭлектроТехники. 2010. № 4(64). С. 21–26.
2. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 24 с.
3. Шеметов А.Н. Надежность электроснабжения: учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение». – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2006. – 138 с.
4. Правила устройства электроустановок, седьмое издание. Новосибирск, 2010. – 464 с.
5. Прикладная электрохимия: учебник для химико-технологических специальностей вузов / Р. И. Агладзе, Т. А. Ваграмян, Н. Т. Гофман, А. П. Томилов. - 3-е изд., перераб. - Москва : Химия, 1984. - 520 с.

## REFERENCES

1. Nepomnyashchij V.A. Uchet nadezhnosti ehlektrosnabzheniya pri raschete tarifov / V.A. Nepomnyashchij, V.A. Ovsejchuk. – Novosti EhlektroTekhniki. 2010. № 4(64). pp. 21–26.
2. GOST 27.002-89 Nadezhnost' v tekhnike. Osnovnye ponyatiya. Terminy i opredeleniya. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1990. – 24 p.
3. Shemetov A.N. Nadezhnost' ehlektrosnabzheniya: uchebnoe posobie dlya studentov spe-cial'nosti 140211 «Ehlektrosnabzhenie». – Magnitogorsk: GOU VPO «MG TU im. G.I. Nosova», 2006. – 138 p.
4. Pravila ustrojstva ehlektroustanovok, sed'moe izdanie. Novosibirsk, 2010. – 464 p.
5. Prikladnaya ehlektrohimiya: uchebnik dlya himiko-tekhnologicheskikh special'nostej vuzov / R. I. Agladze, T. A. Vagramyan, N. T. Gofman, A. P. Tomilov. - 3-e izd., pererab. - Moskva : Himiya, 1984. - 520 p.

Поступило в редакцию 29 мая 2017

Received 29 May 2017