

5. *Карташев И. И.* Требования к средствам измерения показателей качества электроэнергии / И. И. Карташев, И. С. Пономаренко, В. Н. Ярославский // Электричество. — 2000. — № 4.
6. *Куро Жак.* Современные технологии повышения качества электроэнергии при ее передаче и распределении / Жак Куро // Новости электротехники. — 2005. — № 1 – 2.
7. *Ланцов В.* Контактная разработка силовых устройств: один из путей генерирования новых идей / В. Ланцов // Силовая электроника. — 2008. — № 2.
8. *Сазонов И. В.* Влияние производственных допусков в редукторах на качество напряжения / И. В. Сазонов // Новости электротехники. — 2007. — № 6.
9. *Воронцова Н.* Проблема качества электроэнергии / Н. Воронцова // Силовая электроника. — 2008. — № 2.

УДК 629.12.066

В. М. Приходько,
канд. техн. наук, проф.;

И. В. Приходько,
асп.;

Д. И. Игнатов,
асп.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНО-СУДОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF ENERGY SUPPLY SHIPBUILDING AND SHIP-REPAIRING ENTERPRISES

Установлено, что судостроительно-судоремонтные предприятия являются весьма энергоёмкими производствами в отрасли водного транспорта. Одним из основных условий повышения конкурентоспособности их продукции (постройки, достройки, ремонта судов) заключается в снижении энергозатрат при её производстве (судостроении) и судоремонте. Проведённый анализ задач по совершенствованию системы организации и управления энергетическим обеспечением судостроительно-судоремонтных предприятий в отрасли водного транспорта выявил их взаимосвязанность. Причём, неверное или необъективное решение одной из них должно отразиться на результатах решения других задач. В частности, систему управления энергетическим обеспечением можно принять за многоцелевую функцию. Достижение её оптимума связано с выявлением рациональных уровней, соответствующих решению каждой частной задачи. Однако практически невозможно, оптимизировав каждую частную производную, получить оптимум многоцелевой функции. Это, естественно, вводит определённые ограничения при решении каждой задачи. Показано, что энергоаудит является инструментом повышения энергоэффективности судостроительно-судоремонтных предприятий в отрасли водного транспорта.

It is established that the shipbuilding and ship-repairing enterprises are highly energy-intensive industries in the sector of water transport. One of the main conditions for improving the competitiveness of their products (construction, completion, repair of courts) is to reduce energy consumption during its production (shipbuilding and ship repair. The analysis of the tasks to improve the system of organization and management of the provision of energy shipbuilding and ship-repairing enterprises in the water transport industry revealed that they were related. Moreover, incorrect or biased decision one of them should be reflected in the results of other tasks. In particular, the management system of energy provision can be taken as a multipurpose function. Achieve its optimum due to finding rational levels, corresponding to the solution of each particular problem. However, it is practically impossible to optimize each partial derivative to obtain the optimum multi-purpose functions. This, of course, introduces some limitations when solving each task. It is shown that the energy audit is a tool for improving the efficiency of the shipbuilding and ship-repairing enterprises in the water transport industry.

Ключевые слова: энергетическое обеспечение, эффективность энергообеспечения, система учёта, нормирование, энергетический мониторинг, оптимизация структуры, алгоритм энергомониторинга, энергоаудит.

Key words: energy supply, energy efficiency, system accounting, valuation, energy monitoring, optimization of the structure, the algorithm energy monitoring, energy audit.

В ОТРАСЛИ водного транспорта на судостроительно-судоремонтных предприятиях, судах, гидротехнических сооружениях, в морских и речных портах требует решения проблемы энерго- и ресурсосбережения [1], [2]. Разработанный новый метод безразборной сушки отсыревших обмоток судового, портового электрооборудования по энергосберегающей технологии с помощью управляемых универсальных тиристорных преобразователей портативного типа обеспечивает до 50 % сокращение затрат электроэнергии, повышение культуры производства и упрощение восстановления сопротивления изоляции [3] – [5] в эксплуатационных условиях на морском и речном транспорте.

Для судостроения и судоремонта предложен инновационный способ сушки и восстановления изоляционных систем электрооборудования судов током, регулируемым энергосберегающим портативным универсальным тиристорным преобразователем с перестраиваемой структурой силового вентиляющего модуля [6], [7]. Создана технологическая система обработки изоляции электрооборудования судов, обеспечивающая эффективное выполнение всех технологических процессов в судоремонте [8], [9].

Разработаны энергосберегающие мобильные установки с тиристорным управлением для обеспечения энергосберегающей технологии комплексных испытаний, оптимизации технологического процесса обнаружения дефектной изоляции, интенсификации определения скрытых мест повреждения и повышения эффективности диагностирования изоляционных систем электрооборудования судов, портов, гидросооружений, судостроительно-судоремонтных предприятий в отрасли водного транспорта [10] – [12].

Разработана и обоснована методика прогнозирования электропотребления судоремонтного предприятия [13] – [15], определен экономический эффект от её внедрения на судостроительно-судоремонтных предприятиях [16].

Синтезированы структура и состав компенсатора реактивной мощности дискретного типа, рассчитана его эффективность для повышения коэффициента мощности в системе электроснабжения судостроительно-судоремонтного предприятия [17]. Произведен расчет силовой схемы компенсатора реактивной мощности дискретного типа. В отличие от традиционных компенсаторов предложенное устройство имеет простую силовую схему и, вместе с тем, позволяет производить автоматическое регулирование величины реактивной мощности в широких пределах, имеет высокое быстродействие, не содержит контактных коммутационных элементов. Ввиду особенностей алгоритма работы компенсатора реактивной мощности дискретного типа исключаются электромагнитные переходные процессы (всплески тока) при коммутации конденсаторных батарей. Компенсатор реактивной мощности дискретного типа может широко использоваться для регулирования реактивной мощности в узлах нагрузки на стороне напряжения 0,4 кВ в системах электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий. Устройство способно в автоматическом режиме поддерживать заданную величину коэффициента мощности, не допуская при этом перекомпенсации. Выбраны параметры компенсатора реактивной мощности дискретного типа с учетом характеристик электрической питающей сети судоремонтного предприятия. Подтверждено, что управление режимами электроснабжения судостроительно-судоремонтного предприятия необходимо осуществлять с целью поддержания характеристик и режимов работы отдельных элементов системы электроснабжения в пределах нормативных параметров во избежание нарушения их нормального функционирования, предупреждения и локализации аварий, повышения общего качества оперативно-диспетчерского управления энергосистемой. Установка

компенсатора реактивной мощности дискретного типа прямо влияет на надежность функционирования энергосистемы судостроительно-судоремонтного предприятия и поддержания заданных (договорных) величин потребления реактивной мощности.

В настоящее время отсутствуют реальные возможности управления режимами электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий на требуемом уровне. В системах электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий нет устройств компенсации реактивной мощности, работающих в автоматическом режиме и обладающих необходимыми параметрами по точности и быстродействию. В рыночных экономических условиях системы электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий не имеют собственных генерирующих мощностей, чем обусловлена необходимость приобретения 100 % потребляемой электрической энергии у поставщиков на оптовом или розничном рынках электроэнергии и мощности. Это обстоятельство делает судостроительно-судоремонтные предприятия в значительной степени зависимыми от условий, диктуемых энергоснабжающей организацией в части финансовых и технических вопросов их взаимодействия. Причем неправильное установление плановых объемов потребления (следствием чего является отклонение от них фактических величин потребления) влечет применение к судостроительно-судоремонтному предприятию (потребителю) крупных санкций. В отрасли водного транспорта для комплексного решения проблемы повышения качества управления режимами электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий требуются научные исследования, опытно-конструкторские разработки, внедрение и промышленные испытания энергосберегающих автоматизированных бесконтактных устройств компенсации реактивной мощности, обладающих высокой точностью, быстродействием, унификацией, компактностью и простотой технического обслуживания, ухода, монтажа. Для судостроения и судоремонта целесообразно дать оценку эффективности применения инновационных автоматизированных энергосберегающих компенсаторов реактивной мощности при управлении режимами работы цеховых подстанций судостроительно-судоремонтных.

Управление режимами электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий необходимо осуществлять с целью поддержания характеристик и режимов работы отдельных элементов системы электроснабжения в пределах нормативных параметров во избежание нарушения их нормального функционирования, предупреждения и локализации аварий, повышения общего качества оперативно-диспетчерского управления энергосистемой [18].

Исследования систем электроснабжения и организации работы энергослужб судостроительно-судоремонтных предприятий выявили следующие проблемы:

- отсутствие возможностей оперативного контроля параметров электропотребления и контроля с накоплением данных за определенный промежуток времени, что делает невозможным проверку объемов, предъявляемых энергоснабжающей организации;
- отсутствие возможности контроля и учета параметров электропотребления и параметров качества электроэнергии отдельных потребителей, в том числе объектов обеспечения постройки, ремонта и испытания судов;
- отсутствие реальных возможностей управления режимами электроснабжения на требуемом уровне.

Для комплексного решения проблемы повышения качества управления режимами электроснабжения судостроительно-судоремонтного предприятий требуется разработка современной системы учета и контроля параметров электропотребления. С целью повышения технико-экономических показателей работы энергохозяйств судостроительно-судоремонтных предприятий необходимо разработать автоматизированную систему контроля и учета электропотребления, обеспечивающую решение задач коммерческого и технического учета потребленной энергии и мощности, обработку и архивацию данных в форматах, пригодных для дальнейшего анализа, и выполненную на современном техническом уровне. Автоматизированная информационно-измерительная система контроля и учета электропотребления судостроительно-судоремонтного предприятия должна осуществлять функции технического и коммерческого учета электроэнергии и мощности, производить сбор, обработку и

накопление данных энергопотребления и мониторинг параметров качества электрической энергии. Автоматизированная информационно-измерительная система контроля и учета электропотребления должна обеспечивать автоматический сбор информации о функционировании системы, составляющей структуру электроснабжения объектов судостроительно-судоремонтного предприятия; обработку и распределение информации; формирование управляющих команд, воздействующих на потребители 2 и 3 категорий надежности; осуществление функций документирования; выполнение основных функций в масштабе реального времени. В результате анализа схемы электроснабжения конкретного судостроительно-судоремонтного предприятия необходимо установить перечень точек коммерческого и технического учета электроэнергии и мощности. Для оптимизации автоматизированной информационно-измерительной системы контроля и учета электропотребления целесообразно определить ее структуру, произвести выбор оборудования и функциональных узлов.

Одной из проблем для специалистов судостроительно-судоремонтных предприятий является разработка алгоритма мониторинга, который заключается в последовательно-пооперационном отображении текущей информации, ее обработки и классификационном анализе. На рис. 1 представлен алгоритм, отражающий порядок организации и применения энергетического мониторинга.

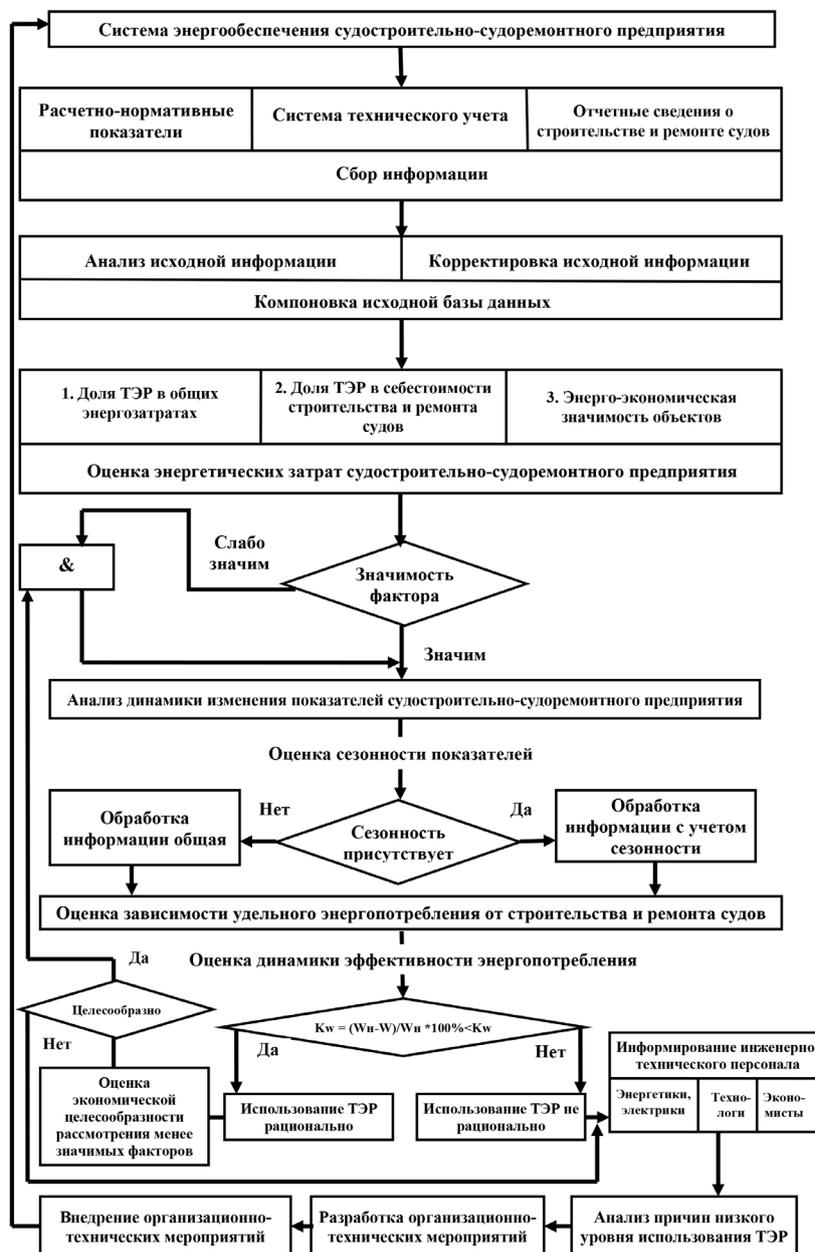


Рис. 1. Алгоритм энергетического мониторинга судостроительно-судоремонтного предприятия

В отрасли водного транспорта при судостроении и судоремонте ресурсоэнергосберегающее использование топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) является одной из главных актуальных задач для судостроительно-судоремонтных предприятий. При постройке, достройке, эксплуатации и ремонте судов речного, морского, рыбопромыслового флотов возможно уменьшение энергетических затрат на 30 – 35 % на судостроительно-судоремонтных предприятиях. В судостроении и судоремонте снижение энергозатрат при строительстве современных автоматизированных судов различного назначения и ремонте судов зарубежной постройки уменьшает их (судов) себестоимость. В рыночных экономических условиях это ресурсоэнергосбережение приводит к существенному повышению экономической эффективности работы судостроительно-судоремонтных предприятий, т.е. к увеличению их прибыли (кроме уменьшения себестоимости строительства и ремонта судов).

В отрасли морского и речного транспорта одним из основных способов решения этой задачи является проведение комплексных системных энергетических обследований (энергоаудита) судостроительно-судоремонтных предприятий. Опыт проведения системных энергетических исследований в форме энергоаудита обеспечивает следующие технико-экономические характеристики и показатели:

- определение нерациональных, неэнергосберегающих, неэкономичных режимов работы электрического, электронного, энергетического и технологического оборудования, систем управления на базе всесторонних обследований режимов функционирования, работы и энергопотребления объектов судостроительно-судоремонтных предприятий;

- прогнозирование электропотребления, детальный анализ эффективности энергопотребления на объектах судостроительно-судоремонтных предприятий и определение в перспективе реального потенциала ресурсо- и энергосбережения;

- определение и аналитическая оценка величины инвестиционных затрат на ресурсо- и энергосберегающие технические, экономические, социальные, организационные мероприятия с установлением приоритетов их разработок и внедрений;

- выявление, разработка концепции ресурсо- и энергосберегающей стратегии судостроительно-судоремонтных предприятий с учетом динамики их развития (или реструктуризации);

- формирование индивидуальных энергетических паспортов для судостроительно-судоремонтных предприятий в отраслях морского и речного транспорта.

В результате выполненных энергоаудита и проведенной паспортизации судостроительно-судоремонтных предприятий в отрасли водного транспорта установлены характерные аспекты проблемы, возникающие во время системных энергетических обследований (энергоаудитов) и требующих быстрого решения. Вопросы, которые необходимо решать в первую очередь, заключаются в следующем:

- обоснование и создание единого нормативно-правового обеспечения и документа для ресурсоэнергосберегающей стратегии, политики на уровне РФ и уровнях конкретных судостроительно-судоремонтных предприятий в отрасли водного транспорта;

- разработка общего методического обеспечения для проведения энергоаудита объектов водного транспорта, включая, суда, электротехнические комплексы «берег-судно», «док-судно», порты, гидротехнические сооружения, пристани, речные и морские вокзалы, судостроительные, судоремонтные предприятия, судоходные компании, ремонтно-эксплуатационные базы флота, береговые производственные участки, электроцеха, базы технического обслуживания флота, и создание на ПЭВМ автоматизированной системы электронного энергетического паспорта для обследуемых объектов;

- разработка технического, аппаратного, приборного обеспечения для выполнения энергоаудита объектов морского и речного транспорта, в том числе судостроительно-судоремонтных предприятий;

- организация, совершенствование системы подготовки, обучения, повышения квалификации специалистов по энергетическому менеджменту судостроительно-судоремонтных предприятий и энергоаудиторов;

– сбор информации для разработки и создания информационно-аналитического банка электронных данных на ПЭВМ по штатным типовым техническим решениям, обеспечивающим значительное повышение и эффективность применения ТЭР на судостроительно-судоремонтных предприятиях в отрасли водного транспорта.

Из результатов выполненного анализа и оценки энергетических обследований судостроительно-судоремонтных предприятий следует, что в судостроении и судоремонте на отдельных предприятиях не проводят эффективной методической, технической работы по ограничению, снижению энергоемкости строящихся, ремонтируемых судов, ссылаясь на объективные экономические обстоятельства и ввод экономических санкций со стороны западных стран.

Проведенные серии энергетических обследований в виде энергоаудита в отрасли морского и речного транспорта выявили главные факторы недостаточной эффективности применения ТЭР на судостроительно-судоремонтных предприятиях. К таким факторам относятся:

1. Отсутствие у инженерно-технических сотрудников, обслуживающего персонала, рабочих судостроительно-судоремонтных предприятий достаточных, эффективных, экономических, финансовых стимулов для ресурсоэнергосбережения, экономичного использования ТЭР.

2. Сезонность функционирования, т.е. летняя навигация речных судов на внутренних водных путях России, массовый зимний отстой судов речного флота и неритмичность работы судостроительно-судоремонтных предприятий по строительству судов «смешанного река-море плавания» и ремонту судов импортной постройки.

3. Морально, физически устаревшие виды электрического, электронного оборудования, систем управления, коммутационно-защитных аппаратов, основного и вспомогательного технологического оборудования, станков, инструментов.

4. Отсутствие систем диагностирования электрооборудования, электронной аппаратуры, коммутационно-защитных аппаратов, основного и вспомогательного мощного технологического оборудования.

5. В многочисленных разнообразных мощных электроприводах недостаточно или вообще не используются и пока не внедряются полупроводниковые энергосберегающие преобразователи частоты новейшей технологии на IGBT-биполярных транзисторах, которые обеспечивают более 60 % экономии электрической энергии, уменьшая потребление электроэнергии от сети за счет оптимального управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутыми роторами в зависимости от нагрузки, устраняя перегрузки сети, увеличивая срок службы электроприводов и оборудования.

6. Недостаточно определенный административно-экономический порядок, отсутствие системного подхода в электротехнических и энергетических комплексах судостроительно-судоремонтных предприятий.

7. Необеспеченность или отсутствие комплексной системы нормативного сопровождения по эффективному использованию ТЭР на судостроительно-судоремонтных предприятиях.

8. Малая обеспеченность судостроительно-судоремонтных предприятий современными энергосберегающими техническими средствами учета, контроля и, самое главное, отсутствие дифференцированного системного анализа эффективности энергетического потребления, а также недостаточное количество автоматизированных бесконтактных компенсаторов реактивной мощности для улучшения коэффициента мощности в системах электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий.

9. Недостаточное количество инженерно-технического персонала, сотрудников, служащих, рабочих высокой квалификации в энергетических службах судостроительно-судоремонтных предприятий и технологических энергоемких производств в отрасли водного транспорта.

10. Непонимание эффективности и экономической целесообразности ресурсоэнергосбережения, в частности, на рабочих производственных местах при строительстве современных автоматизированных судов и ремонте ранее построенных судов, в том числе на зарубежных судостроительных верфях.

11. Энергетические службы судостроительно-судоремонтных предприятий в отрасли водного транспорта традиционно не участвуют в формировании технической стратегии и портфеля актуальных заказов по строительству современных автоматизированных судов с энергосберегающим судовым электрооборудованием, полупроводниковыми преобразователями электроэнергии (управляемыми выпрямителями, инверторами, частотными преобразователями, преобразователями постоянного напряжения), быстродействующей электронной защитой судовых высоковольтных электроэнергетических систем и средствами ограничения аварийных коротких замыканий в судовых электротехнических комплексах, включая комплексы «берег–судно», «док–судно» [19].

На практике не осуществляется должный эффективный контроль соответствия выполнения производственных технологических операций мощностям энергопотребляющего оборудования, обеспечивающего эти технологические операции в судостроении и судоремонте.

В настоящее время имеются значительные потери ТЭР из-за аварийных простоев электрического, электронного, технологического и энергообеспечивающего оборудования, систем управления, коммутационно-защитной аппаратуры, которые возникают из-за неквалифицированного их технического использования, обслуживания или из-за несвоевременного, а иногда некачественного текущего ремонта [20].

В отрасли морского и речного транспорта при выполнении энергоаудита возникают определенные трудности и проблемы различного характера, которые необходимо учитывать.

Одна из проблем тесно связана с необходимостью преодоления психологических стереотипов как у технического персонала, эксплуатирующего энергетическое и технологическое оборудование, электрооборудование, так и у специалистов, проводящих энергоаудит. Для первых это характеризуется существующим у эксплуатационников мнением о том, что они хорошо знакомы со всеми своими проблемами, но, однако, из-за перечисленных факторов решить их в настоящее время не могут. Для вторых психологический стереотип характеризуется тем, что энергоаудиторы считают возможным решить все проблемы ресурсоэнергосбережения самостоятельно в достаточно сжатые определенные сроки.

Опыт и практика выполнения энергоаудита показали, что наиболее эффективные результаты энергетических обследований достигаются при решении этих задач в комплексе единой организацией-исполнителем (с привлечением компетентных технических специалистов и менеджеров) при обязательном активном участии заинтересованных технических и экономических специалистов самого судостроительно-судоремонтного предприятия.

Проблема состоит в необходимости решения специфических вопросов экспресс-оценки и контроля за техническим состоянием систем энергоснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий. Прежде всего, требуется количественная оценка аварийности любых электроэнергетических систем, в том числе систем распределения электрической энергии и систем электрообеспечения мощных электроустановок в каждом из цехов. В настоящее время при энергетических обследованиях этот вопрос практически не рассматривается в процессе энергоаудита. Подтверждено, что аварийность только в системах электроснабжения вызывает на судостроительно-судоремонтных предприятиях средний удельный ущерб не менее 1 доллара в год на 1 кВт заявленного максимума мощности. На практике различные нарушения нормального электроснабжения приводят к изменению технологических режимов и, как следствие, к потерям энергоносителей. В рыночной экономике объективно оцененные причины возникновения отказов, повреждений, аварий позволяют в значительной мере уменьшить аварийность в электроэнергетических системах, распределительных электрических сетях судостроительно-судоремонтных предприятий.

Другим аспектом этой проблемы является оценка целесообразности и возможности использования электроприемников различных цехов в качестве регуляторов-потребителей как полной, активной, реактивной мощности, так и электропотребления. На сегодня составленные и утвержденные на судостроительно-судоремонтных предприятиях перечни очередности, порядок отключения электроприемников (электропотребителей) часто имеют субъективный характер и не учитывают реальные потери энергоносителей при изменении режимов работы конкретных тех-

нологических и электрических агрегатов. Однако известно, что для отдельных технологических установок ограничение их электропотребления на определенную величину и заданную длительность приводит к перерасходу электроэнергии, эквивалентному величине этих ограничений.

Следует отметить аспект, который связан с оценкой уровня надежности внешнего и внутреннего электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий и оценкой соответствия обеспечения категорий электроприемников (электропотребителей) их схемной надежностью. Этот вопрос также практически не затрагивается в процессе энергоаудита, хотя его решение значительно способствует снижению отказов, повреждаемости, аварийности и необоснованных потерь энергоносителей. Для решения перечисленных вопросов требуются определенные технико-экономические компетенции, навыки и практические умения, а также обширные теоретические знания соответствующих отраслевых методик по оценке средних удельных ущербов и анализу эксплуатационной надежности.

В отрасли водного транспорта результаты практических энергетических обследований показывают, что процесс проведения энергоаудита достаточно неплохо формализуется и может быть отражен единым алгоритмом в виде перечисления решаемых технико-экономических задач применительно к объектам систем энергообеспечения и электропотребления судостроительно-судоремонтными предприятиями.

В настоящее время целесообразно использование мобильных электростанций для электроснабжения объектов морской и речной инфраструктуры. Мобильные электростанции применяются в качестве резервного (аварийного) электроснабжения потребителей, требующих повышенной надёжности и не допускающих перерывов подачи энергии при авариях в зонах централизованного электроснабжения. Мобильные электростанции для электроснабжения строящихся и ремонтируемых судов, портов, гидросооружений, судостроительно-судоремонтных предприятий представлены на рис. 2.



Рис. 2. Мобильные электростанции для электроснабжения объектов морской инфраструктуры

Современные системы бесперебойного и гарантированного питания (рис. 3) для повышения эффективности энергообеспечения объектов морской и речной инфраструктуры внедрены на крупнейших предприятиях нефтегазовой, промышленной, судостроительной отраслей: ОАО «Балтийский завод», ОАО «Северо-Западное пароходство», ОАО «Мурманское морское

пароходство», ОАО «СК «Волжское пароходство», ОАО «Совкомфлот», ФГУП «Росморпорт», ФГУП «Кронштадтский морской завод», ОАО «Лукойл-Арктик-Танкер», ООО «Лукойл-Калининград-морнефть», ОАО «Варандейский терминал», ЗАО «Севмор-нефтегаз», ОАО «ЦМКБ «Алмаз», ОАО «Невское ПКБ», ОАО «Северное ПКБ», ОАО КБ «Вымпел», ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «СПМ – БМ «Малахит», ОАО ПО «Севмаш», ОАО «Северная верфь», ОАО «ЦС «Звёздочка», ОАО «Адмиралтейские верфи», ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз», ОАО «Дальневосточный завод «Звезда», ОАО «Выборгский судостроительный завод», ОАО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», ОАО «ГМК Норильский никель» и др.



Рис. 3. Резервное электроснабжение объекта на базе дизель-генераторных установок в модульном контейнерном исполнении

Согласно нормам проектирования энергетических объектов комплектация оборудования должна создавать оптимальные условия для выполнения профилактических и ремонтных работ, а также обеспечивать безопасное и удобное техническое обслуживание электростанции. Суммарная мощность агрегатов должна покрывать максимальную нагрузку, учитывая при этом запуск двигателей и собственные нужды установки в электроэнергию. На основных электростанциях предусматривается минимум одна аварийная установка, мощность которой соответствует основной.

Таким образом, в рыночных экономических условиях требуется совершенствование системы организации и управления энергетическим обеспечением судостроительно-судоремонтных предприятий. Выполнен анализ задач, установлена их взаимная связь и определено влияние на совершенствование системы организации и управления энергетическим обеспечением судостроительно-судоремонтных предприятий. В отрасли водного транспорта подтверждено, что в реальном масштабе времени нет возможности управлять режимами каждого потребителя топливно-энергетических ресурсов. Экономически нецелесообразно организовывать технический учет в каждом пункте потребления энергоресурсов в связи с большими затратами средств. Судостроительно-судоремонтные предприятия должны иметь оптимальный уровень обеспечения техническим учетом, который позволит осуществлять упреждающее воздействие на их энергорежимы.

Для использования энергетической информации судостроительно-судоремонтные предприятия должны иметь специалистов-аналитиков (по управлению эффективностью энергообеспечения) и современные системы нормирования расхода энергоносителей. Установлено, что отсутствие развитой современной системы учета не позволяет контролировать энергетические режимы, управлять ими и вовремя воздействовать на них. Учет и нормирование являются составными частями системного и объективного энергетического мониторинга на судостроительно-судоремонтных предприятиях.

В отрасли водного транспорта необходима оптимизация структуры технического учета используемых энергоносителей. Для формализации энергетического мониторинга необходимо решить организационные, технические вопросы и разработать практические рекомендации. С целью последовательно-пооперационного отображения текущей информации, ее обработки и классификационного анализа предложен алгоритм энергетического мониторинга судостроительно-судоремонтных предприятий. Рассмотрены факторы, влияющие на возможности организации аналитического раздела энергетического мониторинга, в частности — оснащенность современными техническими средствами и программным обеспечением. Экономия энергоресурсов, снижение энергозатрат, повышение экономической эффективности работы судостроительно-судоремонтных предприятий, увеличение их прибыли можно обеспечить за счет выполнения комплексных энергетических обследований (энергоаудита).

Выявлены специальные вопросы, возникающие в процессе энергетических обследований и требующие своевременного решения как при проведении энергоаудита, так и при паспортизации судостроительно-судоремонтных предприятий. В результате энергоаудита определены главные факторы, приводящие к недостаточной эффективности применения топливно-энергетических ресурсов на судостроительно-судоремонтных предприятиях. Рекомендовано давать оценку аварийности энергетических систем, в том числе электроэнергетических. Подтверждено, что нарушения, аварии электроснабжения приводят к изменению технологических режимов и, как правило, к потерям энергоносителей. Установленные причины возникновения аварий позволяют существенно уменьшить аварийность в энергетических и электроэнергетических системах судостроительно-судоремонтных предприятий.

При проведении энергоаудита рекомендовано использование методик по определению ущерба и расчету надежности внешнего, внутреннего электроснабжения судостроительно-судоремонтных предприятий с оценкой соответствия обеспечения категорий электроприемников их схемной надежностью, что существенно способствует уменьшению аварий и снижению необоснованных потерь энергоносителей. Приведены современные системы бесперебойного и гарантированного электропитания для повышения эффективности энергообеспечения объектов морской и речной инфраструктуры. На основе проведенных исследований разработан комплекс мероприятий, совокупность которых направлена на совершенствование процесса управления электроснабжением судостроительно-судоремонтных предприятий.

Задержки в реализации ресурсоэнергосберегающих мероприятий наносят значительный экономический ущерб судостроительно-судоремонтным предприятиям и негативно отражаются на общей экологической и социально-экономической ситуации. Кроме того, дальнейший рост издержек морского и речного флотов сопровождается растущим дефицитом финансовых ресурсов, что задерживает обновление производственной базы судостроительно-судоремонтных предприятий в соответствии с достижениями научно-технического прогресса. Уменьшение энергетической составляющей в издержках строительства и ремонта судов позволит получить дополнительные средства для обеспечения приемлемого уровня морального и физического износа энергетического, электрического, электронного и технологического оборудования в отрасли водного транспорта.

Список литературы

1. Приходько В. М. Методы и технические средства комплексных испытаний элементов судовых электроэнергетических систем в судостроении и судоремонте: науч. моногр. / В. М. Приходько. — СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2005. — 348 с.
2. Приходько В. М. Интенсификация комплексных испытаний судового электрооборудования по энергосберегающей технологии в судостроении и судоремонте: науч. моногр. / В. М. Приходько. — СПб.: СПГУВК, 2013. — 244 с.
3. Приходько В. М. Математическая модель при сушке судовых асинхронных двигателей по энергосберегающей технологии / В. М. Приходько, И. В. Приходько // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 3 (25). — С. 54–61.
4. Приходько В. М. Энергосбережение при восстановлении изоляции электрооборудования водного транспорта / В. М. Приходько, Ахмед Абдалла Исхаг Адам, П. А. Смирнов // Материалы международной научно-практической конференции «Водный транспорт России: инновационный путь развития». 6–7 октября 2010 года. — СПб.: СПГУВК. — 2011. — Т. 2. — С. 248–253.
5. Приходько В. М. Энергосбережение при восстановлении изоляционных систем / В. М. Приходько // Проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на промпредприятиях и ТЭС: межвузовский сб. науч. трудов. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП. — 2009. — С. 174–180.
6. Приходько В. М. Экспериментальные характеристики сушки электрооборудования / В. М. Приходько // Проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на промпредприятиях и ТЭС: межвузовский сб. науч. трудов. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП. — 2009. — С. 181–186.
7. Приходько В. М. Энергосберегающий способ восстановления изоляционных систем / В. М. Приходько, И. В. Приходько // Проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на промпредприятиях и ТЭС: межвузовский сб. науч. трудов. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП. — 2007. — С. 202–207.
8. Приходько В. М. Система обработки изоляции электрооборудования / В. М. Приходько, Хассан Мелкауи // Проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на промпредприятиях и ТЭС: межвузовский сб. науч. трудов. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП. — 2009. — С. 181–186.
9. Приходько В. М. Система обработки изоляции электрооборудования судов, портов и гидротехнических сооружений / В. М. Приходько, Хассан Мелкауи // Материалы международной науч.-практ. конференции, посвященной 200-летию подготовки кадров для водного транспорта России «Водные пути России: строительство, эксплуатация, управление». 1–2 октября 2009 г. — СПб.: ФГОУВПО СПГУВК. — 2009. — С. 194–199.
10. Приходько В. М. Энергоресурсосберегающий мобильный комплекс для диагностики изоляции электрооборудования судов, портов и гидросооружений / В. М. Приходько, Хассан Мелкауи, М. В. Спиридонов // Материалы международной науч.-практ. конференции «Водный транспорт России: инновационный путь развития». 6–7 октября 2010 г. — СПб.: СПГУВК. — 2011. — Т. 2. — С. 254–260.
11. Приходько В. М. Мобильный комплекс для диагностики изоляционных систем / В. М. Приходько, Хассан Мелкауи, М. В. Спиридонов // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: межвузовский сб. науч. тр. — СПб.: ГОУВПО СПбГТУРП. — 2010. — С. 62–66.
12. Приходько В. М. Энергоресурсосберегающая технология диагностики мощных трансформаторов / В. М. Приходько // Высокие технологии, исследования, промышленность: сб. тр. Девятой международной науч.-практ. конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». 22–23.04.2010, Санкт-Петербург, Россия. — СПб.: РАН. — 2010. — Т. 3. — С. 345–359.
13. Приходько В. М. Эффективность методики прогнозирования электропотребления судоремонтным предприятием / В. М. Приходько, М. Л. Ивлев, И. В. Приходько // Морской вестник. — 2013. — № 3 (47). — С. 51–56.
14. Приходько В. М. Методика прогнозирования электропотребления судоремонтного предприятия / В. М. Приходько, М. Л. Ивлев, И. В. Приходько // Журнал университета водных коммуникаций. — 2012. — № 1. — С. 67–73.
15. Приходько В. М. Прогнозирование электропотребления судоремонтным предприятием / В. М. Приходько, М. Л. Ивлев, И. В. Приходько // Журнал университета водных коммуникаций. — СПб.: СПГУВК. — 2012. — № 2. — С. 103–108.

16. *Приходько В. М.* Экономический эффект внедрения методики прогнозирования электропотребления судоремонтного предприятия / В. М. Приходько, М. Л. Ивлев, И. В. Приходько // Журнал университета водных коммуникаций. — 2012. — № 4. — С. 191–194.

17. *Приходько В. М.* Эффективность компенсатора реактивной мощности дискретного типа / В. М. Приходько, М. Л. Ивлев, И. В. Приходько // Журнал университета водных коммуникаций. — 2012. — № 3. — С. 68–75.

18. *Приходько В. М.* Эффективность работ по техническому обслуживанию систем электроснабжения портов, гидросооружений и электротехнических комплексов «берег-судно» // В. М. Приходько, М. В. Спиридонов, П. А. Смирнов // Журнал университета водных коммуникаций. — 2010. — № 4. — С. 20а–25.

19. *Приходько В. М.* Ограничение аварийных токов в судовых электроэнергетических комплексах: науч. монография / В. М. Приходько. — СПб.: СПГУВК. — 2010. — 425 с.

20. *Игнатов Д. И.* Эффективность энергообеспечения судостроительно-судоремонтных предприятий / Д. И. Игнатов, И. В. Приходько, В. М. Приходько // Материалы VI межвузовской научно-практической конференции аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» 14 мая 2015 года. — СПб.: ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2015. — С. 206–214.