



**МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

Тезисы
международной научно-технической конференции

**ТЕХНОГЕННАЯ
ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТЬ
И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**



МОСКВА

Московский институт
энергобезопасности и энергосбережения

Тезисы докладов
международной научно-технической конференции

**Техногенная энергобезопасность
и энергоресурсосбережение**

Москва 2018

УДК 621
ББК 31
Т38
ISBN 978-5-98016-019-7

Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Техногенная энергобезопасность и энергоресурсосбережение» – М.: МИЭЭ, 2018, – 172 с.

Международная научно-техническая конференция «Техногенная энергобезопасность и энергоресурсосбережение» состоялась 5 июля 2018 г.

Организатор: Московский институт энергобезопасности и энергосбережения («МИЭЭ»).

Цель конференции: обмен результатами научных исследований и практик в области энергетики, а также обмен опытом в решении проблемы обеспечения качественной подготовки современных специалистов-энергетиков.

Конференция включала в себя пленарное заседание и работу тематических секций, а также заключительное заседание для подведения итогов мероприятия.

Материалы конференции изданы в сборнике (бумажном и электронном) конференции и представлены на официальном сайте МИЭЭ: <http://mieben.ru/about/conference/>.

Формат 60×90 1/16. Тираж 100.
Отпечатано в типографии
Производственно-торговой фирмы
Московского института энергобезопасности и энергосбережения

105043, Москва, Щелковский п-д, 13А
тел. 495 965-3790, 652-2412,
www.mieben.ru, e-mail: ptf@mieben.ru

© МИЭЭ, 2018

Содержание

<i>Секция 1. Надежность и электробезопасность электроустановок</i>	9
Большанин Г. А. Основные уравнения шестиполюсника	9
Викторова Е. П. Применение волновых эффектов при редуцировании природного газа.....	11
Волкова Е. А., Лещинская Т. Б. Выбор оптимального варианта развития распределительных воздушных сетей 6-10 кВ по многокритериальной модели на примере филиала ПАО «МОЭСК» – «Северные электрические сети».....	13
Гладышев А. И., Капелько К. В., Кузнецов В. К., Шпрыков В. Н. Развитие концепции мониторинга систем электропитания специальных объектов.....	15
Жматов Д. В. Анализ возможностей сокращения электропотребления на собственные нужды подстанций	17
Злобин А. А., Мальцев А. П., Медведева И. Ю., Романов Г. А., Фролова М. А. Повышение эффективности использования электроэнергии на заводах машиностроительной отрасли за счет оптимального выбора трансформаторных мощностей системы электропитания и режимов электропотребления.....	20
Иванов А. С., Князев В. О., Шитов Е. М. Автономная микроГЭС сифонного типа.....	23
Каганов В. И. Сообщение о проекте «Защита от гололеда проводов высоковольтных ЛЭП с помощью высокочастотной электромагнитной волны»	25
Казанцев А. А., Инаходова Л. М., Солдусова Е. О., Проничев А. В. Анализ режимов сети при использовании инновационных конструкций силовых трансформаторов.....	26
Капелько К. В., Степанов Б. М., Сергеев К. Г., Верещагин А. С. Проблемы электробезопасности и пути их решения на основе формализованной оценки опасности операций, выполняемых в технических электроустройствах	28
Капелько К. В., Бердников А. Ю. Методологические основы построения автономных систем электропитания	30
Капелько К. В., Шпрыков В. Н., Бердников А. Ю. Оптимизация массовых показателей автономных систем электропитания	33
Капелько К. В., Подунов Д. В., Хрулев П. В. Задачи диагностики энергоемких химических источников тока автоматизированных систем электропитания	36

Кравчук А. С., Кравчук А. И., Михневич А. П. Энерго- и ресурсосбережение на трубопроводном транспорте за счет внедрения расчетно-теоретического прогнозирования расхода перекачиваемой среды по положению запирающих элементов трубопроводной арматуры	38
Крысанов В. Н., Иванов К. В. Анализ эффективности применения аппаратных решений на базе технологической платформы FACTS в распределительных электрических сетях.....	40
Кулаев И. С., Дашков В. М. Анализ нормативов потребления электроэнергии по Самарской области.....	42
Кычкин А. В., Сеницына К. В. Исследование технологий MicroGrid на основе методов полунатурного моделирования и программных систем энергомониторинга	45
Непейчиев А. Г. Исследование модели дизель-генераторной установки комбинированного типа при переменной скорости вращения.....	47
Петрухин Н. В., Лещинская Т. Б. Выбор системы напряжений электроснабжения сельских районов по многокритериальной модели.....	49
Подобедов П. Н. Разработанная методика многокритериальной оценки предложенных стратегий по перевооружению на примере трех вариантов ВЛ 10 кВ.....	51
Проничев А. В., Солдусова Е. О., Шишков Е. М. Передача электрической энергии по самокомпенсированным РВЛ	54
Суворов М. Н., Лещинская Т. Б. Выбор источников электроснабжения в газифицированных отдаленных населенных пунктах на основе теории нечетких множеств	56
Тишков В. В., Лещинская Т. Б. Облачные технологии в области распределительных сетей	58
Тишков В. В., Лещинская Т. Б. Анализ повреждений балашихинских электрических сетей	60
Павлович Ф. В., Борисовна Л. Т. Возможности распределительной сети на постоянном токе	61
Целебровский Ю. В. Электробезопасность и режим заземления нейтрали в электрических сетях напряжением 6...35 кВ	64
Киричек Е. А., Целебровский Ю. В. Система электробезопасности в сетях собственных нужд подстанции высокого напряжения.....	67

Фонов В. П., Лещинская Т. Б. Возможности распределительной сети на постоянном токе.....	70
Чикунев Ю. М., Чикунев А. М. Аспекты проектирования электрических энергосберегающих стенов.....	73
Шахнин В. А. Энергосберегающая диагностика РПН.....	76
Юсупов Д. Т. Повышение пробивного напряжения отработанного трансформаторного масла путем очистки от механических примесей с использованием керамического фильтра	78
Юрин В. Е. Методология комплексной оценки путей совершенствования безопасности АЭС.....	80
<i>Секция 2. Техногенная безопасность и управление охраной труда.....</i>	
Даценко А. И., Кольцова Е. Н. Финансовое обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников в системе планирования мероприятий по охране труда	82
Елин А. М. Безопасное рабочее место – основа сохранения здоровья персонала и гарантия производительного труда	84
Жилин О. И. Правовые и методологические аспекты разработки программы профессиональной переподготовки в области охраны труда	89
Лившиц И. И., Неклюдов А. В. Оценка безопасности информационных технологий объектов критичной инфраструктуры в современных условиях	91
Федорец А. Г. Практическая реализация современных принципов риск-менеджмента в национальном стандарте ГОСТ Р 12.0.011-2017	94
<i>Секция 3. Энергоресурсосбережение и энергоэффективность.....</i>	
Агеев О. В., Фатыхов Ю. А., Самойлова Н. В. Научные основы обеспечения энергоресурсосбережения при резании рыбы.....	96
Березина В. П., Карпов Ф. Д. К исследованию коэффициента теплопроводности сверхтонких теплоизоляционных покрытий.....	99
Воронков Д. А., Мясникова Е. М., Шведов Г. В. Оценка установки посудомоечной машины на потребление ресурсов домохозяйством.....	102

Гаврилин В. А., Рябышенков А. С., Никулина И. М. Энергосбережение при кондиционировании воздуха чистых помещений.....	104
Есбергенова А.С. Формирование системы ключевых индикаторов для исследования энергетической безопасности страны.....	106
Ейвин П. С. Энергоэффективные системы для пневмотранспортирования сыпучих материалов	108
Гужов С. В. Проверка, подтверждение и прогнозирование объемов энергосберегающего эффекта при потреблении ТЭР в условиях недостаточности данных от приборов учета	110
Захаров А. Н., Рябышенков А. С., Тху П. Энергоэффективность многоступенчатой системы фильтрации чистых помещений	113
Кравчук А. С., Кравчук А. И., Михиевич А. П. Энерго- и ресурсосбережение на трубопроводном транспорте за счет внедрения расчетно-теоретического прогнозирования расхода перекачиваемой среды по положению запирающих элементов трубопроводной арматуры	115
Карпенко С. М., Карпенко М. С. Основные направления совершенствования организационных механизмов повышения энергоэффективности промышленных предприятий.....	117
Корниенко С. В. Несоответствие классов энергетической эффективности проектируемых и эксплуатируемых зданий	119
Кузьмина Р. И., Печенегов Ю. Я., Бурухнина О. В., Макагон А. Н. Каталитическая печь для обогрева помещений	121
Кубрин С. С., Решетняк С. Н. К вопросу повышения энергетической эффективности при обработке высокопроизводительных забоев метанообильных угольных шахт	123
Мансуров Р. Ш., Рафальская Т. А. Математическое моделирование теплотехнических характеристик наружных ограждений с воздушными прослойками	125
Мищенко Я. В. «Энергетическая безопасность и политика энергоресурсосбережения в Японии после техногенной аварии на АЭС «Фукусима-1».....	127
Могиленко А. В. Энергоэффективность в энергетических рейтингах: применяемые критерии	130

Могиленко А. В. Примеры проявления эффекта отскока после реализации ресурсо- и энергосберегающих мероприятий	132
Пенджиев А. М. Экоэнергоэффективность использования энергии ветра в пустыне Каракумы.....	134
Постернак И. М., Постернак С. А. Энергоменеджмент в градостроительной реконструкции исторической застройки городов	136
Политикова Н. А., Таранов А. С. Технология финишной деструкции переработки твёрдых коммунальных отходов.....	139
Прохода В. А. Энергосберегающее поведение россиян	141
Ростунцова И. А., Шевченко Н. Ю., Зебров В. Ю. Перспектива применения энергоэффективных блоков на пылеугольных ТЭС.....	144
Смирнова С. В. Организация теплоснабжения потребителей за счет объектов когенерации для энергоресурсосбережения и повышения энергоэффективности.....	146
Турчанинова Т. П. Оптимальные логистические схемы энергоэффективных технологических процессов на предприятиях пищевой промышленности	149
Шиповская Ю. И., Трушин Е. С. Исследование возможности производства сжиженного природного газа на базе котельной в Московской области.....	152
Щеренко А. П. Практические сложности в реализации государственной политики в области энергосбережения и специфические особенности подготовки и переподготовки специалистов в области теплоэнергетики.....	154
<i>Секция 4. Современные информационные и педагогические технологии подготовки и повышения квалификации специалистов-энергетиков.....</i>	
Богатенков С. А. Внедрение информационно-измерительных систем: управление рисками на основе моделей компетенций	157
Зернес С. П. Обнародование результатов исследований в инженерных науках: где, как, с какой целью?.....	160
Лукьяненко В. Е. Некоторые организационные, методические и правовые вопросы преподавания дисциплины «Энергетическое право» на юридических факультетах	163
Новоселов И. Г. Энергоэффективные решения в компьютерной оргтехнике.....	166

Трофимов А. В., Поляков А. М., Мурзинцев А. В., Тамашук И. И., Янковский Р. В. Разработка методического обеспечения по использованию ячейки КРУЭ 220 кВ в качестве объекта автоматизированного управления.....	168
Хузмиев И. К. О цифровой экономике и «умном» городе	170

Основные уравнения шестиполюсника

Большанин Г. А.

к.т.н, Братский государственный университет, г. Братск
brstu@bk.ru

Шестиполюсником следует называть часть электрической цепи, электротехнического устройства или электроэнергетической системы с шестью выводами. Эти выводы могут служить либо для входа (входные), либо для выхода (выходные) электрических сигналов. Причем количество входных и выходных выводов может быть не менее двух и не более четырех.

Шестиполюсники различных исполнений необходимы для замещения некоторых энергетических объектов. Особенно тогда, когда интерес представляют лишь входные и выходные характеристики электрической энергии.

Шестиполюсник может иметь три входных и три выходных вывода. Таким шестиполюсником может быть замещена, например, двухпроводная линия электропередачи.

Шестиполюсник может иметь два входных и четыре выходных вывода. Или четыре входных и два выходных выводов. Такими шестиполюсниками могут быть замещены, например, трехобмоточные трансформаторы.

К входным выводам обычно подключаются внешние источники электрической энергии, а к выходным – нагрузка.

Шестиполюсники, как и четырехполюсники, и пятиполюсники, делятся на активные и пассивные. Пассивные шестиполюсники не содержат в своем составе источники электрической энергии, а активные содержат. Причем активные шестиполюсники, в свою очередь, делятся на автономные и неавтономные. Автономные активные шестиполюсники содержат в своем составе независимые источники электрической энергии. Это могут быть генераторы различных типов.

Неавтономные активные шестиполюсники содержат только зависимые источники электрической энергии, которые никак не проявляются без внешних источников энергии. В качестве зависимых источников электрической энергии могут использоваться операционные усилители, транзисторы, тиристоры и т. п. Причем при подключении неавтономных активных шестиполюсни-

ков к внешнему источнику электрической энергии эти шестиполюсники могут выполнять функции усилителей мощности.

Особенности функционирования шестиполюсников оценивается, как правило, уравнениями различных форм. Уравнения А-формы устанавливают связь между входными и выходными напряжениями и токами; уравнения В-формы между выходными и входными напряжениями и токами; уравнения G-формы между входным током, выходными напряжениями и выходным напряжением, выходными токами; уравнения H-формы между входным напряжением, выходными токами и выходным током, выходными напряжениями; уравнения Y-формы между входными и выходными токами и входными и выходными напряжениями; уравнения Z-формы между входными и выходными напряжениями и входными и выходными токами. При реализации этих уравнений следует обратить внимание на различие направлений токов в каждом отдельном случае.

Эти уравнения характеризуются соответствующими коэффициентами. Есть реальная возможность выяснения количественной связи между коэффициентами уравнений различных форм.

Для выяснения количественной связи между выходными и входными напряжениями и токами необходимо иметь сведения о численных значениях коэффициентов анализируемого шестиполюсника. Для определения численных значений коэффициентов шестиполюсника необходимо иметь сведения о его схеме и о параметрах его конструктивных элементов. Но чаще всего такие сведения не доступны, а сам шестиполюсник представляет собой «черный ящик». В этом случае численные значения коэффициентов шестиполюсника следует определять экспериментально.

Применение волновых эффектов при редуцировании природного газа

Викторова Е. П.

Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет,
г. Уфа, РФ
ekaterinaviktorova1995@mail.ru

В настоящее время на газораспределительных станциях (ГРС) возникает необходимость поиска и применения новых технологий в области редуцирования природного газа, позволяющие решить имеющиеся проблемы обмерзания трубопроводов. От первоначального источника, с месторождений, по газопроводам протекает газ, имеющий давление около 60-75 атмосфер, а до конечных потребителей доходит газ низкого давления в 1-15 атмосферы. Имеющиеся технологии, которые применяются на ГРС, требуют дополнительные расходы на обогрев труб, поэтому необходимо исследование и поиск новых устройств и конструктивных решений, позволяющих улучшить процесс редуцирования природного газа.

На сегодняшний день известны три способа редуцирования природного газа, но каждый из них имеет ряд недостатков:

1. дросселирование (приводит к эффекту Джоуля-Томсона, и, следовательно, требует дополнительных затрат на подогрев газопроводов);

2. перезаполнение объемов (не позволяет редуцировать расходы газа свыше 2 кг/с, но не приводит к эффекту Джоуля-Томсона);

3. вихревые технологии (слабо развита теория рабочего процесса, что делает эффект непредсказуемым).

Наиболее распространенным способом редуцирования на современных газопроводах является дросселирование, сопровождающееся такими негативными эффектами, как обмерзание участков труб и выпадение кристаллогидратов.

На настоящий момент науке неизвестны способы редуцирования, которые позволили бы полностью избавиться от эффекта Джоуля-Томсона, но имеется технология, которая позволяет его значительно уменьшить.

Решить данную проблему поможет применение дросселирующих устройств, использующих в своем рабочем процессе

различного рода волновые эффекты, а именно течение сверхзвуковых газовых потоков, прямые и косые скачки уплотнения, волны Прандтля-Майера.

Процесс, протекающий в подобном устройстве следующий. Газовый поток, поступающий в рабочую полость и имеющий дозвуковую скорость течения (число Маха меньше единицы) под действием адиабатического расширения и охлаждающего эффекта разгоняется до сверхзвуковой скорости течения газового потока в сопле Лаваля (число Маха становится больше единицы). При данном процессе давление и температура газа снижаются. Затем газовый поток испытывает ряд прямых и косых скачков уплотнения, проходя через препятствия в виде центрально расположенных в трубопроводе тел. В результате происходит резкое торможение потока, сопровождающееся выделением большого количества кинетической энергии газа. Температура газового потока в данном устройстве при сверхзвуковых скоростях остается положительной несмотря на ее общее снижение, что как раз и уменьшает эффект Джоуля-Томсона в виде обмерзания участков газопроводов и выпадении кристаллогидратов.

Данная технология позволяет использовать кинетическую энергию газа, тем самым сокращая затраты ГРС и экономя ресурсы на подогрев газопроводов.

Изучаемое направление в области использования волновых эффектов как рабочего процесса в дросселирующих устройствах является перспективным и инновационным, так как подобные технологии отсутствуют и являются привлекательными для потенциальных потребителей таких, как газовые и транспортные компании.

Литература (по ГОСТ Р7.05-2008)

1. Использование энергосберегающей технологии сверхзвуковой сепарации газа на газоконденсатных месторождениях Крайнего Севера // ЭКСПОЗИЦИЯ НЕФТЬ ГАЗ. – 2015. – № 1(40). – С. 34–38.

**Выбор оптимального варианта развития
распределительных воздушных сетей 6-10 кВ
по многокритериальной модели на примере филиала
ПАО «МОЭСК» – «Северные электрические сети»**

Волкова Е. А., Лецинская Т.Б.

Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Россия
volkovaedal@inbox.ru, tamara.leschinskaya@gmail.com

В настоящее время в России уровень потерь электроэнергии при ее передаче и распределении превышает показатели технически развитых стран (менее 4-7 % от отпуска в сеть [1]) и не соответствует целевому уровню – не более 10 % от отпуска в сеть к 2018 г [2]. Завышенный уровень технических потерь электроэнергии, обусловленных физическими процессами при передаче и распределении, ведет к росту тарифов на электроэнергию для потребителей, а коммерческих, вызванных ее недоучетом, – к убыткам сетевых компаний. Наибольший в процентном отношении уровень потерь электроэнергии соответствует распределительным сетям напряжением 6 – 10 кВ, протяженность которых составляет не менее 46 % от общей протяженности распределительных электрических сетей. Таким сетям свойственны также неудовлетворительные показатели качества электроэнергии и надежности электрообеспечения, что объясняется изношенностью установленного оборудования (более 50 % ВЛ и 62 % ПС отработали срок службы), его несоответствием существующим нагрузкам, использованием устаревших видов оборудования, уступающим современным аналогам по техническим характеристикам, отсутствием полной информации об электрических нагрузках. По указанным причинам модернизацию электросетевого комплекса целесообразно начать с распределительных сетей 6-10 кВ.

В работе задача выбора оптимальной стратегии развития сети решается в многокритериальной постановке [3] с учетом требований по качеству электроэнергии, надежности электроснабжения, экономичности функционирования в условиях неопределенности информации о перспективных электрических нагрузках на примере распределительной сети 6 кВ региональной электросетевой компании. В качестве частных критериев приняты: потери электроэнергии, максимальные потери напряжения в воздушных линиях (ВЛ) 6 кВ, интегральный недоотпуск элек-

троэнергии из-за вероятных отказов элементов СЭС, суммарные дисконтированные затраты. Анализ основных параметров сети позволил выделить те параметры, значения которых наиболее далеки от оптимальных: завышенный уровень потерь электроэнергии (14,5 %) и значительные потери напряжения в ВЛ 6 кВ (до 22,65 % у наиболее удаленных потребителей) и разработать основные стратегии развития: разукрупнение ВЛ 6 кВ и перевод сети на $U_{ном}=10$ кВ с изменением номинальной мощности трансформаторов согласно фактической нагрузке.

Посредством сбора и обработки дополнительной статистической информации снята неопределенность исходной информации о границах изменения перспективных нагрузок сети – получено распределение вероятностей состояния среды за расчетный период ($T_p = 10$ лет). Моделирование вариантов развития сети и расчет значений частных критериев потерь электроэнергии и максимальных потерь напряжения проводился в программном комплексе РТП-3. Выбор лучшего решения осуществлялся по критерию Байеса – минимуму математического ожидания единого оценочного функционала. Получено, что оптимальной стратегией развития для распределительной сети Калининского РЭС является разукрупнение фидера, т.е. строительство дополнительной линии напряжением 6 кВ, на которую переводится часть существующей нагрузки. Реализация данного мероприятия среди прочего приведет к значительному снижению потерь электроэнергии.

Предложенная методика выбора оптимального варианта развития распределительных сетей в условиях отсутствия достаточного количества информации позволит электросетевым компаниями проводить модернизацию электросетевого комплекса с максимальной эффективностью.

Литература

1. В.Э. Воротницкий. Анализ динамики, структуры и мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях России и за рубежом // Энергоэксперт. – 2017 – № 5–6 – С. 24–28.

2. Государственная программа Российской Федерации «Энергоэффективность и развитие энергетики» в редакции от 30.03.2018 № 371 [Электронный ресурс] // Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 321 – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/323>

3. Лещинская Т.Б. Многокритериальная оценка технико-экономического состояния распределительных электрических сетей. М.: МИЭЭ, 2015. 120 с.

Развитие концепции мониторинга систем электроснабжения специальных объектов

Гладышев А. И.,

Доктор технических наук, доцент

Капелько К. В.,

Доктор технических наук, профессор

Кузнецов В. К.,

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Шпрыков В. Н.

Кандидат технических наук, доцент

Военная академия РВСН имени Петра Великого

Совершенствование автоматизированного управления рабочими процессами остаётся приоритетным направлением развития систем электроснабжения (СЭС) промышленного назначения и автономных объектов. Мониторинг параметров режимов и технического состояния электрооборудования повышает эффективность автоматизированного управления СЭС, надежность и бесперебойность электроснабжения.

Новые возможности технических средств и технологий мониторинга в сочетании с повышением требований к надёжности и качеству электроснабжения приводят к развитию системы взглядов на мониторинг специальных СЭС [1, 2, 3].

Наращивание возможностей элементной базы приводит к расширению функционального диапазона мониторинга. Новым шагом в данном направлении явился диагностический мониторинг с функцией оперативного распознавания технического состояния электроагрегатов. Так, диагностический мониторинг силового оборудования распределительных подстанций СЭС включает мониторинг трансформаторов с контролем содержания в масле газов и влаги; мониторинг коммутационного оборудования; контроль состояния ЛЭП и механической и токовой нагрузки на неё, провеса проводов; фиксирование повреждения провода и его локализацию; учёт выработки ресурса электроагрегатов. Актуальным современным требованием к диагностическому мониторингу является проведение наблюдения без нару-

шения процесса функционирования электроагрегатов в режиме их непрерывного автоматического контроля преимущественно под рабочим напряжением.

Очередной шаг в развитии функциональных возможностей мониторинга связан с появлением так называемых «умных» устройств.

Характерным является ныне и повышенное внимание к экономическим аспектам в концепции мониторинга СЭС.

Ввиду массированных атак на информационно-коммуникационную инфраструктуру промышленных СЭС информационная безопасность приобретает статус одного из наиболее важных аспектов концепции мониторинга СЭС.

В целом под влиянием прогресса микропроцессорной техники, тенденции интеллектуализации устройств и технологий за последние десятилетия произошли существенные изменения во взглядах на функциональный диапазон, экономические аспекты и информационную безопасность систем мониторинга СЭС промышленных и специальных объектов. Ныне концепция мониторинга СЭС это диверсифицированный набор функций и реализующих их технологий контроля рабочих процессов и технического состояния электроагрегатов. Это также внимание к проблемам экономичности и информационной безопасности системы мониторинга СЭС.

Литература

1. Генин В. С. Диагностический мониторинг в распределительных сетях / В. С. Генин, В. В. Кознов, С. О. Фельдман // *Электротехника*. – 2015. – № 2. – С. 35 – 40.
2. Некрасов А. В. Системы мониторинга на объектах электроэнергетики / А.В.Некрасов. // *Автоматизация в промышленности*. – 2014. – № 11. – С.22 – 23.
3. Вариводов В. Н. Интеллектуальные электроэнергетические системы / В.Н. Вариводов, Ю. А. Коваленко // *Электричество*. – 2011. – №9. – С.4 – 9.

Анализ возможностей сокращения электропотребления на собственные нужды подстанций

Жматов Д. В., к.т.н.

Московский институт энергобезопасности и энергосбережения,
заведующий кафедрой Электротехники и электроники
dmitry.zhmatov@mieen.ru

К категории собственных нужд подстанций относится потребление электроэнергии токоприемниками, обеспечивающими необходимые условия функционирования оборудования подстанций в технологическом процессе преобразования и распределения электрической энергии (согласно РД 34.09.208 Инструкция по нормированию).

В номенклатуру собственных нужд подстанций входит потребление электроэнергии на следующие цели:

- охлаждение трансформаторов и автотрансформаторов;
- обогрев, освещение и вентиляция помещений (ОПУ, ЗРУ, аккумуляторной, компрессорной, насосной пожаротушения, здания вспомогательных устройств синхронных компенсаторов, проходной);
- освещение территории;
- зарядно-подзарядные устройства аккумуляторных батарей;
- оперативные цепи и цепи управления (на подстанциях с переменным оперативным током);
- обогрев приводов и баков масляных выключателей;
- обогрев приводов отделителей и короткозамкателей;
- обогрев приводов и маслобаков переключающих устройств РПН;
- обогрев электродвигательных приводов разъединителей;
- обогрев электросчетчиков в неотапливаемых помещениях;
- обогрев агрегатных шкафов и шкафов управления воздушных выключателей;
- электродвигатели компрессоров;
- обогрев воздухохоронников;
- вспомогательные устройства синхронных компенсаторов (маслонасосы, циркуляционные насосы, дренажные насосы, задвижки, автоматика);
- электропитание аппаратуры связи и телемеханики;

– небольшие по объему ремонтные работы, выполняемые в процессе эксплуатации;

– прочие: дренажные насосы, устройства РПН, дистилляторы, мелкие станки и приспособления и т.п.

Затраты энергии на охлаждение трансформаторов и утилизацию тепла составляют наибольший потенциал энергосбережения. Для больших зданий ОПУ с водяной системой отопления, а также для вновь строящихся подстанций целесообразно внедрять систему утилизации тепла трансформатора. Принцип работы системы заключается в том, что тепло, выделяемое трансформатором при работе, используется для отопления помещений путем отбора его через пластинчатый теплообменник. Для повышения параметров тепла используется тепловой насос, резервированный электрокотлом. Отмечается, что внедрение такой системы было проведено на ПС 500 кВ «Нижегородская», при этом получено сокращение затрат электроэнергии на отопление до 60%.

Сокращение энергопотребления на охлаждение может быть достигнуто применением частотного регулирования асинхронных двигателей масляных насосов и вентиляторов. В результате возможно регулирование температурного режима непосредственно по нагрузке трансформатора и фактической температуре, снижение количества пусков электродвигателей, снижение их износа.

Для отопления ОПУ применяются индивидуальные электроприборы обогрева или водяное отопление с использованием электрокотлов (водяное отопление 16%, отопление с помощью электрических конвекторов – 84%).

Предлагаемые технические решения, обеспечивающие энергосбережение:

- переход на инфракрасное отопление;
- температурное зонирование помещений с программируемыми термостатами;
- утилизация тепла трансформаторов на отопление больших зданий ОПУ;
- снижение теплопотерь в окружающую среду.

Основное отличие инфракрасного принципа обогрева от традиционного водяного или конвективного, заключается в том, что нагревается не воздух в помещении, а плоскости и предметы. Именно они затем отдают накопленное тепло, создавая не-

обходимый температурный баланс в отапливаемой зоне. Таким образом, не происходит вытеснение холодных воздушных масс теплыми, а также закономерная концентрация нагретого воздуха под потолком помещения. Нагрев помещения осуществляется равномерно – температура воздуха одинакова по всей высоте пространства помещения.

Применение инфракрасного отопления позволяет сократить расход электроэнергии примерно на 40%.

Для экономии потребления электроэнергии на отопление рекомендуется установить в помещениях программируемые термостаты, и поддерживать в необслуживаемых помещениях минимально допустимую температуру, а частично обслуживаемые отапливать только на время обслуживания, что существенно снизит утечки тепла (до 30% экономии тепла). Эти мероприятия позволяют исключить перетопы в таких ответственных помещениях, как серверная и аккумуляторная).

Таким образом, реализация потенциала энергосбережения позволяет не только сократить электропотребление на 20-30 %, но и увеличить автономность резервных (аварийных) источников электроэнергии или снизить их установленную мощность (энергоемкость).

**Повышение эффективности использования
электроэнергии на заводах машиностроительной
отрасли за счет оптимального выбора
трансформаторных мощностей системы
электропитания и режимов электропотребления**

Злобин А. А., Мальцев А. П., Медведева И. Ю.,

Романов Г. А., Фролова М. А.

ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ", ООО «Интехэнерго-аудит», Москва, Россия

ZlobinAA@mpei.ru

Актуальность постановки задачи повышения эффективности использования электроэнергии на любых промышленных объектах и, в первую очередь, на заводах машиностроительной отрасли трудно переоценить.

Опыт энергетических обследований средних и крупных машиностроительных предприятий показал, что на этих заводах установлено большое количество трансформаторов, имеющих срок эксплуатации 40 и более лет и крайне низкую загрузку. Это обстоятельство приводит к увеличению доли потерь электроэнергии до 8–10% в структуре распределения электроэнергии на промышленном объекте.

Целью данной работы является поиск оптимальных величин трансформаторных мощностей на основе критериев:

- определение величины коэффициентов загрузки трансформаторов, соответствующих максимальному (или близкому к нему) КПД,
- минимизация потерь реактивной мощности в выбираемых трансформаторах.

Показано, что наибольший КПД наблюдался у трансформаторов, выпускаемых в 50–60 годы прошлого столетия при $K_z = 0,5 \div 0,6$. Для трансформаторов начала XXI века характерно заметное снижение оптимального коэффициента загрузки, соответствующего наибольшей величине КПД.

Выявлено, что замена трансформаторов старых типов, отработавших 30 и более лет, на новые более эффективные и меньшей мощности позволяет снизить потери электроэнергии в трансформаторном оборудовании до 3-х раз. Кроме этого заметно уменьшается потребление реактивной мощности трансформаторами, что позволяет снизить затраты

на покупку необходимых устройств компенсации реактивной мощности.

Расчетным путем показано, что на выбор рациональных мощностей трансформаторов влияют стоимостные показатели трансформаторного и другого оборудования подстанций, а также требования по срокам окупаемости проекта.

Выполнен поиск оптимальных вариантов мощностей компенсаторов реактивной мощности для минимизации потерь активной мощности.

Оценено влияние срока эксплуатации трансформатора на потери холостого хода. Показано, что длительная эксплуатация трансформаторного оборудования приводит к увеличению потерь холостого хода ~ на 10% за 10 лет.

Анализ эффективности использования электрической энергии в системе электроснабжения машиностроительных заводов позволил сделать следующие выводы:

1. Трансформаторы, эксплуатируемые 30 и более лет, согласно РД [4] должны быть в плановом порядке заменены на новые в течение 5÷10 лет.

2. Показано, что в качестве критерия выбора наиболее целесообразных мощностей трансформаторов необходимо использовать величину K_3 , соответствующую $K_3 \geq K_3 \text{ опт}$, и минимум приведенных затрат.

3. Замена слабозагруженных ($K_3 \leq 0,2$) трансформаторов на новые, более эффективные и меньшей мощности, позволит снизить потери электроэнергии в трансформаторном оборудовании ~ в 3 раза и более, а также уменьшить потребление реактивной мощности ~ на 40÷60% по сравнению с исходным состоянием.

4. Вопросы выбора наиболее целесообразных трансформаторных мощностей и мощностей компенсирующих устройств должны решаться последовательно.

Литература

1. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. В 2-х кн. Под общ.ред. А.А. Федорова и Г.В. Сербиновского. Кн. 2. Технические сведения об оборудовании. М. «Энергия», 1974.

2. Зуев Э.Н. Выбор основных параметров линий электропередачи районных электрических сетей в современных условиях. Методическое пособие по

Секция 1. Надежность и электробезопасность электроустановок

курсу «Электрические системы и сети» для студентов электроэнергетических специальностей, обучающихся по направлению «Электроэнергетика». – М.: Информэлектро, 2003. – 64 с.

3. Заугольников В. Ф., Балабин А. А., Савинкова А.А. Некоторые аспекты экономичной работы силовых трансформаторов // Промышленная энергетика. – 2006. – №4.

4. РД 34.45-51.300-97. Объемы и нормы испытаний электрооборудования.

Автономная микрогЭС сифонного типа

Иванов А. С., Князев В. О., Шитов Е. М.

Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Москва, Россия
ivanovals@mpei.ru

Малые ГЭС достаточно успешно используются для энергообеспечения объектов сельского хозяйства. По экономическим соображениям наилучшими вариантами являются микро- и миниГЭС с водоводом в виде сифона, поскольку их конструкция допускает расположение водовода поверх тела плотины и потому требует меньших капитальных затрат. Такие микроГЭС могут работать в условиях малых напоров (от 2 метров).

Разработанная микроГЭС предполагает модульную конструкцию, выполненную на стандартном серийном оборудовании. Отдельный модуль представляет собой водовод в виде сифона и гидроагрегат (гидротурбина и электрический генератор).

Применение одной электрической машины для запуска и выработки электроэнергии позволяет упростить конструкцию и снизить её стоимость. Разгон потока в сифоне позволяет иметь значительную скорость течения в гидротурбине, т.е. использовать быстроходную лопастную гидромашину и асинхронный электродвигатель без применения мультипликатора, необходимого для привода генератора в других вариантах микроГЭС.

В микроГЭС реализована схема работы автономного асинхронного генератора с преобразователем частоты (ПЧ) и источником бесперебойного питания (ИБП). Преобразователь частоты представляет собой трёхфазный или двухфазный выпрямитель и соединённый с ним через звено постоянного тока инвертор с транзисторным управлением.

В предложенной схеме вырабатываемую генератором энергию предлагается снимать со звена постоянного тока преобразователя частоты, с зажимов подключения тормозного резистора.

В разгонном режиме для создания вакуума и обеспечения протока жидкости гидротурбина работает в насосном режиме, при этом она приводится во вращение электродвигателем, подключенном через преобразователь частоты к источнику бесперебойного питания. По мере разгона происходит заполнение водовода, и при достижении определённого числа оборотов

происходит запуск в работу сифона. Момент на гидротурбине меняет знак, гидротурбина передаёт мощность электрической машине, электрическая машина переходит в генераторный режим, напряжение на звене постоянного тока преобразователя частоты начинает увеличиваться. При превышении напряжения на звене постоянного тока некоторого порогового значения открывается ключ тормозного резистора ПЧ, мощность поступает в нагрузку. Ключ работает со скважностью, обеспечивающей поддержание максимального значения напряжения звена постоянного тока.

В процессе работы генератора происходит подзаряд батарей ИБП через зарядное устройство от звена постоянного тока.

Работа асинхронного генератора с серийным преобразователем частоты имеет ряд преимуществ:

- Система является полностью автономной;
- Асинхронному генератору не требуются дополнительных конденсаторных блоков возбуждения, источником реактивной намагничивающей мощности асинхронного генератора является вентильный преобразователь ПЧ;
- Возможность регулирования скорости вращения электрической машины позволяет с одной стороны осуществлять плавный пуск без бросков тока и перенапряжений, а с другой – обеспечивать работу гидротурбины на максимальной мощности;
- Схема достаточно проста и легко автоматизируется; на выходе установки генерируется стабильное напряжение постоянного тока;
- К выходу преобразователя частоты могут параллельно подключаться несколько гидроагрегатов – модулей микроГЭС, количество которых зависит от мощности и технических возможностей преобразователя частоты;
- МикроГЭС, имеющие модульную конструкцию, могут устанавливаться несколькими блоками в ряд, поскольку напряжение на выходе каждого блока одинаково и стабильно, они легко включаются на параллельную работу.

Сообщение о проекте «Защита от гололеда проводов высоковольтных ЛЭП с помощью высокочастотной электромагнитной волны»

Каганов В. И.

доктор технических наук,
профессор кафедры радиопередающих устройств МИРЭА,
заслуженный деятель науки Российской Федерации
kaganovwil@yandex.ru

В основе проекта лежит идея предотвращения образования гололеда на проводах высоковольтных ЛЭП путем их нагрева с помощью высокочастотной электромагнитной волны.

Для реализации данной идеи к проводам ЛЭП дополнительно подключается ВЧ генератор. Обе волны – промышленной частоты 50 Гц и электромагнитной частотой около 100 МГц – одновременно распространяются по линиям электропередачи, образно говоря, не мешая друг другу. Одна волна (частотой 50 Гц) передает электрическую энергию по проводам, а другая (частотой около 100 МГц) – греет эти провода. Никакого короткого замыкания в сети, как при плавке льда, и никаких потребителей отключать от сети при этом не требуется. На проводах, нагретых до температуры +10 °С с помощью специальных преобразователей ВЧ электромагнитной энергии в тепло, гололед не образуется.

Приводится теоретическое обоснование метода и результаты его экспериментальной при мощности ВЧ генератора 300 Вт.

Рассматриваются основы 2-го этапа экспериментальной проверки метода с помощью более мощного генератора, изготовленного фирмой РИМП (Санкт-Петербург), на территории фирмы «Инженерный центр ОГРЭС», создающей специальную линию. Руководитель проекта – проф. МИРЭА Каганов В.И.

Вильям Ильич

Анализ режимов сети при использовании инновационных конструкций силовых трансформаторов

Казанцев А. А., Инаходова Л. М., Солдусова Е. О., Проничев А. В.
ФГБОУ ВО «СамГТУ», г. Самара, Россия
kazancev@63.ru

В современных условиях потери электроэнергии и мощности можно существенно снизить применением в конструкциях силовых трансформаторов (СТ) следующих инновационных решений: использование эффекта сверхпроводимости низко- и высокотемпературной для кардинального уменьшения потерь в обмотках СТ, внедрение новых эффективных способов формирования основного магнитного потока с помощью аморфных ферромагнитных материалов для значительного снижения потерь холостого хода и применение комбинированных конструкций, сочетающих в себе применение аморфных ферромагнитных материалов для производства магнитопровода, и материалы обладающие высокотемпературной сверхпроводимостью для изготовления обмоток силовых трансформаторов [1].

Силовой трансформатор является наиболее ответственной и дорогостоящей электроустановкой, а применение новых материалов увеличивает его стоимость. Поэтому необходимо, чтобы этот элемент сети функционировал с высокой надёжностью и стабильностью [2].

Целью настоящей работы является решение задачи проектирования и моделирования перспективных систем электроснабжения, содержащих АФТ, ВТСТ и АВТСТ трансформаторы.

Для фрагмента сети ГПП-1 г. Тольятти на напряжение 10 и 20 кВ была смоделирована замена традиционных ТМ на всех трансформаторных подстанциях с учетом реальных нагрузок на АФТ, ВТСТ и АВТСТ. Расчеты потерь электроэнергии и мощности были выполнены в программном комплексе RastrWin3.

Была оценена эффективность применения АФТ, ВТСТ и АВТСТ по сравнению с ТМ путем определения суммарных потерь в линиях электропередачи и в трансформаторах схемы сети ГПП-1 г. Тольятти.

Графически результаты расчетов для всех видов трансформаторов в сетях 10 и 20 кВ представлены на рисунке 1.

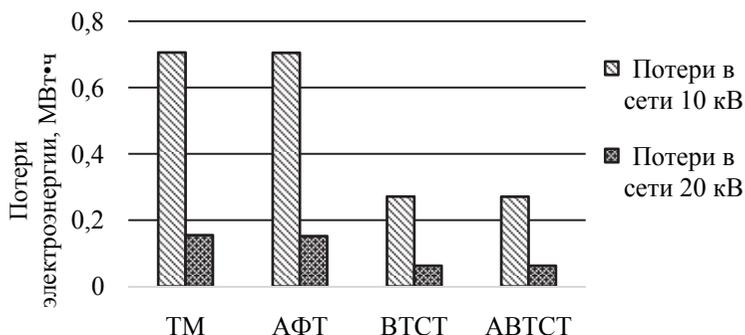


Рис. 1. Результаты расчетов в сетях 10 и 20 кВ

Из результатов проведенных экспериментов стало видно, что энергоэффективность инновационных трансформаторов значительно выше, чем энергоэффективность трансформаторов с традиционным исполнением магнитопровода. Также можно отметить, что удельные потери в сети 20 кВ ниже, чем в сети 10 кВ при использовании каждого из видов трансформаторов.

Таким образом, делаем вывод, что введение в эксплуатацию силовых распределительных трансформаторов с магнитопроводами из аморфных сплавов, высокотемпературных сверхпроводниковых трансформаторов и их комбинированной конструкции является одним из наиболее перспективных путей снижения технических потерь энергосистем. Производственные способности российских производителей в изготовлении трансформаторов АФТ развиваются быстрым темпом, и способны обеспечить спрос на данный тип оборудования.

Литература

1. Гольдштейн В.Г., Инаходова Л.М., Казанцев А.А., Молочников Е.Н. Анализ эксплуатационных свойств трансформаторов с сердечниками из аморфных материалов и защита их с помощью нелинейных ограничителей перенапряжений. Вестник СамГТУ. Серия "Техн. науки". – Самара, №4 (40). 2013 г. с. 149-157.

2. Berger A., Cherevatskiy S., Noe M., Leibfried T. Comparison of the efficiency of superconducting and conventional transformers / A. Berger, // Journal of Physics: Conference Series 234. 2010.

**Проблемы электробезопасности и пути их решения
на основе формализованной оценки
опасности операций, выполняемых
в технических электроустройствах**

Капелько К. В.,

доктор технических наук, профессор,

Степанов Б. М.,

доктор технических наук, профессор,

Сергеев К. Г.,

кандидат технических наук, доцент,

Верещагин А. С.,

кандидат технических наук.

В настоящее время в Правительстве РФ и Государственной Думе Российской Федерации широко обсуждается Проблема 2003 года, связанная с возможностями возникновения техногенных катастроф, вызванных значительным износом оборудования основных фондов отраслей страны. Ситуация действительно критическая. Так, например, в энергетике технологический износ оборудования составляет около 70%. Основные фонды не обновлялись как минимум 20-25 лет. Из этого следует вывод о том, что возможно возрастание несчастных случаев и других происшествий в электроэнергетике, если не будут приняты соответствующие меры.

Федеральный закон «О техническом регулировании» предполагает осуществлять регулирование процессов обеспечения безопасности эксплуатации оборудования, зданий, строений и сооружений на основе технических регламентов, устанавливающих степень допустимого риска, связанного с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений. Реализация требований этого Федерального закона в практике эксплуатации электроустройств (ЭУ) невозможна без внедрения количественных показателей и критериев обеспечения безопасности и требует привлечения к этой работе специалистов соответствующей квалификации.

До настоящего времени не разработаны общепринятые теоретические основы обеспечения безопасности ЭУ, отсутствуют показатели и критерии его эффективности и методики их оценки. Рассматриваются расчетные показатели частоты происшествий на ЭУ, разработанные на основе логико-математических моделей происшествий и статистической обработки результатов.

Вопросы обеспечения безопасности ЭУ рассматривались на основе общих закономерностей возникновения и предупреждения происшествий, учитывающих свойства конкретных опасных факторов и защищаемых объектов.

Используя предлагаемый математический аппарат (показатели и критерии, аналитические зависимости и порождающие их функции моделей различного уровня от логико-графических до имитационно-статистических (вероятностных)) и владея априорной информацией, можно процессы безопасной эксплуатации ЭУ поставить на уровень предвидения, т.е. прогнозировать предполагаемые ситуации, предупреждающих эти события и предпринимать комплекс организационных и технических мероприятий, предупреждающих эти события, снижающих уровень возможных аварий, несчастных случаев и, соответственно, возможных убытков.

Такой подход в теории безопасности сложных технических систем позволяет по новому подойти к проблемам возможных техногенных катастроф, прогнозу их возможных последствий и возможным путям и средствам их предупреждений или ограничений.

Литература

1. Безопасность энергоустановок. Теоретические основы. Ч.1. М.: МИЭЭ, 2003г.,– 104 с.

Методологические основы построения автономных систем электроснабжения

Капелько К. В.,

Доктор технических наук, профессор

Бердников А. Ю.

кандидат технических наук

Военная академия РВСН имени Петра Великого

С развитием автономной техники требования, предъявляемые к автономным системам электроснабжения (АСЭ), возрастают. Эти требования настолько противоречивы (максимальные электрические мощность и энергия при минимальных массе и габаритах, длительная автономность функционирования, высокое качество электроэнергии, экономичность, высокая надежность и др.), что построение АСЭ сводится к сложной технико-экономической задаче, которая часто решается на интуитивном уровне. Это приводит к существенным потерям в эффективности и экономичности разрабатываемых и модернизируемых АСЭ по сравнению с потенциально возможными.

Автономная система электроснабжения, как сложная система, характеризуется наличием большого количества автономных первичных источников электроэнергии различной физической природы, различного рода преобразователей и накопителей энергии, сложностью нелинейных процессов, происходящих в подсистемах, и многообразием режимов работы, что обуславливает наличие сложных устройств защиты, управления и контроля за этими подсистемами.

Показано, что для автономной энергетики будет характерно: широкое использование нетрадиционных и новых энергоемких источников электроэнергии, таких как ядерных, химических, солнечных, ветровых и др., повышение энергоемкости, надежности и качества преобразования энергии, что обуславливается ростом мощности автономных систем и увеличением времени их автономного функционирования, и как следствие широкое проявление тенденции оптимального выбора и эффективного использования структур автономной энергетики, оптимальное использование и управление их энергетическими ресурсами (запасами) применительно к условиям конкретной эксплуатации.

На ближайшую перспективу развитие автономной энергетики не возможно без тщательного соблюдения таких общесистемных методологических принципов, как системность, комплексность, народнохозяйственный подход и целевой характер расчетов, согласованность, субоптимальность альтернатив, учет ограниченности ресурсов и степени структуризованности задач, неполнота информации (с учетом тенденций развития систем и увеличивающейся во времени неопределенностью их технико-экономических характеристик) и адаптация вариантов проектируемых структур к заранее точно неизвестным будущим условиям их эксплуатации.

Базой для построения единой методологии исследования этих систем является применение основных принципов теории больших систем.

Разработана системная модель и алгоритм построения АСЭ, состоящая из трех основных этапов[1]. На первом этапе на основе Концепции, Основных направлений и Программы развития, осуществляется прогноз развития электропотребителей и первичных источников электроэнергии (ИЭЭ). На втором этапе, обобщенном уровне рассматриваются основы теории структурной и функциональной организации АСЭ, принцип комбинирования ИЭЭ и т.п. На третьем этапе, детальном уровне, осуществляется интеграция процесса производства и эксплуатации, оценка эффективности функционирования АСЭ.

Поэтому построение АСЭ следует рассматривать с позиций системного подхода, когда имеется объект исследования, создается его модель и вводятся органы управления (связи), для которых эти исследования адресуются. Решение этой задачи невысказимо без применения ЭВМ и микропроцессорных систем. В настоящее время находит применение автоматизированное проектирование (САПР) систем на ЭВМ, что получило дальнейшее развитие в работе [2].

Реализация построения АСЭ на базе ЭВМ потребует сочетания использования как формализованного математического аппарата (программирования, логики, вероятностных и оптимизационных методов и т.п.), так и аппарата эвристического программирования (метода экспертных оценок и т.п.) в комбинации с диалоговой системой «эксперт – ЭВМ», что в успешно развивается в работе [3].

Таким образом, методология построения АСЭ использует принципы, методы, математические модели, алгоритмы их системного проектирования и испытаний и опирается на банк данных многоуровневыми классификаторами, пакеты прикладных программ по уровням решаемых задач, при постоянном сборе и обработке статистических данных на различных уровнях жизненного цикла АСЭ [1, 2, 3].

Литература

1. Капелько К. В. Основы проектирования, разработки и испытаний систем автономного электроснабжения, Ч1 – М.: ВА им. Ф.Э. Дзержинского, 1995. – 156 с.
2. Берг В.Р., Бродников С.Н., Гуров А.А., Буланов Р.Н. Методы, модели и технологии модернизации САЭ /Монография под ред. Гурова А.А.. – М.: ИЦ АО «ГОКБ «Прожектор», 2015. – 318 с.
3. Халютин С.П., Горшков П.С., Жмуров Б.В., Патрикеев А.П. Автоматизация проектирования систем электроснабжения воздушных судов. – М.: ИД Академии Жуковского, 2015. – 116 с.

Оптимизация массовых показателей автономных систем электроснабжения

Капелько К. В.,

Доктор технических наук, профессор

Шпрыков В. Н.,

Кандидат технических наук, доцент

Бердников А. Ю.

Кандидат технических наук

Военная академия РВСН имени Петра Великого

Для перспективных автономных систем электроснабжения (АСЭ) снижение массы приобретает актуальное значение. Решение задачи позволяет создать систему более компактной и, кроме того, за счет снижения массы АСЭ можно увеличить запасы топлива или другого энергоресурса, то есть увеличить ее автономность, повысить мобильность и маневренность.

В теории АСЭ летательных аппаратов рассматривается такой показатель качества системы, как полетная масса [1]. Однако для оценки эффективности перспективных автономных систем этот показатель требует дальнейшего уточнения и совершенствования.

В связи с этим вводятся понятия транспортируемой и контейнерной (для передвижных и стационарных систем) масс автономных систем электроснабжения [2]. Под контейнерной массой АСЭ будем понимать сумму масс собственно АСЭ, масс запасов ГСМ, расходуемых на работу ИЭЭ в требуемом режиме работы, и интервале времени и долю массы конструкции контейнера, отводимую для размещения АСЭ. Под транспортируемой массой будем понимать сумму масс собственно АСЭ со всеми источниками электроэнергии (включая источники транспортируемых систем), долю масс ходового двигателя, и конструкции транспортируемых систем, на которых расположены источники электроэнергии и АСЭ, масс запасов ГСМ, расходуемых как на работу собственно АСЭ в требуемом режиме и интервале времени, так и на транспортировку АСЭ, а также на транспортировку и работу источников электроэнергии от ходового двигателя на марше.

Масса собственно АСЭ имеет функциональную связь с потребителями электроэнергии и поэтому вопросы оптимального

выбора массы автономной систем должны решаться комплексно. Широко известна зависимость массы электрооборудования от мощности, напряжения, частоты, показателей качества электроэнергии, потерь и электромагнитных нагрузок.

От правильного выбора рода и параметров электрического тока зависят основные показатели всей автономной электрической системы объекта: надежность, масса (полетная, транспортируемая, контейнерная), габариты, удобство и безопасность обслуживания.

Проблема выбора рода тока для автономных систем электроснабжения полностью не решена до настоящего времени. Применение постоянного тока, так же как и применение переменного тока, имеет ряд достоинств и недостатков. Выбор рода тока определяется следующими основными факторами: удобством и экономичностью получения первичной электроэнергии (типом источника питания), условиями коммутации (для системы постоянного тока они хуже), условиями параллельной работы источников и преобразователей (для систем постоянного тока они проще), способами преобразования электроэнергии (для переменного тока легкость трансформации выпрямления, возможность получения оптимальных напряжений для отдельных видов потребителей), типом применяемых электромеханизмов.

Исследования показывают, что для систем постоянного тока малой и средней мощности оптимальным будет напряжение 24 – 30 В, а для систем большой мощности эта величина может достигать 80+270 В. Для систем переменного однофазного тока напряжение равно 120 В, трехфазного – 120/208 В, а для беспилотных летательных аппаратов – 40 В.

Для систем переменного тока существенными параметрами, кроме величины напряжения, являются частота тока и число фаз. Оптимальная величина частоты тока определяется такими факторами, как транспортируемой массой основного электрооборудования, наибольшими допустимыми для надежной работы подшипников частотами вращения, свойствами магнитных материалов, условиями коммутации, безопасностью обслуживания и др. Увеличение частоты переменного тока АСЭ с 50 Гц до 400 Гц дает выигрыш в массе для некоторого оборудования (трансформаторы, дроссели, асинхронные двигатели) в 2 – 2,5 раза. Имеется большая группа потребителей, для которых выгодно увеличить частоту до 2.000 – 5.000 Гц и даже

больше. Следует заметить, что масса ряда электромагнитных устройств обратно пропорциональна частоте.

В заключение следует отметить, что полетная, транспортируемая, контейнерная массы АСЭ и прежде всего масса ИЭЭ существенно зависит от времени их непрерывной работы.

Предлагаются новые удельные параметры технико-экономической оценки перспективных систем, определяющие долю массы и стоимости АСЭ, приходящихся на время непрерывной работы, а также оценить параметр удельной массы по энергии.

Литература:

1. Морозовский В.Т., Синдеев И.М., Рунов К.Д. Системы электроснабжения летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1973. – 420 с.
2. Капелько К. В. Основы проектирования, разработки и испытаний систем автономного электроснабжения, Ч1 – М.: ВА им. Ф.Э. Дзержинского, 1995. – 156 с.

Задачи диагностики энергоемких химических источников тока автоматизированных систем электроснабжения

Капелько К. В.,

Доктор технических наук, профессор

Подунов Д. В.,

Кандидат технических наук

Хрулев П. В.,

Военная академия РВСН имени Петра Великого

Одним из основных элементов сложных энергетических систем являются химические источники тока (ХИТ). Задачи определения энергоресурса ХИТ имеет важное значение при эксплуатации данных систем. Обеспечение длительной эксплуатации ХИТ с сохранением требуемых электрических характеристик без применения методов контроля энергоресурса не представляется возможным.

Энергоресурс может характеризоваться рядом параметров таких как: электрическая емкость, напряжение на зажимах аккумулятора, ток разряда и саморазряда, давление газа и температура внутри аккумулятора, плотность электролита, внутреннее сопротивление, сопротивление изоляции и др. Наиболее важным параметром, характеризующим состояние ХИТ и его энергетические свойства, является емкость, определяющая степень разреженности или остаточную емкость. Существует более 30 методов определения емкости ХИТ, которые подразделяются на косвенные методы, основанные на измерении внешних параметров (учет расхода электроэнергии по счетчикам ампер-часов различных типов, графоаналитические методы по формулам и вольт-амперным характеристикам и т.д.), прямые методы, основанные на измерении внутренних параметров ХИТ. Прямые методы в свою очередь подразделяются на пассивные – без использования энергии (по напряжению, газовой выделению, по плотности электролита и т.д.) и активные – с использованием энергии от ХИТ или другого источника постоянного, переменного и импульсного тока. Широкое распространение получили методы определения энергоресурса по израсходованной емкости, использующие электромеханические, электрические и электромеханические счетчики.

Напряжение на зажимах ХИТ падает в процессе разряда источника. Разряд ниже минимально – допустимого напряжения для всех электрохимических систем является нежелательным, а в ряде случаев – недопустимым. Благодаря доступности для измерения и реализации исполнительных устройств является одним из самых распространенных методов. Однако, данный метод не определяет фактическую остаточную емкость с учетом саморазряда.

Известно множество методов и устройств контроля ХИТ, среди которых особое внимание заслуживают методы, основанные на измерении параметров частотных характеристик.

Разработана и обоснована методика исследования ХИТ по частотным характеристикам их полного внутреннего сопротивления в области инфранизких частот, позволившая провести экспериментальные исследования ХИТ различных электрохимических систем. Разработана экспериментальная установка, по которой получены патенты [1,2]. Устройства позволяют определять остаточную емкость (степень разреженности) батарей с учетом их саморазряда, старения и влиянию внешних условий. Отличительной особенностью устройств является компактность, дистанционный цифровой метод обработки результата, точность и чувствительность определения энергоресурса ХИТ.

Литература

1. Патент 22799162 РФ, МПК 7Н 01 М 10/48; G01 R31/36. №2005100370; Заяв. 13.01.05; Оpub. 27.06.06. Бюл. № 18.
2. Патент 2279738 РФ, МПК 7Н 01 М 10/48; G01 R31/36. №2004123757/09; Заяв. 04.08.04; Оpub. 10.07.06. Бюл. № 19.

Энерго- и ресурсосбережение на трубопроводном транспорте за счет внедрения расчетно-теоретического прогнозирования расхода перекачиваемой среды по положению запирающих элементов трубопроводной арматуры

Кравчук А. С., Кравчук А. И., Михеевич А. П.

Белорусский государственный университет,
г. Минск (Беларусь)
ask_belarus@inbox.ru

До настоящего времени все гидродинамические расчеты трубопроводов проводились с использованием полуэмпирических формул, полученных в основном для ламинарного течения среды в трубопроводе, в которых присутствуют экспериментально определяемые коэффициенты с учетом чисел Рейнольдса. С помощью такого подхода учитываются разнообразные эффекты, возникающие при перекачке среды и возможного возникновения в этих случаях вихрей и других явлений снижающих скорость движения среды [1].

Основной слабостью данных методик является интуитивность и сложность адекватного определения необходимых значений чисел Рейнольдса и невозможность с высокой точностью теоретически прогнозировать расход перекачиваемой среды через запорно-регулирующую арматуру [2] без установки дополнительных приборов учета (расходомеров), что значительно повышает стоимость постройки и эксплуатации трубопроводов.

Кроме того, поскольку любой прибор учета является препятствием на пути перекачиваемой среды, то установка любого дополнительного оборудования на пути потока приводит к падению давления. Хотя оно зачастую незначительно, но многое зависит от количества дополнительных приборов на длине трассы и может привести к существенному увеличению затрат электроэнергии на перекачку среды.

Соответственно, одним из очевидных путей уменьшения энерго- и ресурсозатрат на эксплуатацию трубопроводного транспорта является максимальное упрощение оснащения трубопроводов (существенное снижение количества контрольно-измерительной аппаратуры) в пользу расчетно-теоретической методики прогнозирования расхода среды и ее перераспреде-

ния по потокам с помощью таких современных средств анализа вихревого течения жидкости и газа как ANSYS с модулем FLOTTRAN.

Предлагаемые авторами параметрические модели запорно-регулирующей арматуры (такой как шаровой кран, дисковый затвор, клиновья задвижка, угловой клапан) позволяют отказаться от установки дополнительных расходомеров на трассе трубопровода, а определять расход среды по геометрическому положению запирающего элемента, которое, в частности, для некоторых конструкций может определяться углом отклонения рукоятки от осевого направления потока.

Литература

1. Часс С.И. Гидромеханика в примерах и задачах / С.И. Часс – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 216.
2. Новиков В. Т. Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза. Часть 1. Трубопроводная арматура/В.Т. Новиков, Томский политехнический университет ун-т. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 292 с.

Анализ эффективности применения аппаратных решений на базе технологической платформы FACTS в распределительных электрических сетях

Крысанов В. Н. (к.т.н., доцент),

Иванов К. В.

Воронежский государственный технический университет,

г. Воронеж, Россия

Dharma-lost@bk.ru, sovteh200@mail.ru

Сети 6-220 кВ являются сложным электротехническим комплексом, составляющим львиную долю всех распределительных сетей (за исключением 0,4 кВ) и наиболее приближены к непосредственным потребителям. Отсутствие системного характера и единой концепции построения региональных сетей ведет к неупорядоченному их развитию, снижению энергоэффективности, трудностям эксплуатации и управления.

Базовой основой региональных распределительных сетей являются подстанции 220/110 кВ. В связи с этим, весьма актуальна задача анализа возможности и эффективности применения современных аппаратных решений на базе технологической платформы FACTS именно на таких подстанциях.

Анализ режимных дней типовой подстанции показывает, что в точках отпуска $\cos \varphi$ в часы минимума в среднем составляет 0,718, а в часы максимума – 0,811; значение потребляемой реактивной и активной мощности, следовательно, коэффициента мощности, значительно колеблется в течение дня.

Для оптимизации потоков реактивной мощности и повышения уровня эффективности подстанции (приведение $\tan \varphi$ до нормативного значения) необходима установка дополнительных устройств компенсации с возможностью коммутирования в течение суток (как минимум 4 раза в сутки).

Обычно для коммутации конденсаторных батарей используются высоковольтные выключатели. Однако выключатель не дает возможности совершать частые переключения конденсаторных батарей под нагрузкой по причине невысокой коммутационной стойкости главных контактов при номинальном токе отключения.

По мнению авторов, наиболее оптимальным способом коммутации конденсаторных батарей может являться использова-

ние тиристоров совместно с выключателем [1, 2]. Полная стоимость системы коммутации будет равна около 3267 млн р. Кроме того, данная система экономически выгодна тем, что не требует замены высоковольтного выключателя и может использоваться с установленным в данный момент выключателем. При этом цена снизится на сумму выключателя.

Для подтверждения эффективности предложенных мер по компенсации реактивной мощности, был произведен расчет и сравнение нагрузочных потерь электроэнергии в точках отпуска в соответствии с методикой, приведённой в [3]. Анализируя данные, полученные в результате расчета, можно сделать вывод, что оптимальным способом коммутации конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности на подстанциях 220/110 кВ является комбинированный способ коммутации с использованием тиристоров и выключателя, при котором установленное оборудование остается в рабочем состоянии и имеющийся выключатель интегрируется в систему коммутации. Данное аппаратное решение позволяет реализовать модернизацию имеющегося оборудования и достичь необходимого энергосберегающего эффекта (приведение $\text{tg } \varphi$ до нормативного значения).

Литература

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017615137, заявка № 2017611850, дата поступления 06.03.2017; дата государственной регистрации в Реестре программ для ЭВМ 03.05.2017. «Управление силовыми коммутационными элементами конденсаторной установки» / В.Н. Крысанов, К.В. Иванов (Россия)
2. А.С. 1576983 А 1 СССР, МКИ 5 Н 02J 3/18. Устройство для подключения конденсаторной батареи в электрических сетях. В.Н. Крысанов, Л.Ф. Алиева, Я.С. Рубин, В.Е. Быков – 4498481/24–07; заявлено 27.09.88; опубликовано 07.07.90, БИ № 25– 6 с.
3. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчётов. – М.: ЭНАС, 2009. – 465 с.

Анализ нормативов потребления электроэнергии по Самарской области

Кулаев И. С., Дашков В. М.

Самарский государственный технический университет,
Самара, Россия
ikulaev@inbox.ru

В условиях рыночной экономики проблема перекрестного субсидирования в электроэнергетике является одной из основных экономических проблем. Одним из способов решения проблемы перекрестного субсидирования является введение социальной нормы потребления электроэнергии городским населением.

Целью данной работы является анализ фактического потребления электрической энергии городским населением Самарской области и сравнение его с нормативным потреблением электроэнергии, установленным в 2016 году. Для этого была проведена работа по сбору данных о фактическом потреблении электрической энергии различными группами населения, которые указаны в приказе о социальной норме энергопотребления.

Сравнение социальной нормы, утвержденной в 2016 г. [2] с нормативом от 2012 г. свидетельствует о снижении социального норматива на электрическую энергию, что в свою очередь противоречит тезису о повышении социальной защиты населения, повышения комфортности жилищных условий и т.д. При такой социальной политике единственным выходом из подобной ситуации для бытового потребителя является переход на энергосберегающее электрооборудование, цена которого в разы превышает стоимость аналогичных не энергосберегающих устройств, либо покупка электроэнергии, потребленной сверх установленного норматива по повышенному тарифу.

В работе [1] рассматривается ценологический подход для исследования технических систем как сообществ изделий – техноценозов. Техноценоз – это ограниченное в пространстве и времени произвольное выделенное единство, включающее в себя сообщество изделий. Изделие – предмет или совокупность предметов производства какой либо технологии.

В данной работе техноценозом является многоквартирный дом. Согласно основных положений данного подхода квартира

рассматривается как абстрактный объект, состоящий из дискретных элементов, так называемых технических особей (бытовая техника, электроника, освещение, кухонная техника).

Следует заметить, что весьма сложно определить фактическое время работы конкретной особи. Фактическое количество часов работы особи может зависеть от количества проживающих человек, от их статуса (работающие, не работающие), их возраста, времени года, времени суток, периодичности их работы. Также, состав и количество электроприемников зависит от количества комнат в квартире, социального статуса проживающих в квартире людей.

В целом, все факторы, определяющие величину фактического потребления электроэнергии населением в личных целях, можно разделить на две группы: контролируемые и неконтролируемые потребителем.

Совокупность входных контролируемых воздействий на фактическое потребление электрической энергии представляет собой перечень конкретных факторов, которые может регулировать потребитель для изменения потребления электроэнергии:

$$x_j \in X, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

где x_j – вид мероприятия, с помощью которого можно регулировать потребление электроэнергии; j – порядковый номер конкретного мероприятия; X – полный перечень всех возможных мероприятий направленных на регулирование фактического потребления электрической энергии. К основным контролируемым потребителем мероприятиям относятся: снижение времени использования электроприборов, использование энергосберегающих устройств.

Совокупность входных неконтролируемых условий внешней среды, способных как уменьшать, так и увеличивать количество потребляемой электрической энергии – переменные, характеризующее объективное природно-климатическое воздействие и воздействие внешних условий на потребление электрической энергии:

$$v_i \in V, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

где v_i – вид природно-климатического воздействия на потребление электроэнергии (температура воздуха, скорость и

направление ветра, готовность тепловых сетей к подаче тепла и горячей воды); i – номер воздействия, V – все внешние факторы, способные оказать воздействие на потребление электроэнергии. Основными внешними факторами, влияющими на фактическое потребление электроэнергии являются: температура окружающей среды, состояние теплосетей в зимний период.

Литература

1. Кудрин Б.И. Исследования технических систем как сообществ изделий – техноценозов // Системные исследования. Методологические проблемы – Ежегодник 1980. – М.: Наука, 1981. – С.236–254.
2. Приказ Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Самарской области от 30.06.2016 г. № 139 «Об установлении нормативов потребления коммунальной услуг и по электроснабжению и нормативов потребления коммунальных ресурсов по электроснабжению в целях содержания общего имущества в многоквартирном доме на территории самарской области»

Исследование технологий MicroGrid на основе методов полунатурного моделирования и программных систем энергомониторинга

Кычкин А. В. к.т.н., Сеницына К. В.

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет ОАО «МРСК Урала» – «Пермэнерго»
aleksey.kychkin@gmail.com

Концепция энергетического мониторинга в имитационном моделировании *MicroGrid* основывается на программно-аппаратном тестировании элементов электроэнергетических систем и их моделей поведения в различных режимах работы. Система энергетического мониторинга, направленная на оптимизацию процессов обработки и визуализации информации, собранной с установленных на специализированных контроллерах моделей основных компонентов электроэнергетической системы (потребителей, генераторов, линий электропередач и коммутационной аппаратуры) реализуется на платформе общедоступного лицензионного программного комплекса *OpenJEVis*.

Результаты мониторинга и их тщательный анализ в рамках комплексных активно-адаптивных электронергетических систем (*SmartGrid*), активно внедряющихся и разрастающихся на сегодняшний день в связи со значительным увеличением мощностей и неравномерного характера потребления нагрузок, позволяют обнаружить закономерности и наладить взаимосвязи между компонентами системы, а также повышают надежность и устойчивость работы системы в целом.

Повсеместное распространение источников альтернативной генерации, ориентированных на климатические особенности конкретной среды, значительно усложняет процесс сохранения непрерывной, стабильной подачи электроэнергии к энергопотребляющим установкам в месте локализации, что также необходимо предусматривать и исследовать, находить всевозможные комбинации безопасного, эффективного функционирования альтернативных источников энергии в совокупности с системами централизованной, топливной генерации.

Демонстрацией практического исследования с расчетами качественных показателей и оценкой от возможного внедрения источника альтернативной генерации, ориентированного на

особенности смешанного климата с аномальными погодными явлениями и перепадами среднесуточных температур, служит реализация математических моделей альтернативных источников энергии для исследования систем *MicroGrid* на основе *HIL Simulations* в условиях Западного Урала.

Корректность выбора алгоритма исследования системы *MicroGrid* с использованием систем энергетического мониторинга в наибольшей степени зависит от особенностей физического строения и функционирования системы, а также обусловлена уровнем развития производственных мощностей промышленного сектора и климатическими особенностями, характерными для рассматриваемой местности.

Исследование модели дизель-генераторной установки комбинированного типа при переменной скорости вращения

Ненеицнев А. Г.

Филиала Военной академии РВСН им. Петра Великого г. Серпухов,
pereuriev@mail.ru

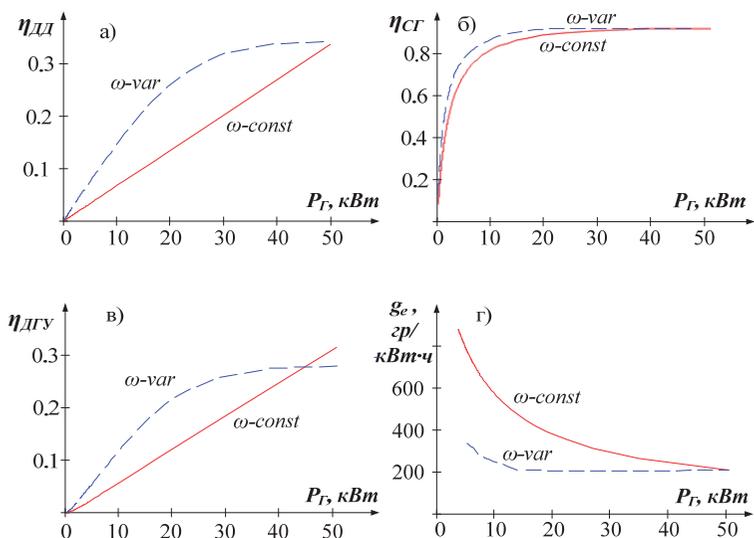
Одной из перспективных задач, согласно указа Президента РФ №642 от 1 декабря 2016г., является развитие ресурсосберегающих технологий и повышение эффективности переработки углеводородного сырья[1]. Следовательно, совершенствование электроэнергетических систем работающих на углеводородном сырье, является частью этой задачи. Ядром большинства систем автономного электроснабжения (более 90%) служат дизель-генераторные установки. Развивающимся направлением совершенствования дизель-генераторных установок, является перевод приводного двигателя на переменную скорость вращения, что требует проведения дополнительных научных исследований.

В качестве основного инструмента исследования подобных энергетических систем удобно использовать методы математического моделирования, в результате чего возникает задача создания математической модели дизель-генераторной установки с переменной скоростью вращения, адекватно отражающей поведение объектов энергетической системы как в статических, так и динамических режимах работы.

Объектом моделирования выступают схемы разработанных и описанных [2] дизель-генераторных установок комбинированного типа с переменной скоростью вращения. Исходными данными для моделирования 50 кВт ДГУ являются: технические характеристики дизельного двигателя Д246-4М, генератора 1-ГС-60, а также усредненные значения требуемых характеристик модульных систем выпрямителей, инверторов и накопителей энергии.

В результате разработки математической модели и моделирования получены данные позволяющие оценить эффективность дизель-генераторной установки по изменению КПД и удельного расхода топлива. Видно, что КПД рассматриваемых дизель-генераторных установок с использованием статических преоб-

разователей ниже в диапазоне от 45 до 50 кВт. Разница удельных расходов топлива увеличивается с понижением мощности нагрузки, а удельный расход топлива при изменении потребляемой мощности в рабочем диапазоне возможно поддерживать в рамках номинального до мощности 18 кВт.



Расход топлива при работе в среднем на активную мощность 25 кВт снижается на 9.2 %, что существенно влияет на стоимость эксплуатации. При этом, показатели качества электроэнергии определяются возможностями инвертора, что позволяет обеспечить их превосходство.

Литература

1. Указ Президента РФ №642 от 1 декабря 2016г. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации / В.В. Путин – М.: Кремль, 2016.
2. Непейпиев А. Г. Автономная генераторная установка / А. Г. Непейпиев, А. В. Лучин, Б. А. Усик/ Патент №172810 от 03.04.2017г.

Выбор системы напряжений электроснабжения сельских районов по многокритериальной модели

Петрухин Н. В.,

асп.;

Лецинская Т. Б.,

рук. д.т.н., проф.

РГАУ-МСХА им. К. А.Тимирязева, Москва, Россия

nikita.p1577@gmail.com

Электрические сети 10; 0,4 кВ не соответствуют оптимальным параметрам и режимам. Нормативный срок эксплуатации трансформаторов и линий электропередачи превышен и приводит к значительному увеличению потерь электроэнергии и не удовлетворяет требованиям потребителей к надёжности электроснабжения и качеству электроэнергии [1].

В связи с необходимостью реконструкции и переустройства систем электроснабжения, целесообразно рассмотреть возможные варианты развития сетей и выбрать оптимальный. При этом ряд задач, таких как выбор системы напряжений, затрагивает практически все энергетические районы страны и, относится к высшему иерархическому уровню[2]. В качестве стратегий развития систем электроснабжения (СЭС) сельских районов приняты: φ_1 – замена неизолированных проводов на СИП и мощностей трансформаторов на ТП10/0,4 кВ; вторая и третья стратегии посвящены переводу распределительных сетей 10 кВ на напряжение 20 и 35 кВ, т. е. рассмотрены стратегии φ_2 – перевод системы напряжений на 110/20 кВ; φ_3 – на систему напряжений 110/35 кВ.

Выбор лучшего варианта осуществляется по многокритериальной модели по нескольким критериям. Набор критериев должен быть достаточно полным, чтобы учесть цели функционирования системы. Кроме того, он должен быть действенным – помогать в выборе однозначного решения; не избыточным, то есть повторные оценки должны быть исключены, а также минимальным для уменьшения размерности задачи. Для упрощения процесса принятия решений за счёт разделения его на части – он должен быть разложимым [3]. При выборе частных критериев следует придерживаться понятий полезности и результативности СЭС районов. В качестве основных критериев полезности

системы рассмотрены показатели надёжности электроснабжения и качества электроэнергии. Результативность возможно представить величиной дисконтированных затрат (капиталовложениями или издержками, либо совместно обоими показателями) на систему электроснабжения.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что вариант перевода распределительной сети 10 кВ сельскохозяйственных районов на напряжение 35 кВ на перспективу 10 лет является лучшим в рассматриваемых условиях, несмотря на необходимость больших инвестиций для реализации данного варианта. При этом капиталовложения (К) в случае перехода на 35 кВ увеличились на 60%, а потери электроэнергии (ΔW) снизились в 12 раз; при переходе на 20 кВ. К увеличились на 30%, а ΔW снизились в 4 раза. Окончательный выбор осуществляет лицо, принимающее решение, с учётом возможности инвестиций в лучший вариант.

Литература

1. Лотов А. В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решений: Учебное пособие. М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
2. Лещинская Т. Б., Князев В.В. Многокритериальная оценка технико – экономического состояния распределительных электрических сетей // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2010. – №2. – С. 14 –19.
3. Руководящие указания по проектированию № 12. – М.: Изд-во Сельэнергопроект, 1972.

Разработанная методика многокритериальной оценки предложенных стратегий по перевооружению на примере трех вариантов ВЛ 10 кВ.

Подобедов П. Н.,

инженер

E-mail: podobiedov13@mail.ru

Форма представления доклада: презентация.

Основным направлением по повышению надёжности воздушных линий 10 кВ является обновление парка электрооборудования, повышение его эксплуатационных характеристик, снижение стоимости элементов, а также, разработка методики, позволяющей оценить целесообразность замены компонентов линий. Важным направлением является снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях 10 кВ за счет применения нового оборудования.

В настоящее время появились направления и методики, позволяющие оптимизировать параметры систем электроснабжения на основании теории принятия решений и многокритериальности [1].

На базе разработанной методики многокритериальной оценки применения различных компоновок ВЛ 10 кВ выполнен анализ, с целью выявления наиболее целесообразной стратегии по перевооружению [2,3].

На основе экспертной оценки надежности ВЛ 10 кВ и их элементов выявлен параметр потока отказов по элементам, который позволяет уточнить выражение для определения времени перерыва в электроснабжении. От общего количества отказов опоры составили 14%, изоляторы 46%, провода 28%, арматура 12%.

С использованием данных по отказам ВЛ 10 кВ со стандартными элементами сети (ШС-10; АС; деревянные опоры) по Б. М. Неклепаеву (12 отказов в год) и полученных в ходе экспертной оценке процентного соотношения параметра потока отказов по элементам, определены количественные показатели параметра потока отказов для анализируемых элементов компоновок, принятых для анализа как перспективные.

За фактор неопределенности среды выбран рост нагрузки на перспективу, который позволил определить влияние компоно-

вок ВЛ 10 кВ при изменении параметров энергопотребления. Выбор проведен путем обработки экспертного опроса и построения функции принадлежности. Выбранные значения роста нагрузки составляют 3% и 6% на ближайшие 5 лет.

Проведен расчет частных критериев оценки с учетом фактора неопределенности среды, который показал рост надежности электроснабжения и качества электрической энергии в соответствии с выбранными компоновками [4]. Время перерыва в электроснабжении в случае роста нагрузки снижен с 16,81 до 8,9 часов в год для линии Орловских РЭС при использовании компоновки ВЛ 10 кВ с изоляторами марки ОЛСК и опорами повышенной надежности СВ 115-7.

Проведена многокритериальная оценка разработанных стратегий по перевооружению с использованием аппарата нечетких множеств. Многокритериальная оценка проводилась по двум методам с применением двух наборов частных критериев оценки: в первом случае это недоотпуск электроэнергии, стоимость перевооружения и потери напряжения; во втором случае общий ущерб от перерыва в электроснабжении, неодинаковость напряжения и стоимость перевооружения [5].

На основе полученных данных в результате свертки матрицы оценочного функционала рассчитан критерий Байеса, который позволил выявить наиболее перспективные варианты по перевооружению ВЛ 10 кВ с 3-й по 9-ю компоновку. Также проведена оценка компоновок с применением теории нечетких множеств, которая подтвердила целесообразность применения разработанных стратегий по перевооружению.

На основе расчета аппарата теории нечетких множеств установлено, что стратегии с ф3-ф9 относительно равноценны и окончательный выбор возлагается на лицо, принимающее решения. В зависимости от предпочтений ответственного лица и нужд потребителя можно опираться на критерий надежности качества электроснабжения или на экономическую составляющую.

Библиографический список

1. Князев П.В. Выбор и оценка источников электроснабжения отдаленных сельскохозяйственных районов: Автореферат канд.дисс. М.: МГАУ им. Горячкина, 2005.

2. Лещинская Т. Б., Князев В. В. Многокритериальная оценка технико-экономического состояния распределительных электрических сетей. М.: ФГОУ ВПО МГАУ имени В.П. Горячкина, 2006. 100 с.

3. Некрасов А.И., Подобедов П.Н. Многокритериальная оценка применения элементов воздушных линий электропередач 10 КВ

Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2018. № 1 (83). С. 63 – 68.

4. Левин М. С., Лещинская Т. Б. Методы теории решений в задачах оптимизации систем электроснабжения. М.: ВИПКэнерго, 1989. 130 с.

5. Будзко И. А., Левин М. С., Терешко О. А., Переверзев П. С. Комплексная оценка технического состояния сельскохозяйственных сетей 10 и 0,38 кВ. / И. А. Будзко, М. С. Левин, О. А. Терешко, П. С. Переверзев. – Электрические станции, 1987, №12.

Передача электрической энергии по самокомпенсированным РВЛ

Проничев А. В.¹, Солдусова Е. О.¹, Шишков Е. М.²

¹ФГБОУ ВО «СамГТУ», г. Самара, Россия

² филиал ФГБОУ ВО «СамГТУ» в г. Новокуйбышевске,
г. Новокуйбышевск, Россия

Teuoma@bk.ru

Установки продольной компенсации являются неотъемлемым элементов сверхдальних передач переменного тока [1]. Одним из способов достижения цели продольной компенсации – уменьшения продольной индуктивности воздушной линии (ВЛ) – является настройка линии на резонанс напряжений или резонанс токов. Эта идея была предложена в работах И. И. Соловьёва и А. А. Вульфа [2] в первой половине XX века. Позднее, профессором Н. Ф. Ракушевым в работе [3] был предложен способ реализации данной идеи – разомкнутая линия электропередачи, каждая фаза которой состоит из двух изолированных друг от друга проводников, один из которых (прямая составляющая) подключен к шинам передающей подстанции, а второй (встречная составляющая) – к шинам приёмной. При достаточной длине линии взаимная емкостная проводимость, созданная между прямой и обратной составляющей, могла бы полностью скомпенсировать собственную индуктивность линии.

В работе [4] авторами предложена усовершенствованная конструкция разомкнутой ВЛ, выполненная по принципу расщепления фазы. В такой линии прямая и встречная составляющая расщеплённой фазы подвешены на одной траверсе и отделены друг от друга диэлектрическими распорками. При этом на одной опоре могут располагаться все три фазы, разомкнутой ВЛ.

Целью настоящей работы является анализ эффективности применения предложенной в [4] конструкции трехфазной РВЛ как средства регулирования напряжения.

Для анализа эффективности применения разомкнутых линий электропередачи в решении задачи регулирования напряжения используются методы математического моделирования в среде RastrWin3. Выполнен анализ режимов работы сети 500 кВ на примере объединенной энергосистемы Юга.

Регулирование напряжения в сети производилось путём шунтирования продольной ёмкости РВЛ, описанной в [2] с целью снижения напряжения в узлах линии и дешунтирования – для увеличения напряжения. По результатам расчета режима были определены значения напряжения во всех узлах сети до и после включения шунтируемой продольной ёмкости на ВЛ 500 кВ Ростовская АЭС – Шахты (Таблица 1).

Таблица 1
Результаты расчета напряжений в узлах сети 500 кВ

Узел	Напряжение, кВ	
	До компенсации	После компенсации
Ростовская АЭС	525	
Шахты	496,24	552,92
Тихорецк	516,72	517
Центральная	502,94	503,09
Кубанская	498,94	499,09
Ставропольская ГРЭС	503,32	503,46
Невинномысск	514,07	514,05
Буденновск	524,5	524,46

Расчеты показывают, что наибольшее увеличение напряжения наблюдается в узлах непосредственно связанных с РВЛ. Однако небольшое увеличение напряжения наблюдается практически во всех узлах сети.

Литература

1. Готман В. И., Глазачев А. В., Бацева Н. В. Продольная компенсация дальних электропередач с промежуточными системами // Известия Томского политехнического университета. Т. 319, №4, 2011, С. 68 –75.
2. Вульф А. А. Проблема передачи электрической энергии на сверхдальние расстояния по компенсированным линиям. – М.: Госэнергоиздат, 1945. – 83 с.
3. Ракушев Н. Ф. Сверхдальняя передача энергии переменным током по разомкнутым линиям. М.: Госэнергоиздат, 1957. – 160 с.
4. Пат. 130458 РФ, МПК8 Н 02 J 3/20. Разомкнутая трёхфазная воздушная линия электропередачи переменного тока / В. Г. Гольдштейн, Е. М. Шишков; ФГБОУ «Самарский государственный технический университет». № 2013103649/07; заявл. 28.01.2013; опубл. 20.07.2013, Бюл. №20.

Выбор источников электроснабжения в газифицированных отдаленных населенных пунктах на основе теории нечетких множеств

Суворов М. Н., Лещинская Т. Б.

Российский государственный аграрный университет

имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия

Email: suvorovmn@mail.ru

В статье представлены восемь разработанных стратегий с использованием автономных источников электроснабжения (газопоршневые установки, микротурбины) для электроснабжения потребителя в удаленном газифицированном населенном пункте.

Приведены результаты расчета нечетких целей функционирования для каждой стратегии, в зависимости от нагрузки [1,3].

Для выбора оптимального варианта электроснабжения были заданы нечеткие цели годовых затрат, нечеткие цели недоотпуска, и нечеткие цели выброса вредных веществ. Рассчитаны их численные значения.

По данным ИСС «НЕФТЕГАЗЭНЕРГОЭКСПЕРТ», средняя степень выброс вредных веществ микротурбин 15 ppmV NO, а газопоршневых установок 1000 ppmV NO. [2]. Причем эти показатели линейно зависят от нагрузки.

Численные значения нечетких целей отличаются единицами измерения и дальнейшая оптимизация становится трудноосуществимой .

Нечеткие множества (цели) приведенных затрат $\sum \tilde{Z}_n$, недоотпуска электроэнергии $\sum \tilde{W}$ и выброса вредных веществ $\sum \tilde{E}$ зависят от нагрузки S и образуют нечеткие отношения (соответственно функциями принадлежности $\mu_{\Phi_1}, \mu_{\Phi_2}, \mu_{\Phi_3}$)

Функции принадлежности $\mu_{\Phi_1}(\sum \tilde{Z}_n), \mu_{\Phi_2}(\sum \tilde{W}), \mu_{\Phi_3}(\sum \tilde{E})$, нормализуются по уравнению :

$$\mu_{\Phi}(K, S) = K(S_i)/K(S_{max}), \quad (1)$$

где K – обозначение соответствующей нечеткой цели

Функции принадлежности нечетких отношений, ограниченные нагрузкой, получены следующим образом:

$$\mu_{\sum \tilde{Z}_n} = \max[\min \mu_{\Phi_1}, \mu_S], \quad (2)$$

$$\mu_{\Sigma \bar{w}_n} = \max[\min \mu_{\Phi_2}, \mu_s], \quad (3)$$

$$\mu_{\Sigma \bar{\varphi}} = \max[\min \mu_{\Phi_3}, \mu_s] \quad (4)$$

Функция принадлежности решения:

$$\mu_D = \max [\min (\mu_{\Sigma \bar{\varphi}}, \mu_{\Sigma \bar{w}_n}, \mu_{\Sigma \bar{\varphi}})] = 0,295$$

Это соответствует выбору стратегии φ_3 .

$$\varphi_3 = \varphi_{\text{оптим.}}$$

φ_3 – совместное питание потребителей (50% питание от газопоршневой установки и 50 % от существующей ВЛ 6-10кВ и силового трансформатора 6-10/0,4кВ.)

Литература

1. Оптимизация структур и параметров систем электроснабжения: метод. пособие / сост. Т. Б. Лещинская. Москва, 2013. 25с.
2. Информационно-справочная система «Энергоэксперт». Режим доступа URL: <http://www.es.gpei.info/equipcat/equipcat.html?id=293> (дата обращения 10.04.2018).
3. Суворов М.Н. Газопоршневые установки для электроснабжения и варианты их использования сельскохозяйственными потребителями// Инновации и инвестиции. 2015. №9. С.215 –218.

Облачные технологии в области распределительных сетей

Тишков В. В., Лецинская Т. Б.

Российский государственный аграрный университет
имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия
Email: underwater_92@mail.ru

Сегодня с каждым днем все больше и больше мир погружается в информационные технологии. Каждый день связан с потоками тысячи гигабайт информации. Применение информационных технологий в сфере энергетики является прорывным шагом вперед. К сожалению, с каждым годом в системе электроэнергетики становится меньше и меньше высококвалифицированного персонала. Это требует внедрение автоматизированных систем управления активами сетей.

Существуют проблемы исходя из которых очень сложно внедрить информационные системы. В основном это связано с объемами и конечно финансами.

Основными технологическими решениями на сегодня являются:

1. Системы для сбора и передачи информации по отслеживанию состояния электроэнергетической системы в режиме онлайн.
2. Мало затратные коммутационные системы для трансляции информации.
3. Оборудование, методы и системы управления, которые ведут управления с учетом оптимизации стоимости жизненного цикла.
4. Системы управления, которые взаимодействуют между электросетевыми активами.
5. Проведение системного анализа и подготовка решений на уровне энергосистемы.
6. Разработка программного обеспечения и различных алгоритмов для прогнозирования развития ситуаций в энергосети.
7. Система обеспечения информационной сохранности необходимой информации.
8. Оборудование для управления электросетевыми объектами.

Рассмотрев непосредственно распределительные сети Московской области напряжением 0,4-6-10 кВ просматривается определенная тенденция:

1. Отсутствие диспетчерских систем для управления сетями.
2. Отсутствие систем передачи информации для диспетчерского уровня.
3. Необходимость внедрения оборудования для отдаленного проведения коммутационных переключений и индикаций работы систем релейной защиты.

Во многих электрических сетях Московской области не сформирована система контроля и управления. В связи с энергетической стратегией развития электрических сетей до 2030 г. принятая на общегосударственном уровне, основной задачей является разработка Единой интеллектуальной энергетической системы. Поэтому создание такой системы на уровне распределительных сетей является важным шагом.

Литература

1. Шайхутдинов А. Обзор облачных технологий в энергетике. Проблемы и перспективы развития социально-экономического потенциала российских регионов: Материалы III Всероссийской электронной научно-практической конференции, Чебоксары, 2014. Чебоксары: Издательский дом «Пегас», 2014. С. 362 –369.
2. Шайхутдинов А. Облачные технологии в бизнесе: Проблемы использования и перспективы развития. Международный молодежный симпозиум по менеджменту, экономики и финансам: сборник научных статей. – Казань: Издательство Казанского университета, 2014. – С. 436 –438.
3. Облачные вычисления как настоящее и будущее ИТ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: // <http://venture-biz.ru/informatsionnye-tehnologii/205-oblachnye-vychisleniya>.
4. Глущенко П.В. Проблемы интеллектуальной энергетики в России / Экономика и управление, 2013, № 5 (91), с. 33 –38

Анализ повреждений балашихинских электрических сетей

Тишков В. В., Лецинская Т. Б.

Российский государственный аграрный университет
имени К. А. Тимирязева, Москва, Россия
Email: underwater_92@mail.ru

В период эксплуатации возникает разнообразное количество повреждений оборудования, которое можно разбить по группам и провести анализ по выявлению основных повреждений.

Был проведен статистический анализ по повреждениям в сети с 01.01.2016 года по 31.12.2017 года, который составил 406 случаев технологических нарушений различного характера (рис.1):



Рисунок 1 – Процентная диаграмма повреждений в сети

На основании данных, был проведен детальный анализ повреждений по виду оборудования с учетом видов повреждений, класса напряжения, времени прохождения повреждения [1].

Литература

1. Журнал технологических нарушений Балашихинских электрических сетей за 2016-2017 год
2. ПУЭ, 7-издание
3. Перечень электросетевого оборудования Балашихинского филиала АО «Мособлэнерго» на 31.12.2017 г.

Возможности распределительной сети на постоянном токе

Павлович Ф. В.,

Борисовна Л. Т.

Российский государственный аграрный университет -

МСХА им. К. А. Тимирязева

г. Москва, Российская Федерация

fonovvp@mail.ru, ltb@teobit.ru

Введение.

В конце 19 века электроснабжение потребителей стандартно производилось на постоянном токе (DC). Однако передача на переменном токе стала нынешним стандартом из-за простоты повышения класса напряжения из-за наличия трехфазного двигателя, что сделать на постоянном токе было сделать сложнее и дороже.

Сейчас из-за развития электроники преобразование на постоянном токе значительно удешевилось и упростилось, что открывает новые перспективы для применения постоянного тока.

Создание более экономичных и надежных сетей, чем имеющиеся сейчас, является одной из главных целей в сфере распределения электроэнергии.

Использование распределительной сети низкого напряжения постоянного тока открывает новые возможности для развития всей системы. Например, при одинаковой потере напряжения и в том же 3-канальном кабеле можно передать в 16 раз больше мощности постоянным током напряжением 1,5 кВ, чем с системой переменного тока 0,4 кВ. В предлагаемом докладе обсуждаются основные понятия и технико-экономический потенциал низковольтных распределительных сетей на постоянном токе.

Распределительные сети на постоянном токе.

При передаче на постоянном токе низкого 1,5 кВ, можно уменьшить длину сети среднего напряжения [1]. При такой передаче количество и длина ветвей в сети среднего напряжения 20 кВ могут быть сокращаются. Это уменьшает затраты при отключении всей распределительной сети по сравнению с традиционной системой 20 / 0,4 кВ. При этом качество электроэнергии у потребителя повышается.

Технико-экономический анализ состоит из двух этапов. На первом этапе анализируется техническая осуществимость исполнения сети постоянного тока, и различные варианты передачи на постоянном токе сравниваются друг с другом. После производится сравнение со стандартными вариантами передачи. На втором этапе целью является определение экономической эффективности системы постоянного тока как части распределительной сети. Этот анализ проводится в сравнении с решением 20 / 0,4 кВ. Одной из основных задач в экономическом анализе является определение максимальной стоимости силовых электронных устройств, необходимых в сети постоянного тока.

Распределительная сеть постоянного тока может быть выполнена с различными типами соединений. Наиболее распространенными являются униполярные и биполярные соединения. Разница между этими двумя соединениями – это количество уровней напряжения. Пример на рис. 1.

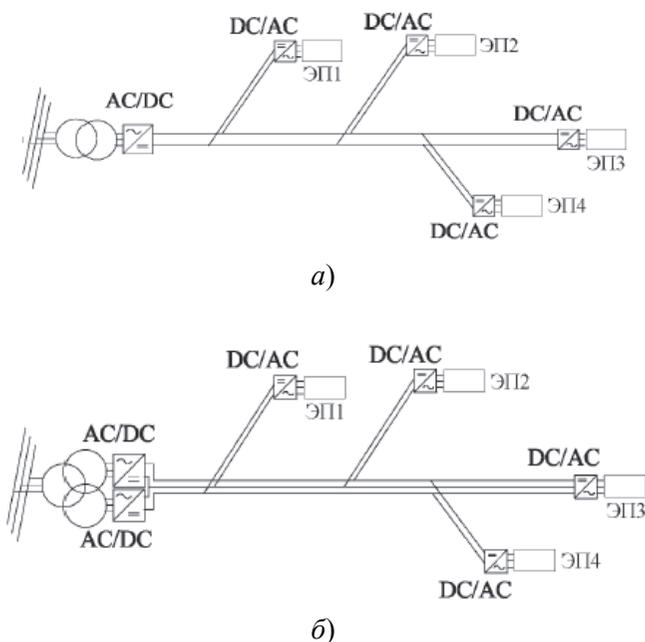


Рис.1. Пример (а) униполярного и (б) биполярного исполнения сети

У обоих этих решений есть свои недостатки. При униполярном исполнении придется ставить значительно более дорогие инверторы и преобразователи, а при биполярном исполнении возможны проблемы при значительной несимметрии нагрузок (по нулевому проводнику будет течь непрерывно ток).

Максимальное напряжение при различных типах заземлений составляет 1,5 кВ. Поэтому номинальным напряжением сети будет ± 750 В в биполярном исполнении.

Результаты.

Результаты сравнения показывают потенциал для развития распределительных сетей постоянного тока показывают потенциал системы. Качество напряжения потребителя улучшается, т.к. падение напряжения и колебания могут быть устранены с использованием силовых электронных устройств. По сети на постоянном токе могут быть переданы большие мощности на более дальние расстояния по сравнению с традиционной распределительной сетью. Чем выше мощность, тем меньше потери мощности, что позволяет использовать меньшие поперечные сечения кабелей, чем в аналогичной сети переменного тока. Эти преимущества предлагаемой распределительной сети постоянного тока позволят снизить общие затраты на строительство и эксплуатацию. Распределительная сеть постоянного тока является экономичным решением, в качестве замены ветвей среднего напряжения при типичных передаточных мощностях сельских сетей.

Электробезопасность и режим заземления нейтрали в электрических сетях напряжением 6...35 кВ

Целебровский Ю. В.

Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия
3460115@power.nstu.ru

Рассмотрены условия электробезопасности в электрических сетях напряжением 6...35 кВ и надёжность этих сетей при различных режимах заземления нейтрали.

Показано, что режим изолированной нейтрали и допускаемые Правилами технической эксплуатации [1] продолжительные однофазные замыкания на землю (ОЗЗ), даже при выполнении всех норм, предписанных Правилами устройства электроустановок [2], делают сети указанных классов напряжения наиболее электроопасными. Данные измерений напряжений прикосновения при однофазных замыканиях на землю на трансформаторных подстанциях и у опор ВЛ в городской черте показывают, что во многих случаях они превышают нормируемые ГОСТ [3] 20 В. Если исходить из требований этого ГОСТ, то можно допустить существование длительного замыкания на землю только при условии, если ток ОЗЗ не превышает значения:

$$I_{\text{доп.длит}} \leq 20 \text{ В} / R_{\text{норм}}$$

Однако, приводимая в докладе статистика аварийных отключений в сетях 6...35 кВ за 8 лет, собранная в одной из сибирских компаний, показывает, что вопреки устоявшемуся мнению в большинстве случаев однофазные замыкания переходят в двойные и многофазные, снижая тем самым в два и более раз безаварийность распределительных сетей.

Та же статистика подтверждает малую эффективность заземления нейтрали через дугогасящий реактор (ДГР). При сборе и обработка статистического материала предполагалось, что гашение дуги ДГР должно снизить число аварийных отключений, поскольку вероятность повторного зажигания дуги при точной настройке ДГР близка к нулю. Однако, не симметрия сети и перекompенсация ёмкостных токов «аннулируют» дугогасящий

эффект, а переход однофазного замыкания в двойное и многофазное так же част, как и в сети с изолированной нейтралью.

Следует также заметить, что наличие ДГР в нейтрали ничуть не повышает электробезопасность сетей, особенно не при дуговых, а «металлических» замыканиях на землю. Эксплуатирующие организации часто не выполняют требования Правил эксплуатации [1], не проводят симметрирование сети и устанавливают реактор в сети с несимметрией, превышающей 0,75 % от фазного напряжения. Наш опыт измерения в различных энергосистемах показывает что в сетях с воздушными линиями 6...10 кВ не симметрия обычно превышает 1 %, а в сетях 35 кВ с двухцепными воздушными линиями может достигать 7 %.

Наиболее эффективным решением является заземление нейтрали через резистор в сочетании с селективным отключением однофазных замыканий. Следует отметить, что в соответствии с ПУЭ [2] резистор является альтернативой ДГР и не может устанавливаться параллельно последнему. Заземление нейтрали через резистор и установка селективной защиты от ОЗЗ с действием на отключение существенно увеличивает электробезопасность сети и повышает в 2 раза её надёжность. Резистор в нейтрали предотвращает развитие дуговых перенапряжений, не допуская перехода однофазных замыканий в двойные и многофазные и существенно повышает селективность работы защиты от ОЗЗ. Это подтверждается более чем двадцатилетним опытом эксплуатации сетей с резистивным заземлением нейтрали в России [4,5]. При этом следует принять во внимание и то, что заземление нейтрали через резистор и обязательное отключение однофазных замыканий широко применяется в зарубежных странах.

Литература

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. Утверждены приказом Минэнерго России от 19 июня 2003 года № 229. М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2014. 249 с.

2. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Глава 1.1, 1.2, 1.7, 1.8. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. М.: Изд-во ЭНАС. 2002. – 184 с.

3. ГОСТ 12.1.038-82 Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. // Система стандартов безопасности труда. Часть 3. Издание официальное. М.: Издательство стандартов, 1996. С.237 – 243.

4. С. Дмитриев Электрические сети малых городов. Проблемы повышения надёжности и безопасности. / С. Дмитриев, С. Нестеров, Ю. Целебровский // Новости электротехники № 5 (65), 2010. С. 56 –58

5. Берёзов Ю. И. Опыт эксплуатации электрических сетей напряжением 6...35 кВ с резистивным заземлением нейтрали / Берёзов Ю. И., Снисаренко А. В., Филиппов А. В., Целебровский Ю. В. // Энергетика тюменского региона 2003 № 3. С 23 –25

Система электробезопасности в сетях собственных нужд подстанции высокого напряжения

Киричек Е. А., Целебровский Ю. В.

Новосибирский государственный технический университет,
Новосибирск, Россия
3460115@power.nstu.ru

Собственные нужды подстанций высокого напряжения обычно имеют номинальное напряжение 0,4 кВ. Нейтраль обмотки низкого напряжения трансформатора собственных нужд (ТСН) заземляется на общее заземляющее устройство подстанции (ЗУ). Правилами устройства электроустановок (7-я редакция [1]) в сетях напряжением до 1 кВ предусмотрено 3 системы электробезопасности: IT, TT, TN. В системе TN допускаются разновидности: TN-S, TN-C, TN-S-C.

На подстанции высокого напряжения всё оборудование низкого напряжения расположено на территории подстанции и может быть заземлено на общее заземляющее устройство. При этом реализуется система TT. Но поскольку заземляющее устройство едино, оно может быть использовано и в качестве нулевого защитного проводника – PE. То есть одновременно реализуется и система TN. При этом кабели 0,4 кВ могут не иметь желто-зелёного проводника PE. Обозначим такую систему как TT-N.

С помощью программы расчёта сложных заземлителей в неоднородных грунтах [2] нами были выполнены расчёты сопротивления ЗУ как нулевого защитного проводника с учётом протекания аварийного тока как по элементам ЗУ, так и по грунту. За модель ЗУ была взята сетка с переменным шагом (в соответствии с 1.7.90 ПУЭ), расположенная на глубине 0,5 м. Рассматривались однородный и двухслойный грунты с вариацией удельного сопротивления от 10 до 1000 Ом·м. Место заземления нейтрали 0,4 кВ ТСН – центр сетки. Место заземления открытых проводящих частей оборудования 0,4 кВ варьировалось на разных расстояниях от ТСН. Размеры сетки также изменялись.

Расчёты ЗУ как PE в различных моделях грунтов показали, что сопротивление зависит в основном от расстояния между ТСН и электроприёмником и мало зависит от модели

и удельного сопротивления грунта. При расстоянии, 130 м оно достигает значения 0,05 Ом. Если прокладывать по территории подстанции эквивалентный по сопротивлению РЕ-проводник, его сечение составило бы 40 – 50 мм². Рассчитанные напряжения прикосновения к открытым проводящим частям (ток – 100 А) не превышали 2 В.

Натурные измерения сопротивления петли «фаза-ноль» на подстанции 220 кВ у электроприемников, расположенных по периферии подстанции, показали, что использование только системы TN даёт существенно большие значения сопротивления. Эти данные приведены в таблице.

Место	ПМ-2	ПМ-3	ПМ-5	ПМ-8	ПМ-10	ПМ-11	ПМ-13	ПМ-14	ПМ-15
Расчётное значение в системе ТТ-N $R_{\phi-0}$, Ом	0,138	0,232	0,215	0,193	0,360	0,189	0,100	0,256	0,297
Измеренное значение $R_{\phi-0}$, Ом	11,3	1,56	0,58	0,94	0,39	0,37	0,72	0,79	0,87

У тех электроприёмников, щитки которых были заземлены (например, прожекторная мачта ПМ-10), сопротивление петли «фаза-ноль» оказалось близким к расчётному.

Таким образом, расчёты и измерения подтвердили возможность использования в системе собственных нужд подстанции высокого напряжения комбинированной системы безопасности ТТ-N. В этой системе нейтраль питающего трансформатора и открытые проводящие части электроприёмников заземлены на общее заземляющее устройство, а последнее служит одновременно нулевым защитным проводником. При этом гарантированно обеспечивается надёж-

ность срабатывания автоматических выключателей и практически не ощущаемые напряжения прикосновения при коротких замыканиях в сети собственных нужд подстанции.

Литература

1. Правила устройства электроустановок. Раздел 1. Общие правила. Глава 1.1, 1.2, 1.7, 1.8. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.5, 7.6, 7.10. – 7-е изд. М.: Изд-во ЭНАС. 2002. – 184 с.

2. Нестеров С.В. Применение интегральных уравнений для расчета заземлителя произвольной конфигурации в неоднородном грунте [Текст] / С.В. Нестеров // Вторая Российская конференция по заземляющим устройствам: Сборник докладов. – 2005. – С. 51 –58.

Возможности распределительной сети на постоянном токе.

Фонов В. П., Лецинская Т. Б.

Российский государственный аграрный университет – МСХА
им. К. А. Тимирязева г. Москва, Российская Федерация
fonovvp@mail.ru, ltb@teobit.ru

Введение.

В конце 19 века электроснабжение потребителей стандартно производилось на постоянном токе (DC). Однако передача на переменном токе стала нынешним стандартом из-за простоты повышения класса напряжения и из-за наличия трехфазного двигателя, который сделать на постоянном токе было сложнее и дороже.

Сейчас из-за развития электроники преобразование на постоянном токе значительно удешевилось и упростилось, что открывает новые перспективы для применения постоянного тока.

Создание более экономичных и надежных сетей, чем имеющиеся сейчас, является одной из главных целей в сфере распределения электроэнергии.

Использование распределительной сети низкого напряжения постоянного тока открывает новые возможности для развития всей системы. Например, при одинаковом потере напряжения и в том же 3-канальном кабеле можно передать в 16 раз больше мощности постоянным током напряжением 1,5 кВ, чем с системой переменного тока 0,4 кВ. В предлагаемом докладе обсуждаются основные понятия и технико-экономический потенциал низковольтных распределительных сетей на постоянном токе.

Распределительные сети на постоянном токе.

При передаче на постоянном токе низкого 1,5 кВ, можно уменьшить длину сети среднего напряжения [1]. При такой передаче количество и длина ветвей в сети среднего напряжения 20 кВ могут быть сокращаются. Это уменьшает затраты при отключении всей распределительной сети по сравнению с традиционной системой 20 / 0,4 кВ. При этом качество электроэнергии у потребителя повышается.

Технико-экономический анализ состоит из двух этапов. На первом этапе анализируется техническая осуществимость исполнения сети постоянного тока, и различные варианты передачи на постоянном токе сравниваются друг с другом. После производится сравнение со стандартными вариантами передачи. На втором этапе целью является определение экономической эффективности системы постоянного тока как части распределительной сети. Этот анализ проводится в сравнении с решением 20 / 0,4 кВ. Одной из основных задач в экономическом анализе является определение максимальной стоимости силовых электронных устройств, необходимых в сети постоянного тока.

Распределительная сеть постоянного тока может быть выполнена с различными типами соединений. Наиболее распространенными являются униполярные и биполярные соединения. Разница между этими двумя соединениями – это количество уровней напряжения. Пример на рис. 1.

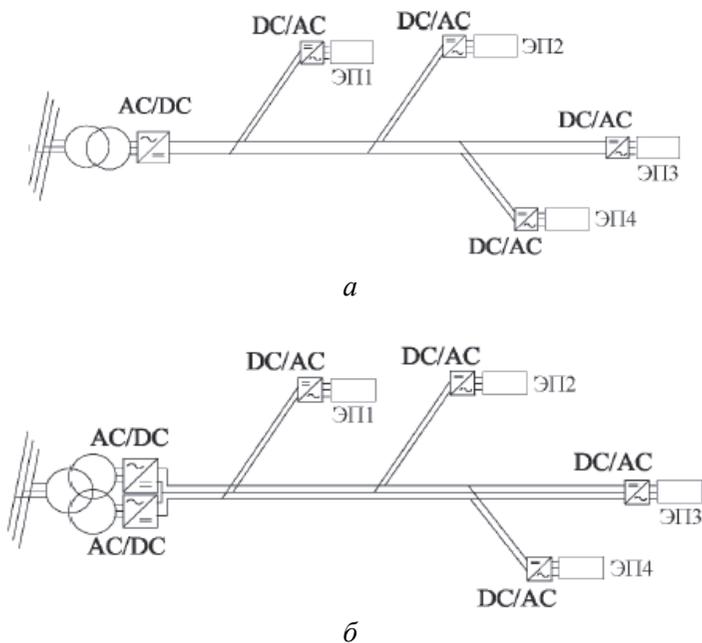


Рис.1 Пример (а) униполярного и (б) биполярного исполнения сети

У обоих этих решений есть свои недостатки. При униполярном исполнении придется ставить значительно более дорогие инверторы и преобразователи, а при биполярном исполнении возможны проблемы при значительной несимметрии нагрузок (по нулевому проводнику будет течь непрерывно ток).

Максимальное напряжение при различных типах заземлений составляет 1,5 кВ. Поэтому номинальным напряжением сети будет ± 750 В в биполярном исполнении.

Результаты.

Результаты сравнения показывают потенциал для развития распределительных сетей постоянного тока показывают потенциал системы. Качество напряжения потребителя улучшается, т. к. падение напряжения и колебания могут быть устранены с использованием силовых электронных устройств. По сети на постоянно токе могут быть переданы большие мощности на более дальние расстояния по сравнению с традиционной распределительной сетью. Чем выше мощность, тем меньше потери мощности, что позволяет использовать меньшие поперечные сечения кабелей, чем в аналогичной сети переменного тока. Эти преимущества предлагаемой распределительной сети постоянного тока позволят снизить общие затраты на строительство и эксплуатацию. Распределительная сеть постоянного тока является экономичным решением, в качестве замены ветвей среднего напряжения при типичных передаточных мощностях сельских сетей.

Аспекты проектирования электрических энергосберегающих стендов

Чикунев Ю. М., Чикунев А. М.

ОАО «Завод «Дагдизель», г. Каспийск, Республика Дагестан, Россия
chikunov_yuriy@mail.ru

Завершающими операциями технологического процесса производства или капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания (ДВС) являются стендовая обкатка и приёмодаточные испытания. В связи с постоянным ростом цен на электроэнергию экономически целесообразным становится полезно использовать эффективную мощность, развиваемую при этом тепловыми двигателями, путём преобразования её и генерирования в промышленную сеть. Поэтому моторостроительные и специализированные ремонтные предприятия оснащают свои испытательные станции обкаточно-тормозными стендами (ОТС), обеспечивающими утилизацию электроэнергии, а также проводят научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на повышение их технико-экономических показателей.

Анализ существующих ОТС показал следующее: во-первых, энергосберегающие стенды создавались как универсальные, способные проводить обкатку и испытание с рекуперацией электроэнергии по любой программе и на всех типах ДВС, что привело к их низкой экономической эффективности. Используемый при этом принцип универсальности, в первую очередь, оказался хорош для завода-изготовителя, но никак не для потребителя; во-вторых, довольно большое число типового оборудования говорит о том, что отсутствует методика (формула) для оценки эффективности той или иной конструкции.

На ОАО «Завод «Дагдизель» создали методику оценки конструкций, взяв за основу приведённые годовые затраты, при проектировании же стендового оборудования учитывались два условия. Первое – количество ОТС на испытательном участке конкретного предприятия, второе – методика обкатки и тип ДВС.

Суть разработанного в 1990 году энергосберегающего метода состоит в том, что на моторостроительных или специализированных ремонтных предприятиях электроэнергию для холод-

ной обкатки одного стенда необходимо отбирать непосредственно от энергии, генерируемой на стадии горячей обкатки под нагрузкой или при испытании двигателя другого ОТС, а разницу через групповой преобразователь (ГПР) отправлять в электрическую сеть предприятия. Для реализации энергосберегающего метода в 1992 году была разработана система обкаточно-тормозных стендов.

Данная схема позволяет:

1) увеличить количество активной рекуперлируемой электроэнергии на нужды предприятия в 1,76...2,48 раза;

2) генерировать, а не потреблять реактивную электроэнергию и тем самым использовать стенд как регулируемый источник реактивной энергии с целью повышения коэффициента мощности цеховой сети;

3) снизить общую стоимость ОТС и повысить окупаемость стенда в 2...3 раза быстрее, чем у лучших зарубежных аналогов (с увеличением числа ТУ системы ОТС на испытательной станции, мощность ГПР из расчёта на один стенд уменьшается в 5,46 раз). С увеличением абсолютной мощности группового преобразователя от 100 до 1000 кВт удельная стоимость установленной мощности снижается в 3 раза, а КПД его увеличивается на 26%. В случае же использования ОТС со статическими преобразователями с возрастанием числа стендов установленная мощность на единицу ОТС в отличие от энергосберегающей системы, наоборот, возрастает. Это объясняется вводом дополнительного оборудования – вентильных компенсаторов искажений тока.);

4) осуществлять ремонт в условиях предприятия (используются серийные электрические машины).

Система ОТС предназначена для обкатки и типовых испытаний ДВС, рассчитывается конкретно для каждого объекта в зависимости от числа стендов и мощностных характеристик поршневых двигателей.

Экономическая эффективность внедрения результатов исследования составила в ценах 1992 года 1,2 млн. руб. в год.

Исследования ДВС, выпускаемых ОАО «Завод «Дагдизель», регулярно проводятся в дизельной лаборатории ОКБ-8. Продолжительность испытания на надёжность одного двигателя составляет 9000 часов. Для лаборатории был разработан энергосберегающий стенд, где в качестве ТУ используется одноякор-

ный преобразователь (ОП). При холодной обкатке энергия к ТУ подводится через диодный мост Ларионова. Во время же горячей обкатки или испытания энергия торможения поступает в сеть сразу с токосъёмных колец ОП. Это позволило получить не только высокий КПД, но и минимальную установленную мощность стенда, а также возможность генерировать реактивную мощность в заводскую сеть.

Стенд в основном предназначен для обкатки и типовых испытаний стационарных или вспомогательных судовых ДВС с рекуперацией электроэнергии в промышленную сеть предприятия, но может использоваться и в сельскохозяйственных ремонтных мастерских в режиме утилизации или рекуперации энергии, а также в качестве резервного источника переменного тока. Предельная мощность стенда 300 кВА.

Годовой экономический эффект при внедрении результатов работы от одного стенда в ценах 2010 года составил 247400 рублей.

Таким образом, обозначенные принципы построения энергосберегающих систем предполагают возможность создания новых конструкций обкаточно-тормозных стендов, имеющих лучшие технико-экономические характеристики.

Энергосберегающая диагностика РПН

Шахнин В. А.

Владимирский государственный университет
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, Россия
vshakhnin@rambler.ru

В настоящее время в России диагностику регуляторов напряжения под нагрузкой (РПН) силовых трансформаторов осуществляют, главным образом, традиционным методом со вскрытием бака и сливом трансформаторного масла. Такой метод диагностики не отвечает современным требованиям экологической безопасности, является ресурсо- и энергоёмким. Целесообразно привлечения методов неразрушающего контроля и интродиагностики, которые широко применяются в других отраслях техники.

На рис. 1 представлены основные цепи одной из фаз силового трансформатора с РПН с токоограничивающими резисторами. При традиционной диагностике со сливом масла стабилизированный источник постоянного напряжения с цифровым регистратором тока подключается между выводом нейтрали и началом регулировочной обмотки в точке 1. В процессе переключения РПН с одной отпайки на смежную регистрируется диаграмма изменения тока. Расчётная (идеальная) диаграмма для исправного РПН со слитым маслом представлена на рис. 2 кривой 1. Параметры этой кривой являются паспортными данными переключателя, поэтому отклонения от них свидетельствуют о нарушении регулировок контактной системы РПН.

При диагностике без вскрытия бака РПН точка 1 (рис. 1), т.е. начало регулировочной обмотки, оказывается недоступной для подключения источника постоянного напряжения, поэтому он подключается между высоковольтным вводом фазы и нейтралью трансформатора. В этом случае из-за влияния индуктивности основной обмотки фазы характер изменения тока РПН существенно отличается от представленного кривой 1 (рис. 2). Теоретически анализ диаграммы для определения состояния контактора РПН базируется на очевидных свойствах этой кривой. Действительно, пять характерных интервалов кривой соответствуют основным установившимся и переходным режимам электрической цепи переключателя.

Повышение пробивного напряжения отработанного трансформаторного масла путем очистки от механических примесей с использованием керамического фильтра

Юсунов Д. Т.

ООО «Научно-технический центр» АО «Узбекэнерго» г. Ташкент,
Узбекистан
dilmurod85@list.ru

Пробивное напряжение весьма чувствительно к присутствию различных примесей. Снижение пробивного напряжения свидетельствует, как правило, о загрязнении масла различными механическими примесями. Механические примеси являются нерастворенными веществами, содержащиеся в масле в виде осадка или во взвешенном состоянии. Это – волокна, пыль, частицы металла и другие виды примесей.

Целью данной научной работы является повышение пробивного напряжения отработанного трансформаторного масла путём очистки от механических примесей с использованием керамического фильтра.

Разработана партия керамических микрофильтрационных мембран, пригодных для очистки трансформаторного масла с размером механических примесей порядка 0,3–0,35 мкм [1]. Изготовлен фильтр на основе разработанных керамических мембран. Очистка отработанных трансформаторных масел с использованием керамического фильтра осуществлялась по замкнутой схеме [2].

Для экспериментального исследования были взяты 5 видов пробы отработанных трансформаторных масел. Объём каждой пробы отработанного трансформаторного масла составлял 30 литров. Остальные части всех проб отработанного трансформаторного масла очищались бумажным фильтр-прессом (тонкость фильтрации – 20мкм) для сравнения.

На рисунке 1 приведены результаты испытания отработанных трансформаторных масел (по всем пробам) до и после очистки по пробивному напряжению. Из рисунка видно, что очистка керамическим фильтром показала значительное повышение пробивного напряжения трансформаторного масла перед очисткой фильтр-прессом. Это объясняется тем, что очистка отрабо-

таных трансформаторных масел керамическим фильтром от механических примесей с минимальными размерами до 0,3 мкм позволила повысить пробивное напряжения значительно.

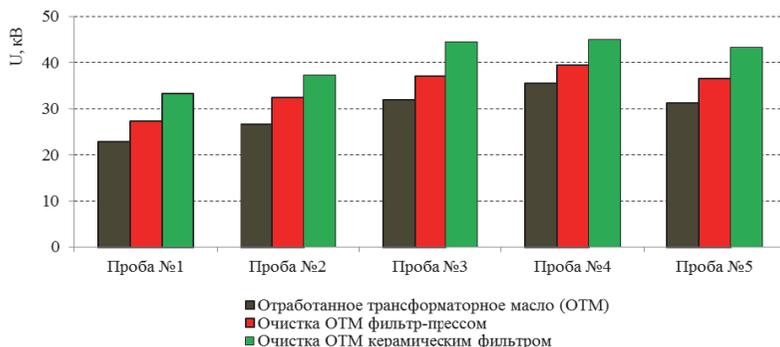


Рис. 1. Средние арифметические значения пробивных напряжений отработанных трансформаторных масел до и после очистки

Литература

1. Салихов Т.П. и др. Пористая структура керамических мембран для тонкой очистки технологических жидкостей нефтегазовой отрасли // Научно-технический журнал ФерПИ. – 2015. – № 3. – С. 95–98.
2. Салихов Т.П. и др. Очистка трансформаторного масла адсорбентами в сочетании керамической мембраной // Журнал «Энергобезопасность и энергосбережение». – 2016. – № 3. – С. 37–41.

Методология комплексной оценки путей совершенствования безопасности АЭС

Юрин В. Е.

к.т.н., Саратовский научный центр РАН, н.с. ОЭП СНЦ РАН,
доцент каф. ТАЭ СГТУ им. Гагарина Ю.А.
ugin1990777@bk.ru

Крупная радиационная авария, произошедшая 11 марта 2011 года в результате сильнейшего в истории Японии землетрясения и последовавшего за ним цунами подтверждает актуальность развития систем безопасности АЭС в настоящее время. Важное место в процессе экспертизы проектов атомных станций занимает процедура вероятностного анализа безопасности (ВАБ). Однако, в условиях рыночной экономики для оценки эффективности систем безопасности АЭС недостаточно проведения ВАБ. Так применение систем пассивной безопасности (СПОТ) сопряжено не только с большими капитальными затратами, но и с дополнительными издержками на поддержание их в состоянии постоянной готовности или горячего резерва, что значительно ухудшает конкурентоспособность АЭС на рынке энергосбыта [1]. Автором настоящей работы в составе Отдела энергетических проблем Саратовского научного центра РАН были разработаны и исследованы альтернативные пути повышения безопасности на основе многофункциональных энергетических установок, призванных обеспечить надежное резервирование собственных нужд АЭС и, при этом, полностью окупающихся за счет выработки электроэнергии в штатном режиме [2].

Однако СПОТ дает высокий по сравнению с некоторыми многофункциональными энергоустановками уровень безопасности. Кроме того, одни энергоустановки позволяют обеспечить маневренность АЭС, другие способны обеспечить первичное регулирование частоты в энергосистеме без снижения КИУМ АЭС; одни системы безопасности за счет одного агрегата обеспечивают расхолаживание одного энергоблока, другие двух и более. Таким образом, необходимо создание методологии, которая позволит инвестору провести комплексный анализ предлагаемых решений с учетом всех значимых факторов и сделать выбор в пользу той или иной модернизации старого или установке нового оборудования.

С этой целью разработана методология комплексной оценки путей совершенствования АЭС на основе системы удельных коэффициентов, показывающих значение эффектов от повышения безопасности, эффективности и маневренности к единице капиталовложений в новые установки или модернизацию уже действующих энергоблоков АЭС, благодаря которым достигаются эти эффекты. Разработанная система удельных коэффициентов позволяет сравнивать общую эффективность модернизации действующих станций / установки новых систем при равных условиях. На основе удельных коэффициентов разработана система относительных удельных коэффициентов, позволяющих наглядно сравнить превосходство того или иного пути совершенствования АЭС по коэффициентам одних эффектов относительно других. Кроме того, появляется возможность оценить комплексную эффективность установки/модернизации путем сложения безразмерных относительных удельных коэффициентов.

Для проведения сравнительного анализа на основе разработанной методики в работе представлены следующие модернизации/установки: модернизация основного оборудования энергоблока с повышением его мощности; установка дополнительной паротурбинной установки (ПТУ); СПОТ; парогазовой установки; водородного энергокомплекса с дополнительной ПТУ; теплового аккумулятора фазового перехода с дополнительной ПТУ. Как показали расчеты, наиболее функциональным является энергокомплекс на базе комбинирования АЭС с дополнительной ПТУ и водородным комплексом. Наиболее эффективным с точки зрения экономичности и безопасности – комбинирование АЭС с дополнительной маломощной ПТУ (при увеличении мощности реактора).

Литература

1. Аминов Р.З., Егоров А.Н. Сопоставление и анализ систем отвода остаточного тепловыделения реакторов в аварийных ситуациях с обесточиванием. Атомная энергия, 2016, т. 121, вып. 6. – С. 316–322; doi: 10.1007/s10512-017-0219-y.
2. Юрин В.Е. Исследование систем активного отвода остаточного тепловыделения реакторов на базе комбинирования АЭС с многофункциональными установками: дис. ... канд. технических наук: 05.14.01. СГТУ имени Гагарина Ю.А., Саратов, 2015.

Финансовое обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников в системе планирования мероприятий по охране труда

Даценко А. И., к.т.н.

заведующий кафедрой охраны труда и энергобезопасности МИЭЭ

Кольцова Е. Н.

преподаватель кафедры охраны труда и энергобезопасности МИЭЭ
ot_mieen@mail.ru

В соответствии со статьей 226 Трудового Кодекса РФ работодатель обязан обеспечить финансирование мероприятий по улучшению условий и охраны труда в размере не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг). Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Типовой перечень) был утвержден Приказом Минздрав соцразвития России от 01.03.2012 № 181н.

Но не все работодатели ещё используют возможность финансирования указанных мероприятий за счет взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Такой механизм финансирования предусмотрен Правилами финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами (далее – Правила), которые были утверждены Приказом Минтруда России от 10.12.12 № 580н. В соответствии с Правилами часть расходов работодателя на финансирование предупредительных мер может быть возмещена за счет взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (далее – взносы «на травматизм»), подлежащих уплате в бюджет Фонда социального страхования РФ (ФСС РФ). Возмещение расходов осуществляется путем снижения суммы взносов, подлежащих уплате. Предельная величина, которую разрешено направить на финансирование мер по сокращению производственного травма-

тизма и профессиональных заболеваний составляет 20% от величины взносов «на травматизм» за предшествующий календарный год за вычетом расходов на выплату обеспечения за тот же год.

Анализ вышеуказанных документов показывает совпадение отдельных мероприятий. Например, Типовой перечень предусматривает финансирование работодателем таких мероприятий, как: специальная оценка условий труда, обеспечение работников средствами индивидуальной защиты, обучение по охране труда, проведение обязательных периодических медицинских осмотров. В то же время, согласно Правилам, при финансировании указанных мероприятий работодатели могут получать возмещение расходов путем снижения суммы взносов, подлежащих уплате в ФСС РФ.

Таким образом, при реализации процесса планирования мероприятий по охране труда в части их финансового обеспечения и рационального распределения затрат организациям целесообразно задействовать механизм финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников за счет взносов на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Литература

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ;
2. Приказ Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н «Об утверждении Типового перечня ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков»;
3. Приказ Минтруда России от 10.12.12 № 580н «Об утверждении Правил финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами»;
4. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

Безопасное рабочее место – основа сохранения здоровья персонала и гарантия производительного труда

Елин А. М., д.э.н.

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт труда»
Министерства труда и социальной защиты РФ, г. Москва,
elin_am@vcot.info

Определение понятия «рабочее место» законодательно закреплено в статье 209 Трудового кодекса РФ и в полной мере соответствует общепринятой международной терминологии, в частности определению, содержащемуся в Конвенции МОТ № 155: «Прямо или косвенно контролируемые работодателем места, где работник должен находиться или куда ему необходимо следовать в связи с его работой». Это место, где работник должен находиться и где он должен выполнять работу в режиме и условиях, предусмотренных нормативными правовыми актами и нормативно-технической документацией.

Усиление мер профилактического и предупредительного характера способствовало снижению производственного травматизма в организациях России, что можно характеризовать следующими данными за 2017 г.: количество несчастных случаев с тяжелыми последствиями (групповых несчастных случаев, а также с тяжелым и смертельным исходом) сократилось по сравнению с 2016 годом на 21% (с 6881 случая в 2016 г. до 5412 в 2017 г.); количество погибших на производстве снизилось на 32% (с 2072 чел. в 2016 г. до 1413 чел. в 2017 г.). Более 69% несчастных случаев с тяжелыми последствиями вызваны типичными причинами организационного характера и так называемым «человеческим фактором» (неудовлетворительной организацией производства работ, нарушениями требований охраны труда, недостатками в обучении, нарушениями трудовой дисциплины). Технологические и технические (техногенные) факторы послужили причинами более 7% несчастных случаев. Это подтверждает выводы о том, что уровень подготовки работников вопросам охраны труда и состояние рабочих мест с точки зрения их готовности к безопасной деятельности продолжают оставаться на относительно низком уровне.

Следует отметить, что рабочее место является основным звеном производственного процесса. На рабочем месте произ-

водственного персонала сосредоточены основное технологическое оборудование, сырье, материалы и другие материально-технические элементы, осуществляется трудовая деятельность. Специалисты не должны забывать о том, что безопасность труда и безопасность технологии выполнения работ – это взаимосвязанные элементы любого трудового процесса. Об этом стоит думать систематически, добиваясь повышения культуры труда, уровня компетенции и личной ответственности каждого работника за соответствием этих направлений государственным нормативным требованиям и соответствующим статьям Трудового кодекса РФ.

От того, как организован труд, зависит использование орудий труда, качество выпускаемой продукции, её себестоимость, а также общая культура производства. Организация рабочего места предполагает создание оптимальных условий для высокопроизводительной работы. Достойное место работы, её социальная полезность, правовая защищённость, справедливое вознаграждение за результаты труда, профессиональный рост и уверенность в будущем являются важнейшими слагаемыми качества трудовой жизни, составляющими совокупность свойств, характеризующих условия и организацию труда (производства, быта, отдыха) с позиций наилучшей реализации способностей работников (интеллектуальных, творческих, моральных, организаторских и др.)

Оценка качества трудовой жизни проводится на основе показателей, являющихся результатом статистического учёта, социологических опросов, анализа экспертов и рассматривается с позиции работника, предпринимателя и общества. Параметры безопасности наряду с оценкой рабочего места определяются по следующим группам:

- технология;
- организационные вопросы;
- личные потребности работников;
- внешняя среда и общество.

Работник как сторона трудовых отношений имеет определённые права и обязанности, установленные соответствующими статьями Трудового кодекса [1]. В [2] отмечается «В социальном государстве создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие, не является сугубо личным делом только самого работника, а возводится в ранг общегосударст-

венной политики. Ключевым звеном её реализации выступает человек, взаимодействующий с рыночной средой по поводу организации процесса труда, его производительности, формирования доходов, обеспечения социальной защиты и т.д.» Обстоятельно и достаточно подробно эти проблемы освещены в [3]. Задача повышения качества рабочих мест, в том числе увеличения оплаты и улучшения условий труда, может быть решена лишь при конструктивном и долгосрочном взаимодействии социальных партнёров. Важнейшими механизмами такого взаимодействия являются отраслевые (межотраслевые) соглашения и соглашения о взаимодействии и социальном партнёрстве [4].

Совершенствование охраны труда и приведение рабочих мест в соответствие с действующими государственными нормативами должно базироваться на следующих основополагающих принципах:

- публичности проведения коренных изменений, вовлечённости в работу по изменению условий и организации труда и рабочих мест всех сторон социального партнёрства с одновременным повышением ответственности бизнеса;

- использования опыта других государств в области условий и организации труда;

- тесной взаимосвязи задач охраны труда с совершенствованием нормативного правового обеспечения, повышения уровня безопасности наёмного персонала, в том числе мигрантов.

Необходимо активизировать реализацию концептуальных подходов, основных принципов и практических рекомендаций по модернизации рабочих мест, совершенствованию охраны и условий труда с учётом социально-экономических перемен, происходящих в российском обществе и направленных на повышение благосостояния, качества жизни населения. Профессор Роик В. Д. отмечает: «...категория «качество жизни» переходит в разряд научного инструментария, применяемого с целью описания удовлетворенности отдельных слоёв населения уровнем потребления материальных, медицинских, социальных и культурных благ» [5]. В основу развития должны быть положены современные модели организации и оснащения рабочих мест, признанные в развитых странах, включающие комплексные предупредительные мероприятия, а также базовые положения экономического стимулирования работодателей к улучшению условий труда, в том числе за счёт дальнейшего совершенствования

и развития страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, суть которых заключается в формировании нормативных механизмов, методов и инструментов, позволяющих объективно выявлять опасные или вредные факторы среды и трудового процесса, управлять ими, обеспечивая достойные условия труда на каждом конкретном рабочем месте.

В [6] отмечается: «Поиск новых подходов к управлению охраной труда, как на федеральном, так и на региональном, муниципальном и корпоративном уровнях обусловлен происходящими изменениями в экономике и социально-трудовой сфере.... Производственные опасности обусловлены не только и не столько видом экономической деятельности, хотя это существенно, сколько организацией рабочих мест и технологией выполнения различных видов работ». Принятие ФЗ № 426 «О специальной оценке условий труда» оказало и продолжает оказывать существенное влияние на изменение состояния рабочих мест, снижения числа занятых на работах с неблагоприятными условиями труда. Проведение специальной оценки условий труда законодательно закреплённая обязанность для работодателей, реализация результатов которой направлены на совершенствование технологии и модернизацию производства, которые способствуют росту производительности труда и объёмов выпускаемой продукции, а это ведёт к увеличению прибыли, сокращению штатной численности персонала организации, на создание безопасных условий труда на рабочем месте, участке, в цехе, что способствует сохранению жизни и здоровью работников, а также сокращению компенсационных выплат и расходов на дополнительные отпуска и т.д.

Стороны социального партнёрства, прежде всего, работодатели и работники как основные участники социально-трудовых отношений должны добиваться принятия необходимых и исчерпывающих мер по коренному улучшению условий и охраны труда в рамках социального партнёрства и отраслевых соглашений, систематического и последовательного устранения любых отклонений от государственных нормативов в сфере труда и охраны труда.

Решение этих задач в условиях действующего производства или в период его реконструкции позволит гарантировать надлежащий уровень соответствия выполняемых работ действующим

нормативам и нормам безопасности при соблюдении всех трудовых операций, принципов и приёмов, предусмотренных технологическими картами или технологией их выполнения, обеспечив тем самым, заданный уровень безопасности на каждом конкретном рабочем месте.

Литература

1. Трудовой кодекс Российской Федерации. Эксмо. Москва.2014. – 416 с.
2. Елин А.М. Этапы регулирования социально-трудовой сферы.//Охрана и экономика труда. 2012. № 2(7) . – С.56 – 64.
3. Елин А.М. Управление персоналом в условиях рынка. М.,Социум. 2002. – 264 с.
4. Низова Л.М., Санникова Т.В. Развитие социально-трудовых отношений в фокусе социального партнёрства (на примере Республики Марий Эл).// Охрана и экономика труда. 2017. №2(27). – С.19 – 23.
5. Роик В.Д. Труд и качество трудовой жизни. Практика и теория регулирования в западных странах и России (монография).М., 2017. – 488 с.
6. Елин А.М. Факторы развития производства и стабилизации экономики.//Охрана труда и социальное страхование.2017.№ 2. – С.24 – 31.

Правовые и методологические аспекты разработки программы профессиональной переподготовки в области охраны труда

Жилин О. И.

кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры охраны труда и энергобезопасности
Московского института энергобезопасности и энергосбережения
o-zhilin@yandex.ru

Анализ программ профессиональной переподготовки в области охраны труда (далее – программы), разработанных в различных организациях, осуществляющих образовательную деятельность, показывает их существенные отличия по структуре и содержанию учебного материала. Такая ситуация имеет прежде всего правовые корни.

В соответствии со статьей 76 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» (далее – 273-ФЗ) программы разрабатываются на основании установленных квалификационных требований, профессиональных стандартов и требований соответствующих федеральных государственных образовательных стандартов (далее – ФГОС). С учетом положений профессионального стандарта «Специалист в области охраны труда» (далее – профессиональный стандарт), в качестве основы разработки программы можно рассматривать:

- профессиональный стандарт;
- единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда»;
- ФГОС по направлению подготовки «Техносферная безопасность».

Представляется целесообразным сделать приоритетный выбор на профессиональном стандарте, что обусловлено рядом причин:

- планируется замена квалификационных справочников профессиональными стандартами;
- в отношении специалистов по охране труда на основе требований профессионального стандарта году должна быть реализована процедура независимой оценки их квалификации;

– сформулирована задача актуализации ФГОС и образовательных программ с учетом профессиональных стандартов.

На основании требований 273-ФЗ в структуре программы должны быть представлены характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации. Исходя из положений статьи 195.1 Трудового кодекса Российской Федерации, в качестве характеристики квалификации, необходимой специалисту в области охраны труда, выступает профессиональный стандарт. Связанные с квалификацией трудовые функции и уровни квалификации также представлены в профессиональном стандарте.

В структуре программы должна быть представлена характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень новых компетенций, формирующихся в результате ее освоения. В качестве компетенций представляется целесообразным рассматривать трудовые функции, для успешного выполнения которых в профессиональном стандарте определена совокупность необходимых знаний и умений.

Структура включает также цель, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), организационно-педагогические условия, формы аттестации, оценочные материалы и иные компоненты. Цель обучения рационально формулировать с учетом положений законодательства в сфере образования и профессионального стандарта. Например, получение компетенций, необходимых для осуществления деятельности по планированию, организации, контролю и совершенствованию управления охраной труда. Учебный план определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся и формы аттестации.

Как следует из наименований обобщенных трудовых функций, представленных в профессиональном стандарте «Специалист в области охраны труда», каждая из них непосредственно связана с системой управления охраной труда. Поэтому в программе профессиональной переподготовки рационально максимально учитывать содержание Типового положения о системе управления охраной труда.

Оценка безопасности информационных технологий объектов критичной инфраструктуры в современных условиях

Лившиц И. И., Неклюдов А. В.

Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

livshitz.il@yandex.ru

Современные требования к обеспечению безопасности объектов критической инфраструктуры базируются на результатах предшествующих этапов развития информационных технологий (ИТ). Прежде всего, необходимо отметить, что постепенно вопросы информационной безопасности (далее – ИБ) практически полностью утратили самостоятельность и стали неотъемлемой частью ИТ. Данный факт нашел подтверждение и в отечественной и в зарубежной практике: это и структура организаций, их процессы, и практика взаимодействий организаций. В определенном смысле можно говорить о «зрелости» систем безопасности, нашедшей отражение имеющихся индустриальных решениях.

Представляется рациональным предоставить направление создания и соответственно оценки безопасности как динамичный процесс, основанный, в том числе на системе нормативной документации ведущих производителей на общие компоненты систем обработки информации (СОИ). За ними стараются «успеть» международные стандарты (например, ISO, IEC) [1 – 5] и нормативные документы государств, имеющих под своей юрисдикцией развитую индустрию ИТ (например, NIST) [6 – 8]. В реальных СОИ вероятность преодоления защиты (в отличие от нормативных требований: приказы ФСТЭК № 31, 235, 239) не равна нулю, и для того чтобы связать вероятность такого события с последующим ущербом, применяется понятие риска ИБ (например, ISO 27005 и ISO 31000 версии 2018). Рекомендуются создание технологии, в которой все национальные суверенные решения (и в том числе – интегрированные компоненты ИБ) будут изначально разрабатываться в едином безопасном процессе, по аналогии с Security Development Lifecycle (SDL) [9, 11]. В РФ уже существуют необходимые национальные стандарты для реализации национальной SDL:

– ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 «Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств»;

– ГОСТ Р 51583-2014 «Защита информации. Порядок создания автоматизированных систем в защищенном исполнении. Общие положения».

В качестве основы индустрии ИТ должен рассматриваться гражданский сектор ИТ, как самый массовый и динамичный, с адаптацией под специфические требования конкретных отраслей. Необходимо безусловно обеспечить единообразие и прозрачность процедур оценки соответствия требованиям ИБ, для чего необходимо внести изменения в нормативно-правовые акты по техническому регулированию (ФЗ-184). В целях обеспечения публичных процедур оценки соответствия, предлагается признать целесообразным использование для данных целей установленных как ГОСТ Р актуальных международных документов:

– ГОСТ Р ИСО/МЭК серии 15408 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий»;

– ГОСТ Р ИСО/МЭК серии 27000 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Системы менеджмента информационной безопасности».

Представляется целесообразным производить оценку безопасности в ИТ в соответствии с требованиями стандартов ИСО/МЭК 15408, а оценку процессов управления – ИСО/МЭК 27001.

Литература

1. ISO/IEC 27001:2013. Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements, International Organization for Standardization, 2013. – 23 pages.

2. ISO/IEC 27005-2011. Information technology – Security techniques — Information security risk management, International Organization for Standardization, 2011.–68 pages.

3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-1-2012 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 1. Введение и общая модель».

4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-2-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 2. Функциональные компоненты безопасности».

Секция 2. Техногенная безопасность и управление охраной труда

5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 15408-3-2013 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Критерии оценки безопасности информационных технологий. Часть 3. Компоненты доверия к безопасности».
6. NIST Special Publication 800-30 Rev. 1 Guide for Conducting Risk Assessments
7. NIST Special Publication 800-50 Building an Information Technology Security Awareness and Training Program
8. NIST Special Publication 800-53 Rev. 4. Security and Privacy Controls for Federal Information Systems and Organizations
9. Лившиц И. И. Методика оптимизации программы аудита интегрированных систем менеджмента // Труды СПИИРАН. – 2016. – № 5. – С. 52–68. <https://dx.doi.org/10.15622/sp.48.3>.
10. Лившиц И.И. Практическая оценка результативности СМИБ в соответствии с требованиями различных систем стандартизации: ИСО 27001 и СТО Газпром / Лившиц И.И., Полещук А.В.//Труды СПИИРАН.–2015.– № 3.– С.33–44.
11. Лившиц И.И. Подходы к применению модели интегрированной системы менеджмента для проведения аудитов сложных промышленных объектов – аэропортовых комплексов // Труды СПИИРАН. – 2014, № 6. – С. 72 – 94.

**Практическая реализация современных принципов
риск-менеджмента в национальном стандарте
ГОСТ Р 12.0.011-2017**

Федорец А. Г.,

доцент, ктн,
директор АНО «Институт безопасности труда» г. Москва,
alfed007@mail.ru, +7 916179-0134

В докладе представлен анализ принципиальных отличий современной методологии оценки рисков, основанной на понятии «неопределенности». Методология современного подхода к оценке рисков основана на принципах, изложенных в международном стандарте ISO 31000:2009.

Основными отличиями новой методологии, основанной на неопределенности (отсутствии достаточной информации), от прежней, основанной на известной статистике, являются:

представление риска не в качестве произведения (сочетания) вероятности в классическом понимании и ущерба, а в качестве фактора влияния неопределенности на цели деятельности;

принципиальное изменение содержания понятия «вероятность» (замена объективной вероятности на субъективную), полностью исключая возможность использования в оценке риска понятия «частота прошлых событий»;

обязательная привязка понятия и величины риска к «владельцу риска», исключая возможность анализа и оценки обезличенного риска («риска вообще»).

Это понимание риска и новые принципы риск-менеджмента широко и активно применяются современными компаниями в работе с финансовыми инструментами, в сферах страхования, кредитования, инвестиций. Однако в сфере безопасности труда эти принципы впервые практически реализованы только в разработанном под руководством автора национальном стандарте «ГОСТ Р 12.0.011-2017.ССБТ. Методы оценки и расчета профессиональных рисков работников железнодорожного транспорта». На самом деле никакой отраслевой специфики в методах оценки риска, конечно, быть не может. Поэтому указанный стандарт может быть применен во всех организациях без каких-либо исключений.

Основополагающими принципами, на которых основаны положения ГОСТ Р 12.0.011-2017, фундаментально отличающимися новый подход к оценке рисков в сфере безопасности труда являются:

раздельные подходы к оценке рисков, обусловленных вредными и опасными производственными факторами;

прямая взаимосвязь процедуры и результатов оценки риска с процедурой выработки и оценкой результативности защитных мер;

принципиальный отказ от учета частоты прошлых несчастных случаев (инцидентов) в оценке риска и от учетного периода, в течение которого рассчитывается риск наступления ущерба (месяц, год, трудовой стаж);

представление вероятности наступления несчастного случая в виде дополняющей величины, совместно с результативностью защитной меры составляющей единицу.

Одним из наглядных примеров, иллюстрирующих принципиальное отличие современного взгляда на риск и оценку риска от традиционного, является, например, то что с увеличением частоты опасных событий (аварий, несчастных случаев) «риск» не увеличивается, а уменьшается. Именно осознание этого не вполне очевидного факта является индикатором действительно-го понимания существа «риска» в его современной трактовке, представленной международным стандартом ISO 31000:2009.

Научные основы обеспечения энергоресурсосбережения при резании рыбы

Агеев О. В., Фатыхов Ю. А., Самойлова Н. В.,

Калининградский государственный технический университет,
Калининград, Россия
oleg.ageev@klgtu.ru

В настоящее время резание рыбы лезвием является основным технологическим процессом при первичной обработке сырья. С целью обеспечения энергоресурсосбережения требуется научно обоснованный выбор оптимального профиля лезвия, формы режущей кромки, показателей шероховатости, скорости резания, а также параметров электропривода. Для решения этих задач требуются математические модели процесса резания, позволяющие определить силы сопротивлений, приложенные к лезвию со стороны материала. Установлено, что суммарные энергетические затраты при резании рыбы обусловлены следующими причинами. При движении ножа в материале на грани действуют силы вредного сопротивления (сопротивление формы профиля и трение шероховатой поверхности лезвия), а также сила полезного сопротивления, приложенная к режущей кромке ножа.

На основе экспериментальных исследований научно обоснован выбор реологической модели мышечной ткани рыбы, приближенно описывающей механическое поведение сырья. Разработаны математические модели для определения сил вредного сопротивления резанию в квазистатическом представлении. Определены силы нормального контактного давления на наклонные и боковые грани ножа при резании рыбы в одномерной постановке (одноосном нагружении материала). Установлено, что силы нормального контактного давления на наклонные и боковые грани существенно зависят от глубины погружения ножа, геометрии лезвия, реологических свойств материала, а также от скорости движения ножа. Определено, что при движении ножа в материале образуется присоединенная каверна, объем которой связан с энергетическими потерями, обусловленными диссипацией энергии в вязкоупругом материале. Сокращение объема присоединенной каверны соответствует снижению количества вязкоупругой энергии, безвозвратно рассеянной в материале вследствие ее перехода в тепловой вид при релаксации напряжений.

Разработана математическая модель для определения нормального контактного давления на заднюю наклонную грань двухкромочного ножа. При резании рыбы ножом с двумя кромками вязкоупругая энергия аккумулируется в материале и высвобождается после полного погружения в материал боковых граней. Показано, что при резании рыбы двухкромочным ножом суммарная сила сопротивления формы снижается, а энергетические затраты сокращаются.

На основе анализа технологии изготовления режущего инструмента для обработки рыбы задана трехмерная форма элементарного выступа шероховатости, приближенно описанная периодической функцией. С учетом регулярности рельефа лезвия выполнено математическое моделирование деформационных сил трения, обусловленных микрошероховатостью поверхности ножа. При моделировании сил трения учтено наличие микроскопических менисков жидкости, образованных за счет выделения капиллярно-удерживаемой влаги на свежесрезанную поверхность материала и грани ножа.

На основе вышеизложенного получены математические модели для расчета результирующих сил вредных сопротивлений. Выполнен сравнительный анализ различных профилей ножей и определены соответствующие им силы сопротивлений формы и силы трения. Рассмотрены ножи с прямыми гранями, а также лезвия с криволинейными профилями. Поставлены и решены оптимизационные задачи для определения оптимальных профилей ножей, обеспечивающих минимизацию энергозатрат при резании рыбного сырья с заданными реологическими характеристиками.

Литература

1. Математическое моделирование сил нормального контактного давления на наклонные грани ножа при резании рыбы / О.В. Агеев, В.А. Наумов, Ю.А. Фатыхов, Н.В. Самойлова // Известия КГТУ. – 2017. – № 47. – С. 80–96.

2. Агеев, О.В. Математическое моделирование сил нормального контактного давления на боковые грани ножа при резании пищевых материалов / О.В. Агеев, В.А. Наумов, Ю.А. Фатыхов // Научный журнал Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2017. – № 4. – С. 27–42. – DOI: 10.17586/2310-1164-2017-10-4-27-42.

3. Агеев, О.В. Выбор и идентификация реологической модели структурно-механических свойств мышечной ткани рыбы / О.В. Агеев, Ю.А. Фатыхов, Н.В. Самойлова // Известия КГТУ. – 2018. – № 49. – С. 75–91.

4. Агеев, О.В. Математическое моделирование процесса восстановительной деформации материала и образования присоединенной каверны при резании рыбы / О.В. Агеев, В.А. Наумов, Ю.А. Фатыхов // Известия КГТУ. – 2018. – № 48. – С. 61–78.

5. Агеев, О.В. Подход к моделированию процесса резания пищевых материалов на основе метода подвижных клеточных автоматов / О.В. Агеев // Вестник науки и образования Северо-Запада России [Электронный ресурс]. – 2018. – Т. 4. – № 1. – Шифр: ЭЛ № ФС77–63282. – Режим доступа: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2018/01/2018-N1-Ageev.pdf>.

К исследованию коэффициента теплопроводности сверхтонких теплоизоляционных покрытий

Березина В. П.¹, Карпов Ф. Д.²

Научный руководитель, старший преподаватель Д. Ф. Карпов¹

¹Вологодский государственный университет, Вологда, Россия

²Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

e-mail: ¹ranel19@yandex.ru, ²79116705570@mail.ru,

¹karpov_denis_85@mail.ru

Тепловая изоляция в современном строительстве и промышленности играет важную роль. С ее помощью решают вопросы жизнеобеспечения, организации технологических процессов, экономии энергоресурсов. Теплоизоляционные конструкции являются неотъемлемой частью защитных элементов промышленного оборудования, трубопроводов, частей жилых, общественных и промышленных зданий. Благодаря тепловой изоляции значительно повышаются надежность, долговечность и эффективность эксплуатации зданий, сооружений, инженерных систем и их элементов [1].

Необходимость решать задачи энергоресурсосбережения и тепловой изоляции жилых и промышленных объектов привела к разработке инновационных материалов, механизм действия которых в корне отличается от работы классических теплоизоляторов. Одно из последних достижений научно-технического прогресса – сверхтонкая жидкая теплоизоляция. На сегодняшний день материалы этого типа являются, пожалуй, наилучшим решением множества вопросов, связанных с тепловой изоляцией зданий и сооружений, инженерного оборудования. Более того, с их помощью можно разрешать проблемы, которые невозможно было разрешить, используя традиционные теплоизоляционные материалы [2].

Работа системы жидкой теплоизоляции строится на основе таких принципов физики как теплоотдача, теплопроводность, отражение и тепловосприятие. Особый интерес вызывает такой термический показатель термокраски, как коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К).

В [3–7] экспериментально в натуральных и лабораторных условиях определен фактический коэффициент теплопроводности термокраски производства «Теплометт» (г. Коломна, г. Челя-

бинск) и «Броня» (г. Волгоград, г. Москва) и выполнено сравнение с данными завода-изготовителя (производителя).

В [3] выполнено определение коэффициента теплопроводности терموкраски Terplomett Стандарт на поверхности горизонтального прямолинейного стального трубопровода в котельной: коэффициент теплопроводности полученный экспериментально составил 0,005 Вт/(м·К); коэффициент теплопроводности, заявленный производителем 0,003 Вт/(м·К).

В [4] для терموкраски Terplomett Стандарт получили: 0,005 Вт/(м·К) и 0,003 Вт/(м·К) соответственно. В [5] для терموкраски Terplomett Фасад получили: 0,0043 Вт/(м·К) и 0,003 Вт/(м·К) соответственно. В [6] для терموкраски Броня Классик получили: 0,023 Вт/(м·К) и 0,001 Вт/(м·К) соответственно. В [7] для терموкраски Броня Классик получили: 0,0045 Вт/(м·К) и 0,001 Вт/(м·К) соответственно.

По результатам проведенных исследований можно заключить: экспериментальные значения коэффициента теплопроводности терموкраски превышают данные производителя, как правило, в разы, что способствует увеличению расхода материала и повышает стоимость выполняемых работ.

Литература

1. Танковская Л. В., Павлов М. В., Карпов Д. Ф. и др. Технико-экономическая оценка энергоэффективности применения традиционных и современных теплоизоляционных материалов для нужд централизованного теплоснабжения // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность: материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции, 4–6 дек. 2013 г. / Томский политехнический университет. – Томск, 2013. – С. 823–826.

2. Павлов М. В., Карпов Д. Ф., Мамонова В. С. и др. Сравнительный технико-экономический анализ современных теплоизоляционных материалов // Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность: материалы XXI Всероссийской научно-технической конференции, 2–4 дек. 2015 г. / Томский политехнический университет. – Томск, 2015. – Т. 2. – С. 9–11.

3. Способ определения теплопроводности твердого тела цилиндрической формы при стационарном тепловом режиме: пат. 2551663 Рос. Федерация. № 2013133572/28; заявл. 18.07.2013; опубл. 27.05.2015, Бюл. № 15.

4. Способ определения коэффициента теплопроводности жидкой тепловой изоляции в лабораторных условиях: пат. 2568983 Рос. Федерация. № 2014125679/28; заявл. 24.06.2014; опубл. 20.11.2015, Бюл. № 32.

5. Способ определения коэффициента теплопроводности жидкой тепловой изоляции в натуральных условиях: пат. 2602595 Рос. Федерация. № 2015112401/28; заявл. 06.04.2015; опубл. 20.11.2016, Бюл. № 32.

Секция 3. Энергоресурсосбережение и энергоэффективность

6. Способ определения коэффициента теплопроводности жидкой тепловой изоляции на поверхности плоского источника теплоты: пат. 2610348 Рос. Федерация. № 2015147077; заявл. 02.11.2015; опубл. 09.02.2017, Бюл. № 4.

7. Способ определения коэффициента теплопроводности жидкой тепловой изоляции при нестационарном тепловом режиме: пат. 2646437 Рос. Федерация. № 2016148988; заявл. 13.12.2016; опубл. 05.03.2018, Бюл. № 7.

Оценка установки посудомоечной машины на потребление ресурсов домохозяйством

Воронков Д. А., Мясникова Е. М., Шведов Г. В.,

НИУ МЭИ, Москва, Россия

memmam@yandex.ru

Согласно данным Росстата степень насыщения домохозяйств посудомоечными машинами за последние десять лет характеризуется одним из самых больших приростов. Еще десять лет назад в среднем по России на 100 семей приходилось 3 посудомоечных машины. Поэтому актуальной является задача исследования влияния посудомоечной машины на потребление ресурсов домохозяйством.

Предметом исследования является взаимосвязь между установкой в домохозяйстве посудомоечной машины и изменением в потреблении домохозяйством таких ресурсов как электроэнергия, холодная и горячая вода. Было выбрано домохозяйство, по которому с 2012 года известны ежемесячные показания счетчиков горячей и холодной воды и электроэнергии (по двум зонам: день и ночь) и в котором в январе 2017 года была установлена посудомоечная машина. Основой решения задачи является сравнение фактического расхода ресурсов домохозяйством после установки посудомоечной машины с прогнозным расходом ресурсов домохозяйством при условии отсутствия посудомоечной машины (на основе фактических показаний счетчиков за период до установки посудомоечной машины).

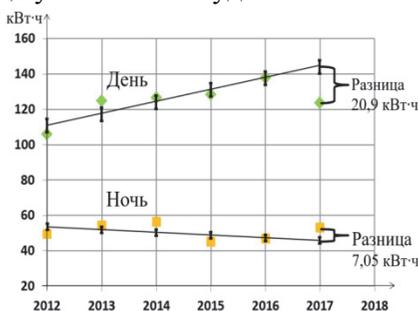


Рис.1. Среднемесячное потребление электроэнергии по годам

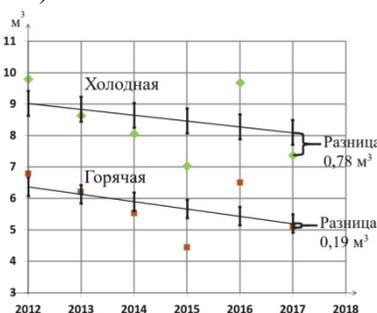


Рис.2. Среднемесячное потребление воды по годам

Для каждого года за рассматриваемый период было определено среднемесячное потребление ресурсов, по которому за период с 2012 по 2016 гг. (период, когда посудомоечная машина отсутствовала в домохозяйстве) были построены линии тренда (аппроксимирующие зависимости) и спрогнозировано потребление ресурсов на 2017 г. продлением линии тренда (см. рис. 1 и 2). Разность фактического среднемесячного потребления ресурсов за 2017 г. (после установки посудомоечной машины) с прогнозными значениями на 2017 г. на основе ретроспективных данных за период 2012–2016 гг. (до установки посудомоечной машины) представляет эффект от установки посудомоечной машины.

Таким образом, после установки в домохозяйстве посудомоечной машины за год изменение в потребляемых ресурсах составило: потребление электроэнергии в дневное время снизилось на 250,4 кВт·ч, в ночное время – увеличилось на 86,4 кВт·ч, холодной воды – уменьшилось на 9,35 м³, горячей воды – уменьшилось на 2,3 м³. В первую очередь, установка посудомоечной машины в домохозяйстве направлена на экономию времени, затрачиваемого на ручное мытье посуды, и повышение уровня комфорта жизни. Но, появление посудомоечной машины влияет на потребление ресурсов в домохозяйстве, и как следствие на затраты по их оплате.

Простой срок окупаемости посудомоечной машины стоимостью 30 000 рублей при тарифах на ресурсы, соответствующих г. Москва составляет 16 лет. Срок окупаемости посудомоечной машины несколько превышает срок их службы, составляющий около 10–15 лет.

Литература

1. Статистика: теория и практика в Excel: учеб. пособие / В.С.Лялин, И.Г. Никифорова. – М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2010. – 448 с.
2. Среднеквадратичная погрешность [Электронный ресурс] // Хелпикс.Орг – Интернет помощник. 2014. URL: <http://helpiks.org/9-8253.html> (дата обращения 02.05.18).
3. Езепов Д.А. Расчет дисперсии, среднеквадратичного (стандартного) отклонения, коэффициента вариации в Excel [Электронный ресурс] // statanaliz.info. 2014. URL: <https://statanaliz.info/excel/formuly/37-raschet-dispersii-v-excel> (дата обращения 01.05.18).

Энергосбережение при кондиционировании воздуха чистых помещений

Гаврилин В. А., Рябышенков А. С., Никулина И. М.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»,
г. Зеленоград, Россия

E-mail: gavrilinvjacheslav@gmail.com, ryabyshenkov@mail.ru,
nikulina_im@mail.ru

При проектировании системы кондиционирования и фильтрации воздуха (СКФВ), в соответствии с действующими нормами и правилами, определяются ее необходимая производительность, а также энергозатраты на воздухоподготовку. Эти характеристики являются постоянными для данной системы, которая может быть сконструирована различными техническими решениями (прокладка воздуховодов, компоновка центрального кондиционера, число обслуживаемых чистых помещений (ЧП)) и, соответственно, образуются различные потери мощности СКФВ [1].

Для проведения анализа энергопотребления СКФВ рассмотрена многозональная система ЧП, включающая следующие структурные элементы: воздухозаборное устройство (ВЗУ); центральный кондиционер (ЦК); кондиционеры-доводчики (КД1, КД2, КД3); чистые помещения с различными классами чистоты (ЧП1, ЧП2, ЧП3) и финишные фильтры (ФФ) для каждого соответственно; 2 системы удаления воздуха (СУВ), где СУВ1 – скруббер, СУВ2 – адсорбер; рециркуляционный контур (РЦК). Начальные параметры данной схемы: ЧП1: класс 5ИСО, размеры 15x15x3 м, кратность воздухообмена 50 раз в час, расход воздуха 33750 м³/ч; ЧП2: класс 5ИСО, размеры 10x15x3 м, кратность воздухообмена 50 раз в час, расход воздуха 22500 м³/ч; ЧП3: класс 3ИСО, размеры 10x10x3 м, кратность воздухообмена 100 раз в час, расход воздуха 30000 м³/ч.

При оценке энергопотребления СКФВ необходим учет перепада давления фильтров в элементах системы при эксплуатации ЧП согласно действующему регламенту работы СКФВ. По результатам расчетов определено время достижения конечного перепада давления в фильтрах на элементах системы: ВЗУ – 20 дней, ЦК – 44 дня, КД – 92 дня, ФФ 2,7 лет [2-4].

Одним из решений проблемы энергопотребления в СКФВ является многократная замена воздушных фильтров, приводящая к значительным затратам на их покупку или регенерацию. Для определения целесообразности данного решения используется критерий технико-экономической оптимизации по приведённым затратам (Ξ), выраженного в рублях, знак которого будет отражать целесообразность использования данного решения для каждого элемента системы ($\Xi > 0$ – данное решение выгодно с экономической точки зрения, $\Xi < 0$ – нет) [5,6]. Проведенные расчеты показали, что значение критерия на элементах ВЗУ, КД, ФФ – положителен, а на элементе ЦК – отрицателен. Таким образом, замена фильтров в ЦК является нецелесообразным, что приводит к выработке соответствующих рекомендаций по периодичности их замены: ВЗУ – 24 раз в год, ЦК – 6 раз в год, КД – 4 раза в год, ФФ – 1 раз в 3 года.

Таким образом, предложенные рекомендации по периодичности замены воздушных фильтров многоступенчатой системы фильтрации СКФВ позволяют снизить энергопотребление системы на 102,2 МВт, а также экономят на потреблении электроэнергии 3,1 млн. рублей за 5 лет эксплуатации СКФВ ЧП.

Литература:

1. Караджи В. Г., Московко Ю. Г. «Оценка аэродинамической эффективности вентиляционных систем». Журнал “Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика” (АВОК), №7, 2008. С.46 –48.
2. V. A. Gavrilin ; A. N. Zakharov ; V. I. Karakeyan Analysis of aerodynamic efficiency of air conditioning and filtration systems for cleanrooms in microelectronic industry // IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Y. 2018, P. 1890 – 1893
3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик – М.: Книга по Требованию, 2012. – 466 С.
4. Руководство по проектированию очистки воздуха от пыли в системах приточной вентиляции и кондиционирования // ЦНИИП Промзданий Госсторя СССР, Москва, 1984, С. 81.
5. Постановление правительства Москвы от 20 декабря 2017 года «Об установлении единых тарифов на услуги по передаче электрической энергии по сетям города Москвы»
6. Постановление правительства Москвы №541-ээ от 30 декабря 2017 года «Об установлении сбытовых надбавок и размера доходности продаж гарантирующим поставщиком электрической энергии публичного акционерного общества «Мосэнергосбыт» поставляющую электрическую энергию (мощность) на территории Москвы»

Формирование системы ключевых индикаторов для исследования энергетической безопасности страны

Есбергенова А.С.

ООО «Научно-технический центр» АО «УЗБЕКЭНЕРГО»,
Ташкент, Узбекистан
E-mail: amugul@mail.ru

Вопросы энергетической безопасности выдвигаются на первые места в долгосрочной энергетической политике многих государств мира. На решение этой проблемы направлены усилия многих стран. Но каждая страна трактует понятие «энергетическая безопасность» по своему и, исходя из нее, вырабатывают национальные системы индикаторов, на базе которых проводят количественную оценку уровня энергетической безопасности страны.

Целью данной работы является определение понятия «энергетическая безопасность» для условий Республики Узбекистан, определить показатели, ключевые индикаторы и критерии, характеризующие обеспечения энергетической безопасности страны.

Учитывая, что в Узбекистане уже давно обеспечена ресурсная и экономическая доступность энергии, то энергетическую безопасность можно определить как «состояние защищенности интересов личности, общества и государства от угроз надежности и устойчивости энергоснабжения».

По данному определению понятия «энергетическая безопасность», а также общим принципам выбора индикаторов устойчивого развития, определенные в Концепции устойчивого развития Республики Узбекистан[1] и в Национальной Стратегии устойчивого развития Республики Узбекистан[2], разработаны система индикаторов энергетической безопасности страны.

Данная система включает в себя 83 первичных и расчетных индикаторов. Из этого набора выделена система из 12 ключевых индикаторов, которые носят комплексный характер, отражающие степень обеспечения энергетической безопасности страны.

Проведен анализ динамики ключевых индикаторов энергетической безопасности за период с 2000 г. по 2015 гг. на базе статистических данных Международного энергетического агентства[3].

Таблица 1.

Динамика ключевых индикаторов энергетической безопасности Республики Узбекистан, %, 2000=100

Наименование	Годы															
	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Энергоем-	10	96	96	90	82	71	68	61	58	48	43	44	41	34	32	29
Обеспечен-	10	10	98	10	10	11	11	11	11	11	11	11	10	11	11	12
Обеспечен-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Душевое	10	10	10	98	95	87	88	86	88	77	73	78	79	69	69	66
Душевое	10	99	10	99	99	97	99	93	93	92	93	92	90	92	93	92
Уровень	10	99	96	99	10	97	98	96	91	10	10	96	92	10	10	10
Доля ВИЭ в	10	10	10	12	15	15	16	11	19	18	21	18	19	23	23	23
Доля элек-	10	10	97	10	10	11	11	11	10	12	13	11	11	14	14	14
Душевое	10	10	10	99	10	97	99	10	10	92	86	87	85	80	81	80
Эффектив-	10	10	10	99	97	98	98	98	10	98	97	99	99	96	96	94
Душевые	10	10	10	97	94	89	89	89	87	77	74	78	78	69	69	66
Выбросы	10	10	10	10	99	10	10	10	98	99	99	99	99	99	99	99

Источник: расчеты автора

Результаты анализа показали, что Узбекистану удалось не только сохранить энергетическую независимость, но и существенно снизить энергоемкость национальной экономики и создать одну из наиболее «зеленых» энергетических хозяйств в мире (таблица 1).

Литература

1. Концепция устойчивого развития Республики Узбекистан. 1998 г.
2. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Узбекистан. 1999 г.
3. International Energy Agency <http://www.iea.org>

Энергоэффективные системы для пневмотранспортирования сыпучих материалов

Ейвин П. С.

Старший научный сотрудник направления
конструирования новой техники ФГАНУ НИИХП
tptour@mail.ru

На протяжении последних лет институт работает над проблемами интенсификации и оптимизации технологических процессов в складах хранения муки (включая подготовку, дозирование, учет и ее транспортирование). Научный и практический результат получили работы в области создания эффективных конструкций хранилищ, способов хранения, а также высокопроизводительного оборудования, обеспечивающих отпуск муки в производство по новой технологии.

Продолжается внедрение на различных предприятиях инновационных комплексов и отдельных единиц оборудования для транспортирования сыпучих материалов с использованием современных гибких спиральных систем.

В результате параметрического синтеза высокотехнологичных космических (авиационных) конструкций, примененных при разработке турбокомпрессорных агрегатов из модельного ряда Ш2-МБКА и усовершенствованного метода управления ими на основе разработанного и использованного новейшего алгоритма управления технологическими линиями, создан высокоэффективный комплекс для пневмотранспортирования сыпучего материала.

Энергоэффективный комплекс разработан на базе научно-обоснованных значений рациональных параметров пневмотранспортирования при минимальной величине удельной энергоемкости, а также полученных взаимозависимостей аэродинамических характеристик пневмотранспортных установок и аэродинамических характеристик турбокомпрессорных агрегатов.

Собственно турбокомпрессорный агрегат модельного ряда Ш2-МБКА имеет ряд новейших оригинальных технологических и конструктивных решений. Поскольку мы имеем дело с динамической системой, то важным аспектом в предложенной системе управления является снижение влияния

внутренних энтропийных процессов, что позволило повысить степень оптимизации и самоорганизации пневмотранспортной системы без влияния человеческого фактора.

Достоинства турбокомпрессорного агрегата нового поколения модельного ряда «Ш2-МБКА»:

- высокая энергетическая эффективность и экономичность;
- высокая степень автоматизации, гибкое саморегулирование и поддержание оптимальных параметров процесса пневмотранспортирования;
- надежность за счет использования оригинальных конструктивных решений, обеспечивающих исключение трущихся элементов, отсутствие необходимости в смазке, использования минимизированной системы охлаждения;
- экологическая безопасность (отсутствие загрязнения системы маслами и продуктами износа нагнетательной машины, низкий уровень шума);
- максимальная компактность (малый вес и малые габариты);
- практически полная пожаробезопасность;
- максимальная заводская готовность – минимальные затраты на монтаж;
- низкие эксплуатационные расходы ввиду минимального количества изнашиваемых деталей и отсутствие необходимости в обслуживании (исключено влияние человеческого фактора);
- большой ресурс работы;
- высокий КПД (до 75 %).

Научно обоснована и подтверждена на практике на промышленных предприятиях методика расчета нагнетательных пневмотранспортных комплексов для муки с использованием турбокомпрессорных агрегатов нового поколения модельного ряда Ш2-МБКА, позволяющая обеспечить бесстрессовую работу саморегулируемой системы. Фактический экономический эффект от внедрения одного комплекса составил 1,6 млн руб. в год.

Перспективным направлением является создание параметрического резерва систем и конструкций транспортирующего оборудования, удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к современным технологическим линиям.

Опыт эксплуатации пневмотранспортных систем с использованием турбокомпрессорных агрегатов Ш2-МБКА – более 30 комплексов.

**Проверка, подтверждение и прогнозирование
объемов энергосберегающего эффекта
при потреблении ТЭР в условиях недостаточности
данных от приборов учета**

Гужов С. В.

ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ», Москва, Российская Федерация
GuzhovSV@yandex.ru

Вопросы целесообразности внедрения энергосберегающих мероприятий и расчёта его эффективности в настоящее время существенно затруднены. Это связано с тем, что сравнение должно проводиться в одинаковых условиях (температура наружного воздуха, влажность, сырьё, численность персонала, степень загрузки технологического оборудования, ответственность персонала, современность оборудования и т.д.). Для сравнения энергопотребления используют «сопоставимые условия». Они позволяют проводить формирование приблизительных прогнозных функций энергопотребления.

В настоящее время актуальны как распоряжения федеральных органов исполнительной власти, содержащие рекомендации по прогнозированию нагрузок, так и национальные стандарты. Тем не менее, достаточно обоснованно утверждать на основе этих данных об экономии энергоресурсов на предприятии также не всегда представляется возможным, поскольку: набор условий, приводимых к сопоставимым может различаться для разных предприятий и, как правило, не является полным и достаточным; данные методики являются упрощёнными, что является их преимуществом, так и их недостатком. Более корректным с точки зрения методов обработки статистической информации является применение регрессий и авторегрессий. Другой распространённой моделью временного ряда является модель скользящего среднего. Зачастую модели авторегрессии и скользящего среднего объединяют и используют модель Бокса–Дженкинса (модель авторегрессии-проинтегрированного скользящего среднего)

Используя данный математический аппарат проанализирована корреляция суточного потребления электрической энергии и среднесуточной температуры воздуха для Смоленской энерго-системы за 2015 год:

$$P = -6E - 13 \cdot x_6 + 8E - 10 \cdot x_5 - 3E - 07 \cdot x_4 + \\ + 6E - 05 \cdot x_3 - 0,0036 \cdot x_2 + 0,1421 \cdot x - 4,9049.$$

Квадрат среднего отклонения R^2 составляет 0,8186, что является хорошим показателем для однофакторной корреляции. Можно сделать вывод о том, что фактор «среднесуточная температура воздуха» является значимым фактором при расчёте суточного потребления электрической энергии для Смоленской энергосистемы.

Аналогичные расчёты для ГБУ «Спортивная школа олимпийского резерва № 42» Москомспорта позволили достичь точности 94,36%. При расчёте использовался анализ пяти факторов: среднемесячная температура воздуха (x_1); относительная среднемесячная влажность воздуха (x_2); объёмы потребления электроэнергии (x_3); объёмы потребления ГВС (x_4); объёмы потребления ХВС (x_5):

$$Q = 9.546679 - 0.44173 \cdot x_1 + 0.003019 \cdot x_2 + \\ + 0.00008 \cdot x_3 + 0.136238 \cdot x_4 - 0.1384 \cdot x_5$$

Можно сделать вывод о том, что факторы x_3 является незначимым фактором, а факторы x_1 и x_4 – наиболее значимыми.

Ещё одним способом составления прогнозных моделей является использование интеллектуальных методов. Недостаток модели состоит в том, что она работает как «чёрный ящик» и не позволяет интерпретировать результаты прогнозирования в понятной эксперту форме, что делает невозможным анализ полученных зависимостей. Устранение данного недостатка привело к созданию нечетких нейронных сетей. Примером применения данной модели может являться прогнозов электрической нагрузки за февраль 2016 года в г. Смоленске.

В работе рассмотрены некоторые способы составления прогнозных функций энергопотребления методами описательной статистики. Использованный аппарат многофакторного регрессионного анализа имеет неоспоримое преимущество относительной простоты использования. При соблюдении условия достаточности исходных данных погрешность расчёта, как правило, не ниже 5,5%. При небольшой недостаточности либо некорректности исходных данных погрешность резко увеличивается и может находиться в диапазоне 7-12%, что является недостатком способа.

К преимуществу использование нечетких нейронных сетей относится достижение существенно меньшей погрешности – не выше 4,7%.. при средней погрешности 3.2%. К недостаткам относится невозможность работы без специализированного программного обеспечения и навыков по работе с ним.

Дальнейшим направлением развития методов составления прогнозных функций энергопотребления наиболее целесообразным является создание специализированных приложений, объединяющих удобства статистических методов и точность нейронных сетей.

Энергоэффективность многоступенчатой системы фильтрации чистых помещений

Захаров А. Н., Рябышенков А. С., Тху П.

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»,
г. Зеленоград, Россия
E-mail: zakan12@gmail.com, ryabyshenkov@mail.ru,
p.thu53@gmail.com

Основными критериями при оценки энергоэффективности многоступенчатой системы фильтрации чистых помещений являются:

- обеспечение заданной чистоты воздуха;
- перепад давления в системе фильтрации воздуха;
- кратность воздухообмена.

Однако, современные методы оценки энергоэффективности системы не учитывают состояние окружающей среды. В данной работе рассматривается эксергетический анализ, как средство для оценки энергоэффективности системы. Эксергия – это максимальная работа, которую можно получить от системы при данном состоянии окружающей среды [1].

Использование эксергетического анализа, позволяет определить потери эксергии в элементах многоступенчатой системы фильтрации. Таким образом, при определении эксергии объект исследования включает прежде всего систему фильтрации, а также параметры окружающей среды.

Многоступенчатая система фильтрации представляет собой модель, содержащая множество взаимосвязанных между собой внутренних и внешних элементов. Использование эксергетического анализа дает возможность определить потери эксергии в каждом элементе системы, а также оценить эффективность работы, как отдельного элемента, так и всей системы в целом. Поэтому можно считать, что эксергетический анализ является универсальным способом определения энергозатрат в системе обработки воздуха.

Оценка эффективности процессов обработки воздуха проводится методом эксергетических балансов, отражающих равенство подведенной к системе эксергии и отведенной от нее эксергии и потерь в элементах исследуемых схем.

Эксергетический баланс представлен в формуле:

$$E_{\text{сист}} = E_{\text{чп}} + \sum_{i=1}^n E_i,$$

где $E_{\text{сист}}$ – полная эксергия воздуха в системе фильтрации воздуха; $E_{\text{чп}}$ – эксергия воздуха в чистом помещении, E_i – сумма эксергии в элементах многоступенчатой системы фильтрации ЧП [2,3].

На основе эксергетического баланса определяются абсолютные или относительные характеристики системы фильтрации воздуха и отдельных ее элементов.

При анализе полученных результатов установлено, что самым эксергетически затратным элементом системы является стартовый фильтр. Также определено, что эксергетические затраты увеличиваются, как с повышением температуры наружного воздуха, так и с увеличением износа воздушных фильтров при их эксплуатации.

Необходимо отметить, что регулярная замена воздушных фильтров многоступенчатой системы фильтрации воздуха снижает эксергетические затраты на всю воздухоподготовку, тем самым увеличивает энергоэффективность исследуемой системы.

Литература:

1. Бродянский В.М., Фраштер В., Михалек К. Эксергетический метод и его приложения. Под ред. В.М. Бродянского. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 288 с.
2. Б.С. Сажин, А.П. Булеков, В.Б. Сажин Эксергетический анализ работы промышленных установок. – М.: Московский гос. текстильный ун-т, – 2000. – 297 с.
3. Захаров А.Н. Рябышенков А.С. Применение эксергетического анализа для оценки энергоэффективности систем кондиционирования воздуха чистых помещений / Материалы научно-технической конференции «Микроэлектроника и информатика – 2017»: сборник статей. – М.: МИЭТ, 2017. –С. 48–5

Энерго- и ресурсосбережение на трубопроводном транспорте за счет внедрения расчетно-теоретического прогнозирования расхода перекачиваемой среды по положению запирающих элементов трубопроводной арматуры

*Кравчук А. С. (доктор физико-математических наук),
Кравчук А. И. (кандидат физико-математических наук),
Михиевич А. П.*

Белорусский государственный университет, г. Минск (Беларусь)
ask_belarus@inbox.ru

До настоящего времени все гидродинамические расчеты трубопроводов проводились с использованием полуэмпирических формул, полученных в основном для ламинарного течения среды в трубопроводе, в которых присутствуют экспериментально определяемые коэффициенты с учетом чисел Рейнольдса. С помощью такого подхода учитываются разнообразные эффекты, возникающие при перекачке среды и возможного возникновения в этих случаях вихрей и других явлений снижающих скорость движения среды [1].

Основной слабостью данных методик является интуитивность и сложность адекватного определения необходимых значений чисел Рейнольдса и невозможность с высокой точностью теоретически прогнозировать расход перекачиваемой среды через запорно-регулирующую арматуру [2] без установки дополнительных приборов учета (расходомеров), что значительно повышает стоимость постройки и эксплуатации трубопроводов.

Кроме того, поскольку любой прибор учета является препятствием на пути перекачиваемой среды, то установка любого дополнительного оборудования на пути потока приводит к падению давления. Хотя оно зачастую незначительно, но многое зависит от количества дополнительных приборов на длине трассы и может привести к существенному увеличению затрат электроэнергии на перекачку среды.

Соответственно, одним из очевидных путей уменьшения энерго- и ресурсозатрат на эксплуатацию трубопроводного транспорта является максимальное упрощение оснащения трубопроводов (существенное снижение количества контрольно-измерительной аппаратуры) в пользу расчетно-теоретической методики прогнози-

рования расхода среды и ее перераспределения по потокам с помощью таких современных средств анализа вихревого течения жидкости и газа как ANSYS с модулем FLOTRAN.

Предлагаемые авторами параметрические модели запорно-регулирующей арматуры (такой как шаровой кран, дисковый затвор, клиновья задвижка, угловой клапан) позволяют отказаться от установки дополнительных расходомеров на трассе трубопровода, а определять расход среды по геометрическому положению запирающего элемента, которое, в частности, для некоторых конструкций может определяться углом отклонения рукоятки от осевого направления потока.

Литература

1. Часс С.И. Гидромеханика в примерах и задачах / С.И. Часс – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 216.
2. Новиков В. Т. Основы проектирования и оборудование предприятий органического синтеза. Часть 1. Трубопроводная арматура /В.Т. Новиков, Томский политехнический университет ун-т.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 292 с.

Основные направления совершенствования организационных механизмов повышения энергоэффективности промышленных предприятий

Карпенко С. М. (кандидат технических наук),

Карпенко М. С. (кандидат технических наук)

Московский институт энергобезопасности и энергосбережения;

ПАО «Краснодаргазстрой»

ksm_62@mail.ru

Для повышения энергоэффективности промышленных производств важным аспектом является создание организационных механизмов управления энергосбережением. Среди основных направлений их совершенствования можно выделить следующие:

– повышение эффективности инвестиций в энергосбережение и совершенствование методического обеспечения для формирования программ развития энергоэффективного промышленного производства. Поскольку на современных промышленных предприятиях основные резервы повышения энергоэффективности находятся, прежде всего, в процессе производства, применении новых энергосберегающих технологий и оборудования, целесообразна разработка единых программ инвестирования в стратегическое развитие предприятия и энергосбережение, использование математических методов и моделирования алгоритмов для их формирования.

– повышение культуры энергопотребления и мотивации энергосбережения. Задачу улучшения мотивации персонала в области энергосбережения целесообразно решать на основе актуальных концепций теории человеческого капитала, при этом необходимо рассматривать факторы человеческого капитала в разрезе групп персонала с учетом специфики конкретного производства и на этой основе создавать соответствующие системы мотивации энергосбережения.

– учет и оценка технических и экономических рисков при реализации проектов энергосбережения. По мере накопления информации об эффективности реализации энергосберегающих мероприятий для более точной оценки рисков представляется целесообразным применение вероятностного метода, основанного теории нечётких множеств. Данный метод в наибольшей сте-

пени подходит для случаев решения задач с повышенной неопределенностью, к которым относятся проекты энергосбережения.

– развитие системы управления энергосбережением на основе методологии бизнес-процессов. Предлагается использование процессного подхода, предусматривающего рассмотрение деятельности по энергосбережению как процессов и подпроцессов, их интегрирование в систему бизнес-процессов промышленного предприятия, оптимизацию и операционные улучшения.

Несоответствие классов энергетической эффективности проектируемых и эксплуатируемых зданий

Корниенко С. В.

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»
skorn73@mail.ru

Энергосбережение и энергоэффективность входят в пятерку стратегических направлений приоритетного технологического развития России. Безусловно, для развития этого направления необходимо всесторонне анализировать и постоянно совершенствовать нормативно-техническую базу, развивать технологии информационного моделирования, повышать качество проектирования. Несоответствие классов энергоэффективности проектируемых и эксплуатируемых зданий является одним из значимых факторов, сдерживающих реализацию программы энергосбережения в России.

Актуальность проблемы обусловлена повышением энергоэффективности зданий в условиях отсутствия точного научно-методического аппарата по оценке классов энергоэффективности проектируемых зданий.

Целью работы является установление основных причин несоответствия классов энергетической эффективности проектируемых и эксплуатируемых зданий для повышения качества проектирования.

Объектом исследования являются 3-этажный и 23-этажный многоквартирные жилые здания, расположенные на территории Волгоградской области. Проектный уровень теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий соответствует требованиям п. 5.1 СП 50.13330. Инженерные системы зданий оснащены приборами учета и контроля потребления энергетических ресурсов. Срок эксплуатации зданий превышает 6 лет.

В данной работе были использованы расчетный (на основе СП 50.13330 и WSchV95) и экспериментальный методы контроля энергопотребления на отопление зданий и оценки их энергоэффективности.

По результатам исследования установлено, что согласно СП 50.13330 проектируемые здания имеют высокие классы энергоэффективности. Фактические классы энергоэффективно-

сти эксплуатируемых зданий существенно ниже проектных. Превышение фактического удельного энергопотребления над проектным составляет: для 3-этажного здания — 41%, для 23-этажного здания — 133%. Применение методики WSchV95 способствует сближению расчетных и фактических данных потребления энергии. Отклонение фактического удельного энергопотребления от расчетного для указанных зданий составляет соответственно 3% и 8%. Главной причиной несоответствия классов энергоэффективности проектируемых и эксплуатируемых зданий является занижение трансмиссионных тепловых потерь, обусловленное недостаточно точным учетом влияния краевых зон, и потерь тепловой энергии на вентиляцию вследствие занижения кратности воздухообмена согласно СП 50.13330.

Таким образом, установлены основные причины несоответствия классов энергоэффективности проектируемых и эксплуатируемых зданий. Анализ установленных причин позволяет разработать предложения с целью повышения точности научно-методического аппарата по оценке энергоэффективности проектируемых зданий.

Каталитическая печь для обогрева помещений

Кузьмина Р. И.¹, Печенегов Ю. Я.²,

Бурухнина О. В.¹, Макагон А. Н.¹

¹⁾ Саратовский национальный исследовательский университет им. Н.Г.Чернышевского, Саратов, Россия

²⁾ Энгельский технологический институт СГТУ им. Гагарина Ю. А., Энгельс, Россия

E-mail: y.pechenegov@mail.ru

Для обогрева помещений на территориях удалённых от промышленных центров или располагающихся в сельской местности находят применение малогабаритные переносные печи со слоевым сжиганием твердого топлива. Данные печи имеют низкий тепловой к.п.д., что в значительной степени обусловлено недожогом топлива, а также малую единичную тепловую мощность.

На основе каталитического теплогенератора [1] нами разработана новая малогабаритная печь для обогрева помещений (рис.1), отличающаяся наличием катализатора окислительных реакций в топочном пространстве и развитой поверхностью теплопередачи, через которую осуществляется перенос теплоты от продуктов сгорания (дымовых газов) к нагреваемому воздуху.

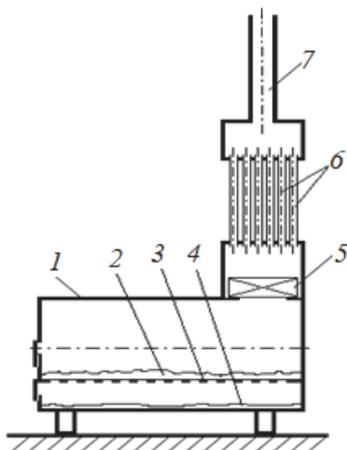


Рис.1. Схема печи: 1 – корпус топки; 2 – слой топлива; 3 – колосниковая решетка; 4 – зола; 5 – слой зернистого катализатора; 6 – дымогарные трубки; 7 – вытяжная труба

Катализатор представляет собой засыпку из твердых частиц огнеупорного материала, через которую фильтруются газообразные продукты сгорания топлива. Состав и количественное соотношение действующих веществ катализатора являются «ноу-хау». За счёт развития площади поверхности теплопередачи дымогарных трубок путем изменения их количества, достигается необходимая величина тепловой мощности печи.

Были проведены испытания разработанной печи при сжигании в ней каменного угля со средним размером частиц 30 мм. Горение порции загружаемого в топку на колосниковую решетку топлива продолжалось в течение 8 часов. Выполнялись измерения компонентного состава газообразных продуктов сгорания угля на выходе их из топки для случаев с установленной в печи засыпкой катализатора и без неё. Без катализатора наличие продуктов недожога (в основном угарного газа СО) в дымовых газах составляло до 10%. Наличие катализатора практически полностью устраняло продукты недожога и оксиды азота в уходящих из печи дымовых газах.

В результате испытаний определены режимы топочного процесса, позволяющие осуществлять растянутое во времени сжигание порции загруженного топлива при экологически безвредных газовых выбросах.

Литература

1. Патент 2380612 РФ. МПК F23 С 13/04. Каталитический теплогенератор / Кузьмина Р.И., Попов П.Н.; заявлено 27.01.2009; опубл. 27.01.2010 // Изобретения. – 2010.– №3.

К вопросу повышения энергетической эффективности при отработке высокопроизводительных забоев метанообильных угольных шахт

Кубрин С. С., Решетняк С. Н.

ФГБУН ИПКОН РАН, Москва, Россия

ФГАОУ ВО НИТУ МИСиС, Москва, Россия

reshetniak@inbox.ru

В настоящее время, российская угольная промышленность сталкивается с рядом вызов, что создает предпосылку для повышения уровня конкурентоспособности путем снижения себестоимости добычи угля подземным способом за счет применения современных технологий, энергоэффективного и безопасного оборудования. Данный вопрос является достаточно актуальным ввиду усложнения горно-геологических условий добычи, увеличения нагрузки на очистной забой, повышения метановыделения [1]. Актуальность этого вопроса увеличивается при отработке высокопроизводительных забоев метанообильных угольных шахт по схемам «Шахта-Лава», «Шахта-Пласт». Это обусловлено теми аспектами, что время простоя выемочного участка по технологическим или аварийным причинам, закладывается в себестоимость уже добытого угля, ввиду того что ряд оборудования угольных шахт работает в непрерывном режиме, например водоотливные установки, вентиляторы главного проветривания и т.д. Развитие информационных технологий, в том числе на предприятиях подземной угледобычи, позволяет осуществить комплексирование технологических стадий и операций в единый технологический процесс [2], что также в значительной степени скажется на повышении уровня безопасности этих предприятий.

В рамках высокопроизводительных метанообильных угольных шахт предложена структура управления выемочного участка, которая позволит в значительной степени повысить уровень безопасности ведения горных работ [3]. Анализ существующей структуры управления выемочным участком угольной шахты и предложенной структуры управления позволяет выявить резервы для снижения количества персонала выемочного участка за счет применения автоматизированной системы управления оборудованием выемочного участка и выводом обслуживающего

персонала в безопасную зону (вентиляционный штрек). Предложенная структура управления предполагает создание единой автоматизированной системы управления выемочного участка при учете факторов метановыделения и пылеотложения. Сигналы, с датчиков метана и датчиков пылеотложения, поступают в единую информационную систему, после чего в формируются оптимальные сигналы управления для выемочного комплекса и системы транспортировки отбитого угля из выемочного участка. Данный аспект позволит минимизировать влияние «человеческого фактора» на систему принятия решения по отработке высокопроизводительных забоев метанообильных угольных шахт, чем повысить безопасность ведения горных работ. Однако, предложенная структура управления выемочным участком возможна только при условии наличия регулируемых систем электроприводов основного оборудования выемочного участка и их последующего введения в энергоэффективные режимы работы, при учете факторов метанообильности и пылеотложения в забое. Также представленная структура управления выемочного участка позволит получить достоверные показаний режимов работы основного электрооборудования расположенного в условиях подземных горных выработках всему заинтересованному персоналу, включая персонал находящийся на поверхности, для оперативного реагирования на изменения режимов работы.

Литература

1. Рубан А. Д., Артемьев В. Б., Забурдяев В. С., Забурдяев Г. С., Руденко Ю. Ф. Проблемы обеспечения высокой производительности очистных забоев в метанообильных шахтах. – М.: Издательство ООО «Московский издательский дом», 2009г. – 396 с.
2. Захаров В. Н., Кубрин С. С., Забурдяев В. С. Комплексирование технологических стадий и операций в единый технологический процесс на основе информационных технологий. ГИАБ №6 2015 г.
3. Кубрин С. С. Решетняк С. Н. Копылов К. Н. Энергоэффективное операционное управление очистным участком. «Известия высших учебных заведений. Горный журнал №5 2016 г. с. 4 – 10.

Математическое моделирование теплотехнических характеристик наружных ограждений с воздушными прослойками

*Мансуров Р. Ш.,
Рафальская Т. А.*

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г. Новосибирск, РФ
rmansurov@inbox.ru, rafalskaya.ta@yandex.ru

В РФ принят нормативно-правовой документ [1], направленный на обеспечение требований по энергосбережению. На его основе разработаны своды правил [2] по проектированию тепловой защиты зданий и сооружений. Традиционные многослойные ограждающие конструкции состоят из несущих и теплоизоляционных слоев: минеральная вата, пенополистирол, пенополиуретан и т.д. Теплоизоляционные материалы являются слабым звеном в наружных ограждающих конструкциях, поскольку имеют ряд недостатков: горючесть, гигроскопичность, усадка, слабая шумоизоляция, низкая прочность и т. п.

Целью работы является компьютерное моделирование теплового режима ограждающих конструкций с замкнутыми воздушными прослойками, без использования традиционных теплоизоляционных материалов.

Моделирование тепловых процессов в многослойной ограждающей конструкции выполнено в одно-, двух и трехмерной постановках с использованием различных модулей ПК ANSYS. Математическая модель, кроме уравнения теплопроводности, включает уравнения Навье – Стокса, которые описывают движение воздуха, что позволяет учесть конвективное движение воздуха в прослойках. Учет силы тяжести и зависимости плотности воздуха от температуры необходим для организации естественной конвекции в замкнутых пространствах. Для полноценного исследования был также проведен расчет с учетом лучистого теплообмена.

В результате расчетов получено, что в воздушных прослойках организуется естественное конвективное движение воздуха. В верхней части конструкции температура выше, чем в нижней, что можно объяснить движением воздуха в воздушных прослой-

ках. На рис. 1 представлены расчетные значения термического сопротивления для разных геометрических параметров.

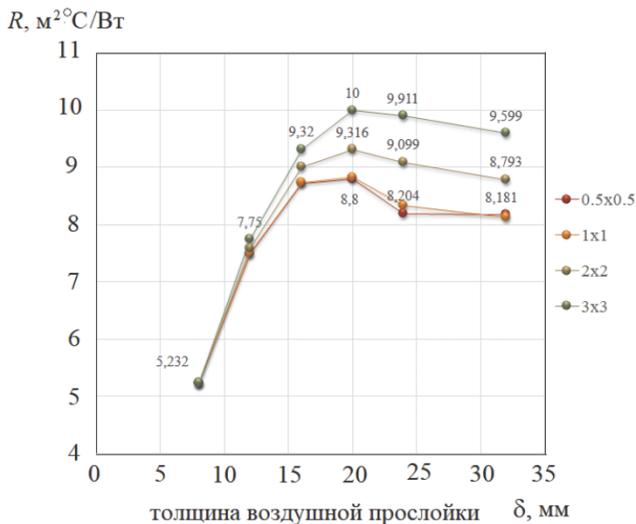


Рис. 1. Термические сопротивления ограждающей конструкции

График показывает, что при увеличении толщины воздушной прослойки с 8 до 16 мм термическое сопротивление резко возрастает, а затем стабилизируется. Это можно объяснить образованием вихрей в воздушных прослойках. При увеличении толщины воздушных прослоек частные вихри сливаются в один вихрь, циркулирующий с большой скоростью между нагретыми и охлажденными поверхностями, что приводит к росту теплообмена. Таким образом, оптимальная толщина воздушной прослойки варьируется от 16 до 20 мм.

Литература

1. Федеральный закон "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23.11.2009 № 261-ФЗ (действующая редакция, 2016).

2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – Москва: Минрегион России, 2012.

**«Энергетическая безопасность и политика
энергоресурсосбережения в Японии
после техногенной аварии на АЭС «Фукусима-1»**

Мищенко Я. В., к.э.н.

старший научный сотрудник Института Дальнего Востока РАН,
преподаватель МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва
yanamischenko@gmail.com

В 2011 г. в Японии произошла авария на АЭС «Фукусима-1», ставшая крупнейшей техногенной аварией на атомном объекте со времен Чернобыльской катастрофы. Ее последствия заставили Японию пересмотреть свою энергетическую политику и подходы к трактовке понятия энергетической безопасности. До аварии на Фукусиме вклад атомной энергетики в повышение крайне низкого уровня самообеспеченности Японией энергией был значителен – 4% без учета атомной генерации и 18% с ее учетом. За атомной энергетикой признавалось 4 фактора, отвечающих актуальным задачам японской энергетической политики: вклад в обеспечение энергетической безопасности (через снижение объемов импорта энергоресурсов и повышение уровня самообеспеченности страны энергией более, чем в 4 раза), борьба с глобальным потеплением, наличие доступного источника энергии в стране (с учетом импорта урана) и экономическая эффективность (выгодная стоимость производства электроэнергии на АЭС).

К концу первой декады 21 в. Япония занимала 3-е место в мире по количеству установленных и находящихся в эксплуатации атомных реактора (53 реактора суммарной мощностью 47,9 млн кВт в 2010 г.). Япония планировала построить еще 16 реакторов суммарной установленной мощностью 20,5 млн кВт и к 2030 г. повысить долю атомной энергии в структуре первичного энергобаланса страны с 10% до 24% и до 53% в производстве электроэнергии. Это способствовало улучшению энергобезопасности и политике ресурсосбережения, так как позволяло рассчитывать на снижение импорта углеводородов. Авария на АЭС «Фукусима» перечеркнула эти планы, вызвала острую дискуссию в Японии и мире о безопасности атомной энергетики, вывела на первый план такой аспект энергетической безопасности, как безопасность объектов энергетики и энергетической инфраструктуры. Если раньше энергобезопас-

ность в Японии, как стране – импортере энергии, трактовали, прежде всего, как стабильность источников импорта углеводородов и создание источников производства энергии у себя в стране, то после 2011 г. первостепенное значение также стало уделяться безопасности и надежности объектов энергетики.

Еще один аспект проблемы энергобезопасности, который был пересмотрен после 2011 г. – это вопрос собственности и управления объектами энергетики. Рынок электрогенерации Японии разделен между 10 частными региональными компаниями, которые владеют и управляют электрогенерирующими мощностями в каждом регионе. После аварии на «Фукусиме-1», чтобы не допустить банкротства ТЕРСО, частной компании – оператора данной АЭС, государству пришлось выкупить ее 50% долю и так провести ее национализацию. Обсуждался вопрос, насколько эффективно частные, а не государственные компании – монополии могут владеть и управлять атомными мощностями, не угрожает ли это безопасности эксплуатации объектов энергетики, однако пока данная дискуссия ограничилась национализацией ТЕРСО и не коснулась других региональных операторов АЭС.

Будущее атомной энергетики в Японии также обсуждалось в контексте национальной политики энергоресурсосбережения. К лету 2012 г. все атомные реакторы Японии были заглушены, чтобы восполнить дефицит электроэнергии на фоне повсеместных «блэкаутов», существенно увеличили нагрузку на теплоэлектростанции, однако сразу же стало очевидно, что это повлекло за собой увеличение использования, а значит импорта, первичных источников энергии для работы ТЭЦ (природный газ, уголь), что кардинально противоречило японской политике энергоресурсосбережения. В том числе по этой причине в Японии было принято решение не отказываться полностью от атомной энергетики как низкоуглеродного источника энергии. Сейчас действуют 8 АЭС при большом количестве выведенных из эксплуатации атомных мощностей по соображениям пересмотра и ужесточения стандартов ядерной безопасности.

Литература

1. Мищенко Я.В. Япония и Азиатско-Тихоокеанский регион: проблемы и перспективы энергетического сотрудничества. Диссертация на соискание уче-

Секция 3. Энергоресурсосбережение и энергоэффективность

ной степени кандидата экономических наук. Институт стран Азии и Африки МГУ им. М.В. Ломоносова. М., 2014, 258 с.

2. Мищенко Я.В. Атомная энергетика после катастрофы на АЭС «Фукусима-1»: последствия и перспективы // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2011. – №6. – С. 3–6

3. Japan Atomic Industrial Forum (JAIF). URL: <http://www.jaif.or.jp/> (date of access: 15.06.2018)

Энергоэффективность в энергетических рейтингах: применяемые критерии

Могиленко А. В.

к.т.н., АО «Сибирская энергетическая компания»,
г. Новосибирск, Российская Федерация
a.mogilenko@mail.ru

Опубликованный Министерством энергетики РФ «Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016 г.» содержит информацию о том, что Россия заняла 17 место из 111 стран в одной из трех частей рейтинга «Нормативные показатели устойчивости энергетики» (Regulatory Indicators for Sustainable Energy, далее RISE).

Упомянутый рейтинг, подготовленный в 2016 г. Всемирным банком (World Bank), рассматривает в числе прочих критерий энергетической эффективности. Именно этот критерий упомянут Минэнерго в Государственном докладе. В общих результатах рейтинга RISE Россия заняла 27 место.

Применение рейтингов, а также рэнкингов, индексов, бенчмарков становится все более распространенной международной практикой [1]. Они используются в качестве инструмента сравнения достижений рассматриваемых субъектов (государств, регионов, городов, энергетических и коммунальных предприятий и т.п.) в области повышения энергетической эффективности и энергосбережения в сопоставимых условиях с учетом значимых (по мнению составителей рейтинга) влияющих факторов. В этой связи представляется интересным проанализировать критерии, используемые в таких системах сравнения.

В рамках данной работы рассмотрены 16 различных рейтингов: 4 международных, 12 внутригосударственных (5 рейтингов рассматривают энергоэффективность сравниваемых субъектов в США, по 2 – в России, и Швейцарии, по 1 – в Германии, Испании и Австрии). Часть рейтингов посвящена исключительно тематике энергоэффективности, часть включает и иные аспекты (в рамках исследования они не учитывались).

С точки зрения сравниваемых субъектов, картина выглядит следующим образом: в четырех международных рейтингах между собой сравниваются различные государства, в региональ-

ных рейтингах сравниваются субъекты административно-территориального деления (7 рейтингов) или энергетические компании (5 рейтингов).

Разработчиками рейтингов являются государственные ведомства и учреждения, исследовательские институты либо частные аналитические компании.

Концептуально все рейтинги сформированы по схожему принципу: на основании оценки определенного количества показателей (от одного-двух до нескольких десятков) формируются индикаторы, тематически объединенные в критерии (или группы критериев). Как правило, разработчиками рейтинга экспертно задаются различные весовые коэффициенты для каждого критерия, поэтому степень влияния критериев на итоговый результат рейтинга различна [2].

Обзор применяемых в рейтингах критериев позволяет сопоставить принятые в международной практике подходы, оценить необходимые объемы исходной статистической информации и степень ее детализации, проанализировать возможность и целесообразность дополнения российских рейтингов новыми показателями.

Литература

1. Могиленко А.В. Сравнение рейтингов энергоэффективности регионов России, США и Австрии. // Энергосбережение. – 2017. – №8. – С. 58 – 61.
2. Могиленко А.В. Критерии, применяемые при формировании рейтингов энергоэффективности в международной практике. // Электронный журнал «ЭНЕРГОСОВЕТ». – 2018. – № 1 (51). – С. 59 – 62.

Примеры проявления эффекта отскока после реализации ресурсо- и энергосберегающих мероприятий

Могиленко А. В.

к.т.н., АО «Сибирская энергетическая компания»,
г. Новосибирск, Российская Федерация
a.mogilenko@mail.ru

В настоящее время на согласовании в федеральных органах исполнительной власти находится разработанный под руководством Министерством экономического развития РФ проект документа «Комплексный план повышения энергетической эффективности экономики Российской Федерации». Важность и своевременность данного плана сложно переоценить. При этом важно отметить, что фактические результаты реализации плана будут отличаться от запланированных величин в меньшую сторону в силу целого комплекса причин, получивших название rebound-effect (эффект отскока) [1]. В некоторых источниках данный феномен именуют также эффектом бумеранга.

Проведенные в разных странах исследования показывают, что эффект отскока проявляется при практически любых причинах изменения ресурсо- и энергоэффективности: технологических, структурных, демографических и пр. [2].

Кроме эффекта отскока, заключающегося в увеличении потребления энергоресурса при повышении эффективности устройств и приборов вследствие роста их количества или изменения отношения потребителей к их использованию, присутствуют также два других эффекта [3]. Один из них получил название rebound-effect. Он возникает при отличии в меньшую сторону исходного (до реализации мероприятий) потребления энергетических ресурсов по отношению к расчетному потреблению. Другой заключается в отличии реальной эффективности мероприятий или характеристик изделий от заявленной разработчиком или производителем (этот эффект пока не получил устоявшегося наименования).

Каждый из упомянутых выше эффектов обуславливает отличие фактических результатов реализации программ повышения ресурсо- и энергоэффективности от плановых. Одновременное проявление всех трех эффектов усугубляет картину. Поэто-

му их важно учитывать еще на этапе разработки программ, особенно масштабных и затрагивающих разные секторы экономики. Без изучения причин, особенностей и механизмов проявления перечисленных эффектов на примерах, исследованных в международной практике, невозможна системная реализация программ повышения ресурсо- и энергоэффективности.

Литература

1. Могиленко А.В. Эффект отскока (rebound effect) как ухудшение результата энергосберегающих мероприятий по сравнению с ожидаемым. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2016. – №5. – С. 17 – 21.
2. Santarius T. Der Rebound-Effekt. Ökonomische, psychische und soziale Herausforderung für die Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch. – Metropolis-Verlag, Marburg, Deutschland, 2015. – 341 с.
3. Могиленко А.В. Систематизация факторов, влияющих на результаты реализации мероприятий по повышению энергоэффективности. // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2017. – № 6. – С. 13 – 18.

Экоэнергоэффективность использования энергии ветра в пустыне Каракумы

Пенджиев А. М.

Туркменский государственный архитектурно-строительный институт,
г. Ашхабад, Туркменистан
ampenjiev@ Rambler.ru

Президент Туркменистана Гурбангулы Бердымухамедов особое значение придает решению проблемы деградации земель, проводит мероприятия по мониторингу опустынивания, рациональному использованию и улучшения пастбищ в решение социально-бытовых вопросов скотоводов, разведению и восстановлению лесов, закреплению и облесению подвижных песков, рациональному использованию и мелиорации орошаемых земель. Так же развитию приоритетных научно-технических направлений в области энергоэффективности и рациональному использованию природных, водных ресурсов и другие природоохранные мероприятия [1, 2].

Доля пастбищ пустынной площади Каракумы находящей на территории Туркменистана приходится около 36 млн. га. В пустыне Каракумы остро ощущается нехватка воды, тем более пресной питьевой воды. При наличии воды Каракумы могли бы с успехом использоваться круглогодично как пастбища для 1000–2000 овец и верблюдов, а также для выращивания как бахчевых, так и других сельскохозяйственных культур.

В докладе рассмотрены водообеспечения пустыни Каракумы за счет подземных вод, а энергообеспечения подъем воды из глубины осуществить с помощью ветроэлектрических водоподъемных станции. Показаны энергоэффективность ветроэнергетические ресурсы и их технико-экономические потенциалы.

Анализировать проблемы энергоснабжения с применением энергию ветра, для водоснабжения использовать подземные воды пустыни Каракумы и составить геоинформационную энергетическую карту ветроэнергетических ресурсов для подъем воды с глубины и обосновать технико-экономическую энергоэффективность.

Изучить вопросы энергоэффективность энерговодообеспечения с использованием ветроэнергетический водоподъемных станции для развития отгонного животноводства в пустынной зоне Каракумы.

Научно обоснованы технико-экономические результаты и рассчитаны потребляемые ветроэнергоресурсы для подъема воды из глубины. Составлена энергетическая карта ветроэнергоресурсов подъема воды в зависимости от глубины подземных вод. Приведенная методика экономических расчетов в энергоэффективности ее можно применить как предварительными, так как имеются неточности некоторых параметров.

Выводы. Приведённую методику можно применить как упрощённую форму расчета энергоэффективности для составления технико-экономического обоснования внедрения ветроэнергетических установок в развитии отгонного животноводство в пустыне Каракумы.

Энергоменеджмент в градостроительной реконструкции исторической застройки городов

Постернак И. М.¹, к.т.н., доцент;

Постернак С. А.², к.т.н., доцент

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры,

²ЧП «Композит», г. Одеса, Украина.

Повышение энергоэффективности достигается большей частью за счет организационных изменений в системе управления энергохозяйством предприятия или города. Внедрив систему энергоменеджмента можно без больших финансовых потерь достигнуть значительной экономии энергии в 3...5% за 1...2 года. Энергоменеджмент включает в себя набор мероприятий, нацеленных на экономию энергетических ресурсов: мониторинг энергопотребления, разработку энергетических бюджетов, анализ существующих показателей как основы составления новых бюджетов, разработку энергетической политики, планирование новых энергосберегающих мероприятий и т.д. [1].

Энергетическая эффективность здания – свойство здания, его конструктивных элементов и инженерного оборудования обеспечивать в течение ожидаемого жизненного цикла этого здания бытовые потребности человека и оптимальные микроклиматические условия для его пребывания в помещениях такого здания при нормативно-допустимых (оптимальных) затратах энергетических ресурсов на отопление, освещение, вентиляцию, кондиционирование воздуха, нагрев воды с учетом климатических условий [1].

Как можно повысить энергоэффективность в объектах культурного наследия? В принципе, существует два различных подхода. Первый из них заключается в том, чтобы свети потери тепловой энергии к минимуму, точнее говоря к технико-экономическому оптимуму за счет использования теплоизоляции. Второй метод заключается в применении энергетических установок, использующих солнечную энергию за счет технологического дооснащения ограждающих элементов здания. Оба эти подхода не являются взаимоисключающими. Так же для достижения энергетического баланса можно использовать творческий подход, например, для

добычи солнечной энергии можно задействовать все доступные возможности.

На практике суммарный объем всех предпринятых мероприятий определяется по результирующему расходу энергии, получаемой от сжигания полезных ископаемых. Повышенные энергетические потери в одной части здания при определенных обстоятельствах можно компенсировать энергией, полученной из альтернативных источников. В этом отношении возможно сбалансированное рассмотрение вопроса, в зависимости от конкретных обстоятельств, приводящих к определенным рамочным предпосылкам, которые в первую очередь определяются состоянием и ценностью каждого из архитектурно-конструктивных элементов объектов культурного наследия.

Для разработки вариантов снижения энергопотребления зданий, необходимо описать как энергетические, так и строительно-технические характеристики каждого архитектурно-конструктивного элемента:

- Какие объемы энергии каждый конкретный архитектурно-конструктивный элемент здания исторической застройки теряет или наоборот, дополнительно производит на основании таких характеристик, как сопротивление теплопередачи, ориентация по сторонам света.

- Какая площадь от каждой поверхности доступна для использования под получение энергии из возобновляемых источников? Какова длина конструктивных подключений которую необходимо предусмотреть?

- В каком состоянии находится архитектурно-конструктивный элемент здания исторической застройки, каково его техническое состояние и насколько высоко оценивается срок его службы? Какие существуют аспекты, имеющие приоритет перед остальными и говорящие в пользу сохранения данного элемента (например, закон об охране культурного наследия)?

- Какого улучшения можно добиться благодаря тому или иному мероприятию? Насколько высоки инвестиционные затраты на это?

- Какие существуют компенсационные возможности и в чем они заключаются? Иными словами, не будет ли рациональнее оставить элемент здания, плохо поддающийся мо-

дернизации (например, внешнюю стену, которую сложно снабдить теплоизоляцией), «как есть», а вместо этого в качестве компенсации модернизировать другой элемент – например, крышу или окна, сделав это на максимально высоком техническом уровне.

Литература

1. Ассоциация энергоаудиторов. – Режим доступа: <http://aea.org.ua/ru/energy-management/>

Технология финишной деструкции переработки твёрдых коммунальных отходов

Политикова Н. А.

Российский Государственный университет туризма и сервиса, г. Москва
к.э.н. доцент

Таранов А. С.

Курганский Государственный университет, г. Курган
д.т.н. профессор
econtheory@yandex.ru

Современные технологии по переработке и утилизации ТКО традиционно включают в себя стадии: сбора, первичной сортировки, накопления, вторичной сортировки при которой происходит отделение неорганических веществ от органических. Неорганические вещества объективно облают свойствами вторичных ресурсов (чёрные и цветные металлы, стекло, строительный мусор и пр.). Органические вещества так же, в определённой мере, могут рассматриваться как вторичное сырьё (полимеры, целлюлоза и пр.). Большая часть органических веществ может быть подвергнута термической обработке (пиролизу) при которой возможно получение целого ряда углеводородов, многие из которых, пригодны для использования в качестве топлива.

На базе Курганского Экотехнопарка разработана технология глубокой переработки ТКО, позволяющая получить на выходе компенсаторного предприятия вещества (твёрдые и газообразные) индифферентные в экологическом смысле. (На представленную технологию выдан патент №2644371).

Данная технология обеспечивает глубокую переработку ТКО, позволяющую получить на выходе компенсаторного предприятия вещества (твёрдые и газообразные), которые существуют в естественной окружающей среде и не относятся к опасным. При этом выделяется большое количество тепловой энергии, которое может, быть использовано, как минимум, для собственных нужд компенсаторного предприятия в целях организации систем электроснабжения и теплоснабжения в технологических и коммунально-бытовых нужд.

Задачей настоящего изобретения является снижение энергопотребления процесса пиролиза, исключение образования диок-

синов, результат проявляется в образовании шлаков имеющих химический состав характерный для минералов природной окружающей среды, возможности использования тепловой энергии для теплоснабжения потребителей, использование пиролизного газа для газоснабжения.

В пиролизном пространстве и на выходе процесса образуется ПМП высокой напряжённости, которое является дополнительным энергетическим источником активации химических реакций происходящих при деструкции ТКО. На выходе происходит деструкция аэрозолей продуктов пиролиза, образующихся в пиролизном пространстве после отделения определённого объёма пиролизного газа. Действие ПМП интенсифицирует химические реакции органических веществ на выходе, находящихся в газообразном и жидком состоянии, что приводит к их минерализации.

Электромагнитная активация продуктов пиролиза с помощью переменного магнитного поля (ПМП) позволяет снизить температуру в пиролизном пространстве с 900 °С до 400–500 °С и температуру на выходе от 1000–1200 до 600–700 °С, что способствует энергосбережению.

Газы после выхода имеют температуру порядка 600 °С, поэтому могут служить источником тепловой энергии. Тепловая энергия, полученная в результате этого, может быть использована для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения. На выходе выделяются газы, входящие в состав атмосферного воздуха CO; CO₂; NO_x. Благодаря интенсификации процесса деструкции молекул органического вещества происходит его минерализация и образование шлаков, имеющих химический состав, характерный для минералов природной окружающей среды: SiO₂; Al₂O₃; CaO; Fe₂O₃; MgO.

Предлагаемый способ позволяет осуществить пиролиз ТКО при пониженных температурах, исключить образование диоксинов и других токсичных продуктов пиролиза и их полную минерализацию.

Энергосберегающее поведение россиян

Прохода В. А.

МГУ имени М.В. Ломоносова, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия
prohoda@bk.ru

Проблема энергосбережения является одной из актуальных проблем, привлекающих внимание как научного, так и мирового сообщества [1-3]. Энергосберегающие технологии приносят максимальный эффект, только в случае их полноценной поддержки населением. Формирование среди широких слоев населения культуры энергосбережения требует реализации на государственном уровне комплекса мероприятий. Оценка их эффективности актуализирует необходимость изучения общественного мнения.

Эмпирической базой для публикации послужили результаты восьмой волны социологического исследования «Европейское социальное исследование» (ESS). «ESS» – проект, в рамках которого с 2002 г. проводится многолетнее сравнительное изучение установок, взглядов, ценностей и поведения населения европейских стран. Опрос проводится в странах Европы среди населения в возрасте 15 лет и старше по репрезентирующей население выборке. В России в рамках восьмой волны Институтом сравнительных социальных исследований (ЦЕССИ) в октябре 2016 – январе 2017 года было опрошено – 2430 респондентов.

Результаты исследования позволяют констатировать, что в России по сравнению с другими европейскими странами фиксируется низкий уровень включенности населения в энергосберегающее поведение. Так, среди россиян фиксируется самый низкий процент (45,8%), респондентов практикующих энергосбережение «часто». Одновременно среди россиян больше чем в других странах-участницах проекта доля респондентов, которые очень редко предпринимают действия направленные на снижение энергопотребления, или никогда не практикуют энергосбережение – 22,3%. Это в шесть раз больше чем в Германии и Финляндии и более чем в четыре раза превышает процент во Франции, Словении и Бельгии.

К числу социально-демографических факторов, влияющих на интенсивность энергосберегающего поведения россиян, отно-

сится возраст респондентов. Российская молодежь оказывается в числе категорий населения сравнительно редко практикующих энергосбережение. Это актуализирует необходимость проведения мероприятий, направленных на формирование в молодежной среде установок о важности и необходимости процесса энергосбережения. В отличие от большинства стран-участниц проекта в России отсутствует статистически значимая зависимость между уровнем образования респондентов и включенностью в практики энергосбережения. Последнее может означать, что российская система образования не транслирует в достаточной степени образцы энергосберегающего поведения и недостаточно эффективно выполняет социальный заказ со стороны общества на формирование мотивационных факторов, детерминирующих энергосбережение. Сложившаяся система энергосберегающего воспитания населения требует совершенствования.

В России имеет место обратная корреляционная зависимость между частотой энергосберегающего поведения и материальным положением респондентов. Это означает, что обеспеченные россияне сравнительно редко демонстрируют энергосберегающее поведение. Если среди десяти процентов самых обеспеченных россиян частое обращение к практикам энергосбережения отмечает 37,2% респондентов, то среди десяти процентов наименее обеспеченных уже 57,2% опрошенных. Мотив материального стимулирования может быть эффективно использован в пропаганде и популяризации энергосберегающего поведения, особенно среди средне и малообеспеченных слоев населения. Однако использование только финансовых механизмов снижения энергопотребления в российских условиях недостаточно. Исследование показало, что в России по сравнению с другими европейскими странами фиксируется самый низкий уровень «культуры энергосбережения». На таком фоне ощущается необходимость выработки механизмов формирования экологических ценностных ориентаций, бережного отношения к энергоресурсам.

Литература

1. Насонова А.Е. Бережливое поведение и пропаганда энергосбережения // Энергосбережение. 2012. №1. С. 35–37.
2. Седаш Т.Н. Зарубежный опыт энергосбережения и повышения энергоэффективности в ЖКХ // Вестник РУДН. Серия Экономика. 2013. № 2. С. 61–68.

Секция 3. Энергоресурсосбережение и энергоэффективность

3. Energy Efficiency: A straight path towards energy sustainability [Электронный ресурс] // Официальный информационный ресурс Мирового энергетического совета. 2016. URL: <https://www.worldenergy.org/publications/2016/energy-efficiency-a-straight-path-towards-energy-sustainability/> (дата обращения: 18.06.2018).

Перспектива применения энергоэффективных блоков на пылеугольных ТЭС

Ростунцова И. А., Шевченко Н. Ю., Зебров В. Ю.

ФГБОУ ВО Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Саратов, Россия
e-mail: rostunzeva@mail.ru

ФГБОУ ВПО Камышинский технологический институт (филиал)
ФГБОУ ВПО Волгоградский государственный технический университет, Камышин, Россия
e-mail: kti@kti.ru

Проведено расчетное исследование возможностей модернизации блоков сверхкритических параметров мощностью 800 МВт по схеме байпасирования ПВД при параллельном нагреве части питательной воды в дополнительно установленном турбинном экономайзере. Основными задачами исследования являлись определение показателей тепловой экономичности блока, оптимальной величины байпасирования и возможностей достижения требуемых выходных параметров за энергетическим котлом. Расчеты тепловой схемы турбоустановки К-800-240 с включением турбинного экономайзера выполнены автоматизировано с использованием языка программирования VisualBasic в среде Excel. Разработана тепловая схема блока К-800-240 с включением турбинного экономайзера по тракту питательной воды.

Для номинальной паропроизводительности парового котла типа Пп-2650-25 (П-67) исследованы три режима с долей байпасирования по питательной воде 0,1; 0,2; 0,3.

Для определения экономии топлива использовано выражение, кг/с:

$$\Delta B = B - \frac{D(h_0 - h_{\text{пв}}^{\text{ТЭ}}) + D_{\text{пн}}(h_{\text{пн}} - h_{\text{пн}^*})}{29300\eta_{\text{к}}^{\text{ТЭ}}} \quad (1)$$

где $h_0, h_{\text{пн}}, h_{\text{пн}}^*$ – энтальпии острого пара и пара промперегрева соответственно, кДж/кг; $h_{\text{пв}}^{\text{ТЭ}}$ – энтальпия питательной воды блока с ТуЭ при температуре нагрева за счет регенеративных отборов турбины, кДж/кг; $\eta_{\text{к}}^{\text{ТЭ}}$ – КПД котла блока с ТуЭ.

Дополнительная мощность на клеммах генератора блока, кВт составит:

$$\Delta N = N_{\text{ТЭ}} - N = D\eta_{\text{эл}}[\alpha(h_{\text{у}} - h_{\text{к}}) - \alpha_{\text{ТЭ}}(h_{\text{у}}^{\text{ТЭ}} - h_{\text{к}})] \quad (2)$$

В результате исследования повышения эффективности пылеугольного блока сверхкритических параметров с турбиной К-800-240 установкой турбинного экономайзера получено: с увеличением доли байпасирования снижаются удельное тепловосприятие РВП и температура горячего воздуха $t_{гв}$ от 266 до 175 °С. Уменьшение значений температуры горячего воздуха ведет к снижению температуры в ядре факела и, как следствие, к уменьшению образования оксидов азота в 1,3–1,4 раза. Байпасирование уменьшает расход питательной воды через ПВД при соответствующем уменьшении расхода пара из отборов турбины. При увеличении расхода пара в цилиндрах турбины вырабатываемая электрическая мощность возрастает по линейной зависимости. Дополнительная выработка электрической мощности, по сравнению с исходным вариантом, достигает 34 МВт при наибольшей доле байпасирования ПВД. С точки зрения тепловой эффективности наилучшим является вариант при байпасировании равном 0,3. При этом КПД энергоблока имеет максимальное значение 43 % при минимальном расходе условного топлива. С увеличением доли байпасирования в интервале от 0 до 0,3 снижается значения расхода условного топлива на выработанную электрическую мощность на 4,301 %. В результате проведенных исследований, получено, что установка турбинного экономайзера на пылеугольном энергоблоке сверхкритических параметров позволит: повысить КПД котла, за счет снижения температуры уходящих газов и более полного использования теплоты топлива; получить дополнительную выработку электроэнергии при увеличении пропуска пара в голову турбины, за счет вытесненных отборов турбины; снизить экологическую нагрузку за счет снижения расхода топлива.

Литература

1. Мошкарин А.В., Смирнов А.М., Ананьин В.И. Состояние и перспективы развития энергетики Центра России / под ред. А.В. Мошкарин. – Иваново: Центрэнерго – Иван.гос. энерг. ун-т, 2000. – 192 с.
2. Повышение эффективности пылеугольных блоков. Гайдук А.Г., Калошин А.П./ Сб. научн. тр. “Теплоэнергетические системы и агрегаты”. Выпуск 7. – Новосибирск.– 2003. – С. 103–113.
3. Стырикович М.А., Сафонов Л.П., Берсенеv А.П., Шевченко В.С. и др. Энергоблоки повышенной эффективности // Теплоэнергетика. –1996. –№5. – С. 39–42.

**Организация теплоснабжения потребителей
за счет объектов когенерации
для энергоресурсосбережения и повышения
энергоэффективности**

Смирнова С.В.

Филиал АО «СО ЕЭС» Тульское РДУ, Тула, Россия
smirnovasv2704@gmail.com

Актуальность вопроса развития когенерации – одновременной выработки электрической и тепловой энергий – возрастает в связи с ростом цен на энергоресурсы, повышением тарифов на электроэнергию, большим количеством изношенных электрических и тепловых сетей, устаревшим генерирующим оборудованием и т.д. Большой потенциал имеет технология преобразования существующих котельных в мини-ТЭЦ путем надстройки их генерирующем оборудованием. В России суммарная мощностью котельных около 450 тыс. Гкал/ч, примерно 75% из них – газовые. Базой для когенерации могут служить лишь половина из них, так как из-за падения промышленного производства котельные существенно недогружены, более 55% основных фондов котельных изношены и требуют незамедлительной замены.

Преобразование котельных в мини-ТЭЦ обеспечит потребителей недорогим теплом и электроэнергией без дополнительного затратного строительства новых линий электропередачи и теплотрасс. Приближенность источников к потребителям позволит значительно снизить потери при передаче энергии. Автономная работа когенерационной установки (КГУ) обеспечит потребителей электроэнергией с устойчивыми параметрами по частоте и по напряжению, тепловой энергией со стабильными параметрами по температуре.

В городе Тула в период с 2018 по 2023 год предполагается реконструкция восьми котельных суммарной установленной мощностью 54,2 Гкал с увеличением мощности до 85,3 Гкал. При оценке общего потенциала реконструируемых котельных для преобразования в мини-ТЭЦ предлагается использовать немецкие газопоршневые агрегаты (ГПА) Deutz TBG620V12K. Тогда общая электрическая мощность всех восьми котельных с ГПА в среднем составит 49,056 МВт/час.

Для оценки электрического потенциала модернизированных котельных проведена оценка электропотребления нескольких городов исходя из среднего объема потребления электроэнергии на душу населения без учёта промышленности. Таким образом, электрической мощности 8 модернизированных котельных будет достаточно для покрытия 80 % потребности в электроэнергии населения Тулы (485221 чел.), или полностью покрыть потребность в электроэнергии населения Калуги (341892 чел.).

Так как анализируемые котельные ориентированы на выдачу электроэнергии и тепла бытовому сектору, имеющему пиковый график нагрузки, то КГУ будут нести базовую нагрузку потребления, составляющую 45 % от пиковой. Пиковые нагрузки будут покрываться за счет водогрейных котлов.

Расчет проводился с использованием ГПА фирмы Deutz. Удельная цена ГПА составляет порядка 1300 долл.США/кВт, т.е. 80,6 тыс.руб./кВт. При расчете примерного срока окупаемости установки КГУ на реконструируемых котельных города Тулы были использованы данные по тепловой энергии с учетом положительной динамики роста цен на продажу тепла. Для приблизительного расчета прибыли от продажи электрической энергии были использованы усредненные величины цен на продаваемую электроэнергию одной из электростанций города Тула. В соответствии с расчетом приблизительный срок окупаемости КГУ на базе реконструируемых котельных составляет менее 6 лет. С учетом технического обслуживания оборудования, издержек на уплату налогов и прочих расходов – срок окупаемости увеличится на 2–3 года.

Следует отметить, что низкая достоверность и противоречивость информации о перспективных значениях удельных капиталовложений и эксплуатационных расходов в мини-ТЭЦ, цен на приобретаемое топливо и реализуемую электрическую и тепловую энергию, непостоянство нормативно-правовой базы обуславливают существенную неопределенность оценок экономической эффективности реализации инвестиционных проектов реконструкции котельных в мини-ТЭЦ.

Рост когенерации на основе отечественного оборудования обеспечит развитие смежных отраслях экономики страны, в том числе станет толчком к существенному развитию отечественного энергомашиностроения.

Литература

1. Интернет-журнал «Науковедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>.
2. Актуализация Схемы теплоснабжения муниципального образования город Тула на период до 2034 года.
3. Официальный сайт «Новая Генерация» [Электронный ресурс]: <http://www.manbw.ru/>.
4. Официальный сайт ГК «РосЭнергоИнжиниринг» [Электронный ресурс]: <http://www.ros-energy.ru/>.
5. Официальный сайт Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: <https://elibrary.ru/>.

Оптимальные логистические схемы энергоэффективных технологических процессов на предприятиях пищевой промышленности

Турчанинова Т. П.

к.т.н., руководитель направления конструирования новой техники
ФГАНУ НИИХП, ведущий научный сотрудник
tptour@mail.ru

Необходимость совершенствования техники и технологии бестарного приема, хранения и внутривозовского транспортирования сыпучих материалов на предприятиях пищевой промышленности очевидна. Транспортно-технологическая схема на складе бестарного хранения муки (БХМ) ее компоновка, рациональное размещение технологического оборудования, его производительность и обслуживание являются немаловажным звеном в системе ПРТС-работ с сыпучим пищевым материалом. Эти вопросы в совокупности их применения должны обеспечить на предприятиях малолотную технологию при приеме, хранении муки, а также при передаче ее в производство. Однако в России на действующих складах бестарного хранения используется устаревшая схема приема муки с мельницы и отпуска ее со склада в производство. Такая схема аналогична для предприятий любой мощности, имеющих склады открытого или закрытого типа и даже тарные.

Использование на большинстве пищевых предприятий страны традиционного способа передачи основного сыпучего сырья со склада бестарного хранения в производство в настоящее время является нерациональным. Применяемый способ остался неизменным еще со времен эксплуатации тарных складов. Отмечаются его недостатки по энергетическим потерям, связанным с многократностью операций транспортирования и дублированием операций хранения. Некорректный учет основного сырья на различных стадиях процесса, заниженная производительность транспортных линий и технологического оборудования при использовании значительных производственных площадей и цехов (зон) обслуживания, а также потери сырья от распылов из-за применения устаревшей техники – все это в целом негативно

влияет на энергоэффективность процесса и экономические показатели производства.

Излагаются варианты транспортно-технологических схем в складах БХМ и их компоновка с учетом современного индустриального способа доставки сыпучих грузов. Рассмотрена возможность использования разработок новой техники, современных достижений науки и передового отечественного и зарубежного опыта в области ПРТС-работ с сыпучим грузом. Предлагается современная оптимальная логистическая схема для рационального размещения технологического оборудования при подготовке сырья (на примере муки) в производство с применением гибких информационно-управляемых и энергоэффективных систем пневмотранспорта, просеивания, дозирования, смешивания и учета основного сырья, а также очистки технологического воздуха (рис.1).

В частности, отмечено, что идея создания таких информационно-управляемых систем для современных пневмотранспортных линий изначально родилась в исследованиях по проектированию высоконадежных компрессорных агрегатов нового поколения.



Рис.1

Однако первой она реализовалась именно на моделях агрегатов Ш2-МБКА-7,5/1,5, затем продолжилась реализация таких систем на многих предприятиях страны в различных ее регионах.

Эти агрегаты создавались с такой целью, чтобы вырабатывать сжатый воздух с такими характеристиками и в таких условиях, где «классические» компрессоры высокого давления и воздуходувки среднего давления уже не являлись столь экономичными и энергоэффективными. Компрессорные агрегаты модельного ряда Ш2-МБКА являются сейчас самыми современными агрегатами для выработки сжатого воздуха, как в России, так и за рубежом, и видимо, таковыми будут оставаться до массового появления в составе пневмотранспортных систем агрегатов нового поколения.

**Исследование возможности производства
сжиженного природного газа на базе котельной
в Московской области**

Шиповская Ю. И., Трушин Е. С., студенты

Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
juliashipovskaja@gmail.com, trugen@yandex.ru

Теплоснабжение в Российской Федерации осуществляется, в основном, с помощью ТЭЦ в крупных городах, но даже в Москве количество котельных составляет порядка 442 различной ведомственной принадлежности. При эксплуатации большого количества котельных, доля которых в производстве тепловой энергии нашей страны 46%, возникает ряд типичных проблем. Рассматриваемые в этой работе проблемы связаны с разницей между проектными лимитами топливоснабжения и электро-снабжения и фактическим потреблением этих ресурсов и отсутствием резервного вида топлива. В работе рассмотрена котельная в Московской области с установленной мощностью 74 Гкал/ч. Проанализирована её работа и выявлено следующее:

Котельная не использует 6128 т.нм^3 природного газа

Котельная рассчитана на работу пяти котлов, на практике работают только два, в связи с этим, расход электроэнергии выработку тепла значительно меньше плана на $5770 \text{ МВт} \cdot \text{ч}$

Из 6128 т.нм^3 с учётом КПД возможно получить 40853 Гкал тепла – это 71 165 926 руб. (при цене 1742 руб. за 1 Гкал).

В работе предлагается не использующиеся кубометры природного газа и электроэнергию направить на сжижение. Установка по сжижению газа на базе котельной позволит решить ряд проблем. Котельная может улучшить свою экономическую ситуацию, реализовывая сжиженный природный газ на продажу. Также сжиженный газ может использоваться и самой котельной для покрытия пиковых нагрузок газопотребления и в качестве резервного вида топлива. На данный момент у многих газовых котельных резервное топливо – мазут, который, в отличие от природного газа, менее экологичен, а содержание мазутного хозяйства требует значительных энергетических затрат.

Анализ затрат на собственные нужды мазутного хозяйства показал, что в год на мазутное хозяйство необходимо $527,4 \text{ Гкал}$ тепловой энергии. При использовании мазута как резервного

топлива удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии возрастает с 173,8 кг у.т./Гкал до 176,9 кг у.т./Гкал, при этом КПД нетто снижается с 78,1% до 75,1%

Рассмотрено несколько циклов сжижения природного газа: дроссельный цикл высокого давления, цикл среднего давления с детандером, азотный детандерный цикл внешнего охлаждения и смесевой цикл внешнего охлаждения. Произведен анализ возможности использования каждого цикла для котельной. При сжижении объём газа уменьшается в 600 раз и из 6,128 млн м^3 можно получить 4443 тонны СПГ. При цене 14 руб. за кг СПГ, ежегодная прибыль составляет 62 млн. руб. В работе произведена оценка окупаемости проекта. По чистому дисконтированному доходу окупаемость составила 8 лет.

Таким образом, на основании проводимого исследования, планируется выбор оптимального способа сжижения, подборка оборудования для производства СПГ на базе котельной и оценка экономической целесообразности проекта.

Литература

1. Энциклопедия теплоснабжения, общие сведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/w/%D0%9C%D0%BE%D1%81%-D0%BA%D0%B2%D0%B0> – Система теплоснабжения, Москва, общие сведения. – (Дата обращения: 20.10.2017).

«Практические сложности в реализации государственной политики в области энергосбережения и специфические особенности подготовки и переподготовки специалистов в области теплоэнергетики»

Щеренко А. П.

Тезисы к пленарному докладу:

Важность решения проблемы практической реализации энергосберегающих технологий обсуждается на всех уровнях политической, экономической, научной и педагогической жизни нашего государства. Значимость ее усиливается данными различных аналитических экспертных оценок – не реализованный потенциал энергосбережения в нашем государстве составляет порядка 30-40% от общего объема энергопотребления, а энергоемкость ВВП России превышает в 2,5 раза среднемировой показатель и в 3,5 раза по сравнению с таковыми показателями Японии.

Понимая значимость решения проблемы снижения энергозатрат в экономике страны, правительством был принят Федеральный закон от 23.11.2009г. №261-ФЗ “Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ”, а также государственная программа: “Энергосбережение и повышение энергоэффективности” на период до 2020г, реализация которой должна обеспечить снижение энергоемкости во всех отраслях народного хозяйства с годовой экономией в 180 млн. т.у.т. Но опыт энергоаудитной работы последних лет по обследованию работы промышленных предприятий не позволяет сделать оптимистические выводы по успешной практической реализации выше указанных законодательных актов.

Основные причины проблематичности практического решения этой важной для экономики страны проблемы кроются в следующем:

– отсутствует на законодательном уровне механизм исполнения государственных законов и постановлений в области энергосбережения;

– отсутствует заинтересованность производителей энергии, не желающих терять дополнительную прибыль от выше указанного потенциала экономии энергии, продаваемой потребителю;

– отсутствует, что самое парадоксальное, желания внедрять энергосберегающие технологии со стороны потребителей энергии посредством финансовых вложений в модернизацию своих энергохозяйств; затраты, вызываемые перерасходом энергоресурсов на производстве, покрываются включением их в себестоимость производимой продукции;

– в большинстве случаев на предприятиях и ЖК-объектах нет профессионально грамотных специалистов, в области теплоэнергетики.

Останавливаясь на последней причине, надо подчеркнуть, что без знания инженерно-техническими работниками основных, базовых теоретических знаний невозможно понять и осуществлять практическую работу по организации и рационализации теплотехнических систем энергоснабжения, как промышленных предприятий, так и объектов ЖКХ.

И если первые три причины, не способствующие эффективной реализации политики в области энергосбережения, решаются только на государственном законодательном уровне, то устранение четвертой причины – это прерогатива деятельности образовательных учреждений нашей страны. Одним из учреждений, активно занимающимся подготовкой, переподготовкой и повышением квалификации является Московский институт энергобезопасности и энергосбережения. Основной целью его деятельности является:

– повышение уровня профессиональной компетентности в организации и эксплуатации энергохозяйства предприятий и объектов ЖКХ в целом, и в глубоком понимании роли и способов интенсификации тепловых процессов, оптимизации режимов работы оборудования, рационализации распределения тепловых нагрузок между вторичными и первичными энергоносителями, взаимной рекуперации тепловых потоков исходных, промежуточных и конечных продуктов производства.

Эту задачу успешно решает образовательная программа по профессиональной переподготовке слушателей по направлению: «Энергосберегающая эксплуатация тепловых энергоустановок и оборудования», учебный план которой строится по мо-

дульной форме обучения, состоящий из восьми обучающих модулей:

Модуль 1. Теоретические основы теплотехники и теплоэнергетики.

Модуль 2. Эксплуатация тепловых энергоустановок и оборудования по производству тепловой энергии.

Модуль 3. Эксплуатация тепловых сетей, теплового оборудования и установок.

Модуль 4. Охрана труда и техногенная безопасность эксплуатации теплового оборудования и установок.

Модуль 5. Организация рациональной эксплуатации теплового оборудования и установок промышленных предприятий и объектов ЖКХ.

Модуль 6. Энергосберегающие технологии на всех этапах преобразования – трансформации тепловой энергии от источника до потребителя

Модуль 7. Управление теплоэнергетическим хозяйством.

Модуль 8. Производственная практика по эксплуатации тепло-технологического оборудования и установок промышленных предприятий и объектов ЖКХ.

Достоинство данной образовательной программы состоит в том, что она обладает системно-комплексным подходом к решению проблем эксплуатации тепловых установок и оборудования на всех трех основных этапах трансформации тепловой энергии: производстве, передача-распределении и ее потреблении. Таким образом, более широкий спектр получаемых слушателями знаний и умений предполагает максимальную перспективу и возможность трудоустройства на рынке вакансий.

Внедрение информационно-измерительных систем: управление рисками на основе моделей компетенций

Богатенков С. А.

к.т.н., Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск,
Российская Федерация
ser-bogatenkov@yandex.ru

Экономическая целесообразность и привлекательность повышения качества жизни сопровождается рисками повышения нестабильности и возможного коллапса мировой системы. Ущерб в результате применения новых информационных технологий (ИТ) соизмерим с ежегодным ростом валового внутреннего продукта. Величина ущерба на 70% связана с человеческим фактором [1]. Вызывают опасения прогнозы изменения рынка труда. За 20 лет 47% рабочих мест современного мира будут автоматизированы, и миллионы рабочих останутся без работы [2]. Поэтому актуальной является задача управления рисками в системе подготовки кадров для внедрения новых информационных технологий. Одним из широко распространенных видов ИТ являются информационно-измерительные системы (ИИС).

В результате исследования разработана методология управления рисками на основе моделей компетенций, включающих требования к безопасному применению ИИС, а также к уровню образования, опыту работы и документам для допуска к работе в новых условиях.

В таблице приведена модель содержания компетентностей для безопасного внедрения ИИС, которая включает компетенции для эффективного применения ИИС, риски и методы для их минимизации, основанные как на моделях, так и на опыте работы.

В основу методологии положен комплекс новых математических моделей, методов и технологий, обеспечивающих безопасность процесса внедрения ИИС, благодаря системному подходу к минимизации рисков:

1. Инвариантные модели достаточной информации и содержания компетенций для работы с ИИС обеспечивают экономическую эффективность процессов проектирования системы безопасности и планирования образовательных траекторий. Модели персональных траекторий развития обеспечивают дидактическую безопасность.

**Содержание компетентностей
для безопасного внедрения ИИС**

Применение ИИС	Риски	Методы на основе опыта работы	Методы на основе моделей
Учет электро-энергии и энергоносителей	Недопустимая работа средств автоматизации	Переход на традиционную систему учета	Учет на основе математических моделей
Поиск недопустимых потерь энергии и недопустимых измерительных каналов	Недопустимая работа средств автоматизации	Круглосуточный контроль оперативным персоналом над работой ИИС	Поиск на основе сетевых моделей транспортировки энергоресурсов
Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений для объективного контроля над работой персонала, его подготовки к работе с ИИС и обеспечения безопасности	Отсутствие персональных траекторий развития и недопустимая работа средств автоматизации	Организация участка дежурных инженеров для круглосуточного контроля над работой ИИС	Планирование персональных траекторий развития на основе моделей компетенций
Стратегическое планирование процесса внедрения ИИС	Необоснованное принятие решений для процесса внедрения ИИС, отсутствие учета компетенций всех заинтересованных сторон	Принятие решений для обеспечения экономической безопасности процесса внедрения ИИС	Стратегическое планирование внедрения ИИС на основе моделей компетенций заинтересованных сторон

2. Методы управления рисками и принятия решений обеспечивают экономическую безопасность процесса внедрения информационно-измерительных систем.

3. Методы планирования персональных траекторий развития и стратегического внедрения ИИС, интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений для объективного контроля над работой персонала и обеспечения его безопасности, а

также методы принятия технических и управленческих решений применяются на Челябинской ТЭЦ-2.

Литература

1. Толмачев В.Д. О кадровом обеспечении современной энергетики // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2011. – №1. – С. 37 – 38.
2. Илья Хель. Индустрия 4.0: что такое четвертая промышленная революция? [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://hi-news.ru/business-analytics/industriya-4-0-cto-takoe-chetvertaya-promyshlennaya-revolyuciya.html>.

Обнародование результатов исследований в инженерных науках: где, как, с какой целью?

Зернес С. П.

журнал «Энергобезопасность и энергосбережение»,
главный редактор, г. Атланта, США
zernes_04@mail.ru

Обнародование результатов научно-исследовательской деятельности осуществляется главным образом посредством публикационной активности. В настоящее время более 13 000 журналов, издаваемых в России, зарегистрированы на платформе научной электронной библиотеки Elibragu, следовательно, имеют отношение к науке (являются научными, научно-техническими, научно-практическими и т. п.). Рост количества журналов сейчас составляет около 300 наименований ежегодно, то есть фактически в среднем каждый день в стране появляется новое научное периодическое издание [1].

Само по себе перенасыщение рынка не представляло бы такой проблемы, если бы не бурный рост ассортимента изданий низкопробных и преследующих определенные цели, далекие от качественного представления результатов исследовательского труда научной общественности. Есть три официальных названия для такого рода журналов: недобросовестные, хищнические и «мусорные». В таких изданиях отсутствует отбор, рецензирование, редактирование и прочая работа с рукописями, а в большинстве случаев и строгое разделение по специальностям: чаще всего эти издания являются мультидисциплинарными. Они засоряют публикационное пространство бесполезной и даже вредной информацией, опубликованной за счет авторов. К категории хищнических можно уверенно отнести и мультидисциплинарные сборники материалов конференций (зачастую вовсе не проводившихся), известные под неформальным названием «братские могилы». Все подобные труды объединяет один общий признак: публикация ради факта публикации, а не ради прочтения кем-либо.

Такое положение обусловлено тем, что вышедшие статьи и наукометрические показатели становятся инструментами, влияющими на финансирование проектов, коллективов и институтов [2]. В 2009 г. было принято Постановление № 312

«Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций...», далее были так называемые «майские указы» и ряд других документов, некорректное стремление к соблюдению которых привело к искажению научно-публикационной картины. Наукометрические показатели начали применяться широко, но не всегда грамотно. Существует проблема подмены реальных результатов отчетными – подмена целей, когда людей науки начали интересоваться не собственно качественные результаты научного труда, а демонстрируемые цифры. Это неизбежно приводит к злоупотреблениям, в частности, к многочисленным публикациям в «мусорных» журналах, а также к плагиату и самоплагиату [2].

В инженерных науках ситуация, однако, несколько более обнадеживающая, чем в гуманитарных. Во-первых, в областях технических наук не настолько обширное поле для плагиата, во-вторых, наблюдается меньшее засилье «мусорных» изданий и имеются хорошо известные журналы с многолетней репутацией, публикации в которых считались и считаются достойными.

Организации (ВАК, РИНЦ, Elsevier и др.), ответственные за составление различных списков качественных научных изданий, служащих ориентирами с точки зрения того, где именно стоит публиковаться, прилагают усилия для предотвращения и исключения попадания некачественных и хищнических журналов. К выявлению недобросовестных издателей подключилось движение «Диссернет» с проектом «Диссеропедия российских журналов». В крупных вузах существуют собственные «черные списки» изданий, публикации в которых не признаются. Периодически широкую огласку получают скандалы, например, история с опубликованием псевдостатьи, сгенерированной случайным образом, в «Журнале научных публикаций аспирантов и докторантов» [3]. Но всех этих усилий пока недостаточно, поэтому необходима разъяснительная работа в научном сообществе в целом.

Огромное значение сейчас приобретают публикационная этика и связанные с ней вопросы [4]. Ведущие мировые издатели активно обсуждают их, включая проблемы конфликта интересов, механизмы цитирования, ретрагирование (отзыв) статей, предвзятость в отношениях «автор – рецензент» и др. Проблема «хищников» и «мусорных» публикаций не являет-

ся исключительно проблемой российской науки. Примерами служат ведущие агрессивную рекламную политику хищнические издательства OMICS Publishing Group и LAP Lambert. В силу отсутствия времени у многих специалистов нет возможности разобраться в обилии журналов и издательских предложений. Поэтому всем, кто задействован в обнаружении научных результатов, необходимо больше ответственности в условиях работы над повышением уровня отечественных научных публикаций.

Литература

1. Как проводились оценка и отбор российских научных журналов в базу данных Russian Science Citation Index (RSCI) на Web of Science [Электронный ресурс]. Код доступа: www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=69144411-46d3-41a2-8905-4b62233b0269.
2. Кириллова О. В. Зачем учить ученого. Подготовка научной статьи – это тоже наука // Поиск. – 2017. – № 11.
3. Научный журнал напечатал бессмысленную статью, написанную компьютером [Электронный ресурс]. Код доступа: <https://gia.ru/science/20081001/151750233.html#ixzz2XzNFuKEN>.
4. Публикационная этика журнала «Энергобезопасность и энергосбережение» [Электронный ресурс]. Код доступа: www.endf.ru/ethics.

Некоторые организационные, методические и правовые вопросы преподавания дисциплины «Энергетическое право» на юридических факультетах

Лукьяненко В. Е., доктор юридических наук

Ульяновский государственный педагогический университет
им. И.Н. Ульянова, г. Ульяновск, Россия
prof-Lu@yandex.ru

На юридических факультетах дисциплины специализации (вариативной части) обычно вводятся для студентов-юристов 4–5 курсов. Выбор конкретной дисциплины специализации обусловлен ее актуальностью, что в значительной степени предопределено изменениями экономической отношений в стране. Одной из такой дисциплин, которая отражает прошедшие за последние 10–15 лет изменения в экономике, является энергетическое право.

На юридических факультетах России преподают такие дисциплины, как энергетическое право, договоры в сфере энергетики, правовые проблемы электроэнергетики и др. В практическом аспекте для юристов и специалистов главная задача состоит в изучении собственно законодательства, регулирующего столь обширную и важную для экономики сферу как топливно-энергетический комплекс.

В процессе преподавания новых дисциплин сложность состоит в том, что указанные отношения регламентируются множеством норм. Поэтому рабочая программа дисциплин «Правовые проблемы ТЭК и ЖКХ» или «Энергетическое право» в зависимости от того, преподаются они на дневном или заочном отделении, может быть шире или уже. На дневном отделении она может охватывать не только правоотношения в сфере электроэнергетики, но и в сфере подачи потребителям других энергетических ресурсов через присоединенную сеть: тепловой энергии, газа, горячей и холодной воды.

Рабочая программа дисциплины может включать вопросы, раскрывающие деятельность управляющих компаний и товариществ собственников жилья в организации подачи энергии и энергетических ресурсов в многоквартирные и индивидуальные дома граждан.

Преподавателю важно проанализировать перечень основных нормативно-правовых актов, регламентирующих отношения, складывающиеся в сфере ТЭК. На основе проведенного анализа таких актов выбираются наиболее важные нормы, устанавливающие ключевые понятия рассматриваемой дисциплины: поставщик и потребитель энергетических ресурсов; оптовый и розничный рынки электроэнергии; классификация потребителей электроэнергии, например, коммерческие и некоммерческие организации, или учреждения, выполняющие публичные функции; обязанности коммерческого оператора оптового рынка электроэнергии и др. При изучении дисциплины следует иметь в виду, что в разных странах мира значение того или иного источника энергии в удовлетворении потребностей экономики неодинаково. Так, в США при производстве электроэнергии сжигается на 90 % газ, а в Китае на 70 % используется уголь. Поэтому в Китае больше развито законодательство о добыче, переработке и доставке угля до тепловых электрических станций.

В Ульяновском государственном университете на юридическом факультете более 3 лет для магистрантов-юристов 1 курса преподается дисциплина «Правовые проблемы энергетики и ЖКХ», а в Ульяновском государственном педагогическом университете на факультете права, экономики и управления – «Энергетическое право».

Обычно по курсу на очном отделении предусмотрено 22 часов лекций и 36 часов практических и семинарских занятий. Учитывая, что на заочном отделении программа сокращена до минимума (4 часа – лекции и 10 часов – семинарские занятия), основные требования к студентам-заочникам следующие: должны назвать основные нормативные акты по теме, год издания, структуру нормативного правового акта (НПА), основных участников (сторон) договоров, существенные условия договоров, основные права и обязанности участников договорных правоотношений.

Сложность преподавания указанных дисциплин состоит в том, что студенты-юристы плохо представляют, как устроены энергетические системы и энергооборудование, как они работают. Поэтому, прежде чем приступить к изучению основных нормативных актов, системы договоров и других правовых вопросов, относящихся к дисциплинам, в начале каждого занятия приходится кратко рассказывать и показывать на схемах и,

слайдах устройство электрических станций, сетей и систем, объяснять достаточно условно назначение трансформаторных подстанций, силовых выключателей, реакторов и другого электрооборудования. В ходе рассмотрения правовых вопросов теплоснабжения приходится объяснять основы работы тепловых электроцентралей, котельных.

Энергоэффективные решения в компьютерной оргтехнике

Новоселов И. Г.

Студент 2 курса колледж Предпринимательства № 11 г. Москвы

Основная тема данного доклада – энергопотребление устройств ПК (персонального компьютера), а именно: какая мощность понадобится для блока питания, чтобы обеспечить оптимальным питанием устройства персонального компьютера.

Энергопотребление устройств персонального компьютера – это процесс потребления энергии устройствами ПК, которые задействованы в рабочем состоянии системы.

Объектом исследования данной работы является блок питания компьютера. В зависимости от активной мощности блока питания необходимо выбирать периферийные устройства и оптимизировать энергоэффективность персонального компьютера.

Блок питания предназначен для снабжения функциональных узлов компьютера электрической энергией постоянного тока, а также преобразования сетевого напряжения до необходимых значений. На входе блока питания подаётся переменное напряжение 220-240В частотой 50-60Гц.

Блок питания подключается к системной плате, к жёсткому диску, к оптическому приводу, и к видеокарте.

Чтобы рассчитать энергопотребление устройств персонального компьютера, понадобится запустить программу, которая путем подбора устройств ПК выявит мощность компьютерной системы.

Если сменить материнскую плату на бюджетную, тогда потребляемая мощность системы уменьшится на 24 Вт, что составит 8,2% от общей мощности. Почему так происходит? Дело в том, что в материнской плате бюджетного класса в 2 раза меньше элементов компьютерной системы (слотов, портов, интерфейсов, разъёмов и т.д.), чем в материнской плате среднего класса. За счёт этого у системной платы бюджетного класса энергопотребление меньше, чем у материнской платы среднего класса.

Если заменить видеокарту на самостоятельное решение, а именно GeForce GTX 1070, тогда потребляемая мощность резко увеличится на 186Вт, что составит больше потребляемой мощ-

ности на 64,13%. Почему даже слабая видеокарта потребляет такое большое количество мощности? Дело в том, что видеокарта имеет собственный графический процессор или даже два, систему охлаждения, видеопамять, систему питания, видеоконтроллер, цифроаналоговый преобразователь и т.д. Из-за этого любая видеокарта потребляет достаточное количество мощности, и если речь идёт о системе с установленными несколькими видеокартами, тогда потребуется очень мощный блок питания, так как в пиковой нагрузке энергопотребление такой системы может достигать от 700Вт до 1 кВт и более. Если пользователь решает использовать офисные приложения в качестве работы, тогда видеокарта будет потреблять сравнительно немного мощности (50Вт-60Вт), так как нагрузка на видеокарту небольшая и потребление энергии падает в несколько раз. Но если цель пользователя- работа со сложными трёхмерными изображениями, современные трёхмерные игры, тогда видеокарта начинает работать на полную мощность и может потреблять от 80 Вт до 350 Вт и даже более.

Вывод: в зависимости от характера входного тока, потребляемая мощность блока питания элементами (жесткие диски, материнская плата, оптические приводы, процессор, система охлаждения, видеокарта) может меняться.

Таким образом в докладе представлена статистика потребления активной мощности блоками питания. При возникновении отказов ПК в следствии уменьшения мощности блока питания изменяется характер работы, появляются внешние признаки отказов и зависимость от отказов других элементов, уменьшаются возможность дальнейшего полноценного использования системы, появляется необходимость оценить возможность устранения отказов, характер устранения основных параметров отказов позволяет определить причины возникновения отказов.

С помощью KSA Power Supply Calculator был произведен анализ мощности различных компонентов компьютерной системы. Показана сравнительная характеристика основных элементов компьютера.

Разработка методического обеспечения по использованию ячейки КРУЭ 220 кВ в качестве объекта автоматизированного управления

*Трофимов А. В., Поляков А. М., Мурзинцев А. В.,
Тамашук И. И., Янковский Р. В.*

Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Москва, РФ
trofimovav@mpei.ru

В 2017 году лабораторная база МЭИ получила мощное развитие в виде действующей ячейки КРУЭ 220 кВ /1/. Для эффективного использования сложного оборудования в учебном процессе серьёзно стоит задача разработки учебно-методических материалов. В данном докладе мы рассмотрим аспекты разработки методических материалов для курса по основам автоматизированных систем управления электротехническим оборудованием (АСУ ЭТО) электростанций и подстанций.

Условно оборудование АСУ ТП можно разделить на три уровня /2/.

К верхнему уровню относятся средства хранения и представления информации. К среднему уровню относятся устройства, которые непосредственно связаны с объектом управления.

С их помощью обеспечивается сбор информации и выдача команд управления, необходимых для функционирования подсистем и реализации всех функций АСУ ТП. Здесь используется набор специализированных или многофункциональных интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ). Эти два уровня реализуются в виде программно-технического комплекса (ПТК).

К нижнему уровню относятся датчики и исполнительные устройства, которые формируют сигналы о состоянии объекта управления и обеспечивают реализацию управляющих воздействий. Использование действующего оборудования КРУЭ позволяет в полной мере изучить реализацию полевого уровня АСУ ТП, связанного с объектом управления.

Измерительные трансформаторы тока и напряжения являются источниками аналоговых сигналов. Для управления коммутационными аппаратами обычно используется типовый набор сигналов. Дискретные входные сигналы формируются от блок-контактов коммутационных аппаратов и концевых выключате-

лей исполнительных механизмов («Включен» / «Отключен»), от контактов органов ручного управления. Дискретные выходные сигналы («Включить» / «Отключить») воздействуют на электромагниты включения и отключения выключателей и магнитные пускатели приводов разъединителей и заземлителей. Возможность сопоставления принципиальных электрических схем вторичных цепей с их аппаратной реализацией, а также возможность физически увидеть, как это работает, существенно повысят качество приобретения практических компетенций.

Другим важным аспектом наличия “живого” железа является возможность наработки материалов для электронных учебно-методических комплексов: фотографии изнутри, видеоролики работы оборудования. Это особенно важно для организации дистанционного обучения основам организации АСУ ТП электроустановок, которое проводится на кафедре «Электрических станций» /3/. В частности, разработаны видео уроки, оживляющие работу схем управления коммутационных аппаратов (выключателя, разъединителей, заземлителей).

Ещё одно направление разработки методических материалов – создание комплекта рабочей документации на вторичные цепи ячейки КРУЭ в рамках системы автоматизированного проектирования /4/. Это с одной стороны позволит иметь полный комплект рабочей документации. С другой стороны, наличие базы данных проекта позволяет организовать наглядную «навигацию» по документации.

Литература

1. Самылов П. Опыт эксплуатации КРУЭ в ОАО «МОЭСК»/– Электроэнергия. Передача и распределение. 2012. № 2 (11). С. 100–101.
2. Трофимов А.В. Поляков А.М. Основы организации микропроцессорных автоматизированных систем управления технологическими процессами электроустановок: учебное пособие. – М: Издательство МЭИ, 2015. 128 с.
3. Трофимов А.В. Дистанционное обучение основам организации АСУ ТП электроустановок. – Энергетик, 2016. N5, с.43–46.
4. Трофимов А.В., Трофимов В.А., Азаров А.Н. Комплексный подход при автоматизированном проектировании цифровых подстанций. – Автоматизация и ИТ в энергетике, 2017, N2, с. 28–31.

О цифровой экономике и «умном» городе

Хузмиев И. К.

д.т.н., профессор, Республика Северная Осетия – Алания
izmailh@mail.ru

Термин «цифровая экономика» впервые начал использовать Дон Тапскотт, автор книги «Электронно-цифровое общество», изданной в 1994 году. Это явление не просто касается отрасли ИКТ, а глубоко трансформирует всю экономику, то есть цифровая экономика – это новая парадигма ускоренного экономического развития.

Можно полагать, что будущее жизнеустройство будет опираться на экономику, основанную на сетевых децентрализованных локальных малозатратных ресурсо- и энергосберегающих технологиях с интеллектуальными активно-адаптивными системам контроля и управления («умные» системы). Ее можно рассматривать как сетевую структуру, состоящую из узлов различной природы, связанных между собой многочисленными формальными и неформальными связями для обмена материальными и нематериальными ресурсами. Отдельные узлы общей системы могут представлять собой различные подсистемы жизнеобеспечения в виде отдельных специализированных сетей.

«Умный» город – это сложная техноэкосистема людей, процессов, политики, технологий, городского хозяйства, инфраструктуры, базы данных, сервисы, приложения и других факторов, работающих вместе для поддержания устойчивого комфортного образа жизни горожан. Сюда входят политико-административные системы, администрирование, мобильность, сети, сооружения, здания, инфраструктурные объекты, большие и открытые данные, услуги и финансирование, коммуникации (связь), жилье, энергетика, водоснабжение, уборка отходов, здравоохранение, образование, рекреация и спорт, культура, транспорт. Город можно рассмотреть как интеллектуальную активно-адаптивную сеть, которую можно представить в виде совокупности автономных ячеек-узлов (отраслей), объединенных общими связями – сетями различной природы. Ячейки-узлы системы – это активно-адаптивные микросети на базе группы потребителей-поставщиков различных услуг, связанными между

собой. По сути, в каждом узле сети может происходить производство, использование-потребление, обмен-транспорт-хранение различных ресурсов. Сетевую архитектуру сети можно рассматривать как двухмерную структуру с многочисленными связями узлов между собой, состоящую из общественных структур, технологических установок, устройств и сооружений с известными параметрами с заданными граничными условиями. Граничные условия включают в себя также требования к результату, то есть к целевой функции. Поставленные цели при этом должны достигаться с минимальным расходом ресурсов, с получением заданных показателей не ниже некоторых заданных величин. За всеми процессами должен происходить контроль, мониторинг, диагностика и управление посредством с помощью современных компетенций на базе информационных технологий. Ясно, что мониторинг и принятие решения в должны осуществляться «умным» активно-адаптивным центром управления, технологической основой которого являются цифровые информационные технологии. В основе такого управления лежит концепция минимизации транзакционных издержек.

Реализация указанной системы предусматривает выполнение работ по созданию идеологии, схем построения, разработки программного обеспечения, поставке и монтажу оборудования и специальных технических средств, обучению пользователей. При этом создаваемая система должна обеспечивать возможность ее модификации и адаптации к изменяющимся условиям и требованиям.

В предлагаемой концепции системы мониторинга и управления основным показателем, характеризующим устойчивость работы системы, является комплексный показатель устойчивости P , состоящий из субпоказателей p и параметров k , характеризующих состояние отдельных подсистем управляемой системы.

Для разработки информационно-управляющей системы мониторинга и управления «умного» города на основе интегрального показателя устойчивости необходимо следующее:

- Обоснование и разработка комплексного показателя устойчивости, субпоказателей и параметров, характеризующих состояние всех элементов системы.

- Разработка информационного и программного обеспечения по объектно-ориентированному принципу, обеспечение

возможности простого расширения и сопровождения системы с использованием нейропрограммирования.

– Применение современных аппаратно-программных систем слежения, поддерживающих сетевое взаимодействие по технологиям и протоколам, соответствующим требованиям современных информационных технологий.

– Создание пользовательского интерфейса, ориентированного на простое и понятное представление о режимах функционирования управляемой системы и окружающей среды.

Приведенная концепция информационно-управляющей системы может быть использована при разработке концепции «Умный город» и будет способствовать деbüroкратизации общества и созданию комфортных условий проживания.