

Д. т. н., профессор **Грунтович Николай Васильевич**, д. т. н., профессор **Грунтович Надежда Владимировна**, ГТУ им. П. О. Сухого, ООО «Центр научно-прикладных проблем энергетики»

«Модернизация электрохозяйства промышленных предприятий. Совершенствование подготовки инженеров-энергетиков в вузах Республики Беларусь»

Цитаты из выступления Президента Республики Беларусь на заседании Совета Министров «Об итогах социально-экономического развития Республики Беларусь за 2012 год и задачах на 2013 год» 1 марта 2013 г.:

«Каждое предприятие должно иметь план модернизации не просто на бумаге, а подкреплённый эффективным бизнес-планом. Таким проектам государство окажет поддержку...»

«... ссылака на нехватку ресурсов для модернизации не принимается...»

Остановимся на некоторых проблемах, связанных с модернизацией электрохозяйства промышленных предприятий.

1. Замена устаревшего асинхронного электропривода и двигателей постоянного тока высокоэффективными надёжными приводами на основе ВИД — вентильно-индукторных двигателей (рис. 1). Сравнительные характеристики указанных приводов приведены в табл. 1.

С учётом того, что трудоёмкость изготовления ВИД примерно на 70 % меньше, чем коллекторного двигателя и на 30–40 % меньше, чем АД, экономия энергии при применении ВИД может составить 10–18 %, существенно ниже затраты на эксплуатацию и ремонт, целесообразно рассмотреть вопрос организации выпуска этих двигателей в Беларуси совместно с Россией. Это позволит реально в сжатые сроки модернизировать электропривод. Предприятиям необходимо определиться с мощностным рядом.

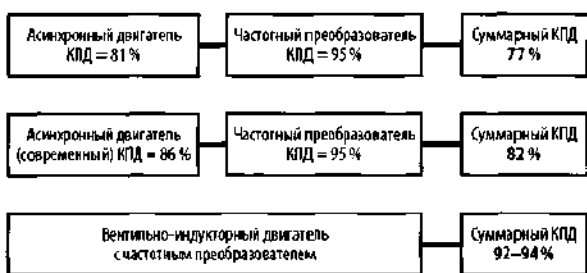


Рис. 1. Пути модернизации электрического привода

Таблица 1. Сравнение КПД ВИД и АД мощностью 30 кВт для привода водяных насосов (данные НПП «Электромаш», Новочеркасск, РФ)

Частота вращения, об./мин	КПД ВИД	КПД АД
600	0,94	0,92
1500	0,92	0,88

Пример.

Мощность привода $P_{ном} = 2000$ кВт;

КПД АД $\eta_{АД} = 0,81$; КПД ВИД $\eta_{ВИД} = 0,92$;

Время работы за год составляет 7308 часов.

Экономия электрической энергии от установки ВИД оценим через снижение потерь:

$$\Delta W = P_{ном} \cdot (1/\eta_{АД} - 1/\eta_{ВИД}) \cdot t_{раб} = 2000 \cdot (1/0,81 - 1/0,92) \cdot 7308 = 2\,149\,187 \text{ кВт}\cdot\text{ч.}$$

При тарифе 1500 руб./кВт·ч стоимость сэкономленной энергии составит 3223 млн. бел. руб.

Стоимость ВИД — 2322 млн. бел. руб.

Срок окупаемости при трёхсменной работе — 0,77 года, при односменном режиме — чуть более 2 лет.

2. Замена нескольких насосных агрегатов, работающих параллельно, центробежными насосами с высоким КПД в широком диапазоне производительности на основе 2–3-ступенчатых рабочих колёс. Целесообразно организовать в Беларуси выпуск таких насосов.

3. Разработать открытые экспертные системы по управлению энергоэффективностью. Компьютерными программами на их основе должны оснащаться современные системы технического учёта. Это позволит:

- ♦ снизить потребление ТЭР на 3–18 % в зависимости от суточной динамики удельного расхода ТЭР на выпуск продукции;
- ♦ отказаться от проведения энергетического обследования;
- ♦ свести к минимуму влияние человеческого фактора на нерациональное использование ТЭР;
- ♦ выявить низкоэффективное оборудование и проводить модернизацию на основе современной методологии.

4. Разработать и широко использовать на предприятиях промышленности и энергетики открытые экспертные системы комплексного технического диагностирования электрических машин, трансформаторов, кабелей. Это позволит:

- ♦ организовать ремонт электрооборудования по результатам диагностирования, а не по регламенту;
- ♦ снизить или вообще исключить внезапные отказы электрических машин, трансформаторов и кабелей;
- ♦ уменьшить финансовые и временные затраты на ремонт;
- ♦ увеличить срок эксплуатации электрооборудования.

Первая экспертная система по вибродиагностированию АД и подшипников качения была разработана в 1998 г. совместно с БГУИР по заданию концерна «Белэнерго». Система позволяла не только регистрировать спектры вибрации, но и проводить их анализ с выдачей протоколов дефектов, а также протоколов по их устранению с прогнозом развития дефектов. Разработанные алгоритмы и программы на их основе показали хорошие результаты, однако были разработаны под устаревшую теперь операционную систему MS DOS.

Вторая экспертная система по комплексному диагностированию трансформаторов 110 кВ по заданию концерна «Белнефтехим» была разработана в 2005–2006 гг. Программа позволяла анализировать техническое состояние трансформатора по шести параметрам. Два параметра могли контролироваться в автоматическом режиме: вибрация бака трансформатора и измерение tgδ вводов 110 кВ. Эти два примера показывают, что нет научно-технических проблем по разработке и применению экспертных систем.

5. Для обеспечения комплексного диагностирования различного оборудования, определения потерь электрической и тепловой энергии при проведении энергетического обследования, успешной, непрерывной модернизации предприятий в республике должен быть освоен выпуск современных переносных приборов. Сегодня все эти приборы покупаются за валюту, например: приборы вибродиагностирования; регистрации частичных разрядов в изоляции электрических машин и кабелей, акустической эмиссии; измерения tgδ; тепловизоры, хроматографы газов в трансформаторном масле; вольтамперфазометры и др. Наряду с выпуском в Беларуси, приборы, которые сертифицированы в России, должны автоматически включаться в белорусский реестр после согласия российской стороны.

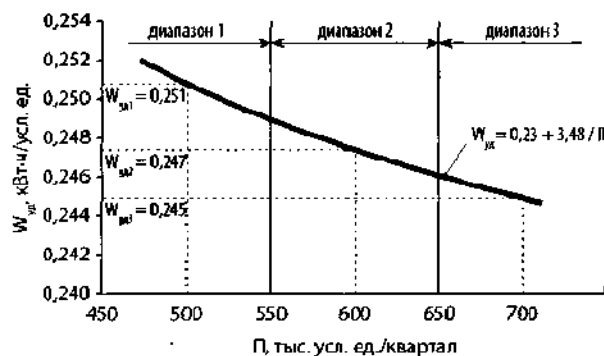
6. Большая и одновременно близкая всем проблема нормирования расхода ТЭР. Мы никуда не денемся от той системы нормирования, которая сложилась в стране. Государственный контроль в области эффективности расходования ТЭР необходим из-за:

- ♦ низкой обеспеченности собственными энергоресурсами;
- ♦ неизбежного роста их стоимости;
- ♦ высокой доли затрат на энергоресурсы в себестоимости продукции.

Нормирование потребления ТЭР решает три основных задачи:

- ♦ определения энергетической составляющей затрат в структуре себестоимости продукции;
- ♦ определения плановой потребности ТЭР;
- ♦ оценки эффективности использования ТЭР.

Поэтому нормы расхода ТЭР должны быть объективными, а не искусственно заниженными. Нормы — это зеркало не только эффективного использования ТЭР, но и загрузки производственных мощностей. Нормы расхода ТЭР, кроме сезонного фактора, должны учитывать и объёмы выпуска продукции, а в условиях, когда на предприятиях республики условно-постоянная составляющая расхода ТЭР может достигать в максимуме 70 %, нормы должны быть дифференцированы по объёмам выпуска продукции (рис. 2).



Вид продукции	Диапазон выпуска продукции, тыс. усл. ед./квартал	Норма расхода ЭЭ, кВт·ч/усл. ед.
Швейные изделия	до 550	0,251
	550–650	0,247
	свыше 650	0,245

Рис. 2. Выделение диапазонов выпуска продукции и соответствующих удельных расходов электроэнергии

Предложение в Резолюцию Съезда: усовершенствовать систему нормирования ТЭР за счёт развития и внедрения методов нормирования, использующих современное математическое моделирование.

7. Ещё одна проблема связана с отсутствием методик, позволяющих объективно оценить деятельность предприятий при реализации программ энергосбережения и модернизации технологического процесса. Из-за наличия условно-постоянной составляющей в расходе электроэнергии и изменения объёма выпуска продукции в отчётном периоде по сравнению с базисным (точка состояния системы на момент оценки текущего состояния энергоэффективности) эффективность внедрения мероприятий по энергосбережению может быть существенно снижена.

Предложение в Резолюцию Съезда: усовершенствовать методологию энергообследований предприятий путём совершенствования методики оценки эффективности внедряемых мероприятий и прогрессивных норм расхода ТЭР на основе расчётно-статистических моделей расхода ТЭР.

Предложения нужно включить в новую государственную научно-техническую программу модернизации.

В настоящее время в сфере энергоэффективности выполняются 4 научно-технические программы:

- 1) ГПНИ 02 «Энергоэффективность», 2011–2015 гг. Исполнитель: ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси»;
- 2) ГНТП 01 «Энергетика-2015», 2011–2015 гг. ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси»;
- 3) ГПНИ 01 «Энергобезопасность и надёжность энергоснабжения», 2011–2015 гг. РНПУП «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси», Белорусский национальный технический университет, Министерство образования Республики Беларусь;
- 4) «Научное сопровождение развития атомной энергетики в Республике Беларусь на 2009–2010 гг. и на период до 2020 года».

Более 10 лет назад я пытался в рамках ГНТП создать диагностический комплекс асинхронных двигателей и подшипников качения. Была поддержка таких предприятий, как Могилёвское и Гродненское «Химволокно», завод «Эталон» дал согласие на изготовление комплекса. Экспертный совет при Госкомитете по науке и технологиям вынес вердикт, что это государству не надо. В результате Мозырский НПЗ, «Могилёв Химволокно», «Гродно-Азот» и другие предприятия покупают эти комплексы за валюту. По моим рекомендациям в «Белэнергоремналадке» была разработана конструкторская документация и изготовлен первый стенд в Беларуси для входного контроля подшипников качения. На Минской ТЭЦ-5 после проверки первой партии подшипников качения уже по спектру вибрации специалисты могли определить завод-изготовитель того или иного подшипника. При проверке подшипников качения на «Беларуськалии» было установлено, что порядка 40 % новых подшипников из взятой выборки оказались низкого качества. Причём японский подшипник со сваки оказался по виброакустическим характеристикам лучше некоторых новых российских, белорусских и украинских.

Для разработки экспертных систем необходимы:

- 1) финансы.
- 2) программисты, знающие системы искусственного интеллекта.
- 3) эксперты-специалисты для разработки алгоритмов.

Высококвалифицированные программисты и эксперты в стране есть. Дело за малым — нужны решения.

О совершенствовании подготовки инженеров-энергетиков в Республике Беларусь

Сегодня имеются серьёзные проблемы в подготовке высококвалифицированных энергетиков. Анализ результатов экзаменов показывает, что 57 % студентов специальности «Электрические системы и сети» и 28 % студентов специальности «Электроснабжение промышленных предприятий» имеют средний бал ниже 5,5.

Это не просто посредственные, это неопределённые знания. Не думаю, что «специалисты» с такими знаниями будут решать на предприятиях задачи модернизации на основе инновационных технологий. В связи с этим предлагается внести в решение Съезда следующее.

1. Если после окончания 4-го курса средний балл у студента меньше 5,5, то ему надо выдавать диплом бакалавра с распределением и двухгодичной отработкой на предприятии. Через 2 года после успешной сдачи экзамена по базовым дисциплинам возможно возвращение в вуз и после года обучения защитить дипломный проект и получить диплом. Такое положение в высшем образовании будет стимулировать студентов к серьёзной учёбе, соответственно, страна получит больше квалифицированных специалистов. Данное предложение было озвучено на заседании кафедры «Электроснабжение» несколько дней назад. Возражений не поступило.

2. Переработать учебные планы и программы для энергетических специальностей с учётом изучения современного и перспективного оборудования. Исключить такие дисциплины, как «Основы предпринимательской деятельности», «Управление интеллектуальной собственностью» и др. Дисциплина «Охрана труда» должна изучаться на предприятии во время прохождения производственной практики. Высвободившиеся часы выделить для глубокого изучения энергосберегающих технологий, организации СТОиР на основе современных методов технического диагностирования. Учебные программы и учебно-материальная база должны строиться на основе инновационных технологий и оборудования.

3. Рассмотреть вопрос о существующей рабочей неделе в вузах. Суббота была высвобождена от занятий для самостоятельной работы студентов. В результате учебный день недели — с 8⁰⁰ до 16³⁰, без отдыха и полноценного обеда. После таких изнурительных 5 дней учёбы какие могут быть занятия в субботу?

На сегодняшний день в Республике Беларусь есть достаточный научный потенциал и инновационные технологии для успешного решения задач модернизации.