

ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК

ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ



№1/2006

СОДЕРЖАНИЕ

НОВОСТИ ЭНЕРGETИКИ

3

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

13

Как правильно организовать техническое обслуживание сложного оборудования

13

РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ

16

Аккумуляторы нового поколения для электротранспорта

16

ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВО

23

Автономные источники электроснабжения предприятий

23

Применение динамических компенсаторов искажений напряжения с целью обеспечения надежности электроснабжения потребителей

28

Автоматические выключатели – основные понятия

39

Современные ячейки (камеры) и комплектные устройства для РУВН и РУНН

51

Системный подход обеспечению надежной эксплуатации изоляции электрооборудования в электрических сетях среднего и высокого напряжения

54

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

61

Традиционное и альтернативное теплоснабжение объектов малой тепловой мощности

61

Методические рекомендации по проектированию и монтажу узла учета тепловой энергии

65

Регулирование и взаимозаменяемость насосов

68

ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЕ

72

Анализ подходов к реконструкции системы воздухообеспечения

72

ЖУРНАЛ

«ГЛАВНЫЙ ЭНЕРГЕТИК» №1/2006

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-15358
от 12 мая 2003 года

Редакционная коллегия

В.В. Жуков – д.т.н., профессор, член-корр. Академии электротехнических наук РФ, директор Института электроэнергетики

Э.А. Киреева – профессор кафедры электроснабжения промышленных предприятий, МЭИ

М.Ш. Мисриханов – д.т.н., профессор, ген. директор «ФСК. Межсистемные электрические сети Центральной России»

В.А. Старшинов – д.т.н., профессор, зав. кафедрой электрических станций, МЭИ

Н.Д. Торопцев – д.т.н., профессор кафедры электроснабжения, Карачаево-Черкесской государственной технологической академии

А.Н. Чохонелидзе – д.т.н., профессор Тверского государственного технического университета

Главный редактор
С.А. Леонов

Выпускающий редактор
Н.А. Пунтус
Верстка

Е.Б. Евдокимова
Корректор
С.В. Борисова

Журнал на I полугодие 2006 года распространяется через каталог: Агентство «Роспечать», ООО «Межрегиональное агентство подписки» (МАП)

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Тел.: (495) 925-93-50, 131-73-95

Адрес: 119602, Москва, а/я602.

Email: glavenergo@mail.ru

Адрес сайта: www.glavenergo.panor.ru

Подписано в печать 25.06.05
Формат 60x88/8, Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 14

Тираж

Заказ №



При подготовке материалов данного номера были использованы материалы изданий: журнал «ОТОПЛЕНИЕ. ВОДОСНАБЖЕНИЕ. ВЕНТИЛЯЦИЯ. КОНДИЦИОНЕРЫ»; <http://truba.com.ua>; www.nice.nnov.ru; www.entecheco.com; «Промышленные АСУ и контроллеры»; журнал «ЭСКО»

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

75

Ремонт без проблем

75

ОБМЕН ОПЫТОМ

78

Результаты опытной эксплуатации преобразователя частоты МИР ПЧ-01 в МУП «Теплокоммунэнерго» г. Омска

78

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

81

Основные принципы построения систем мониторинга энергобалансов промышленного предприятия

81

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

85

Потенциал энергосбережения и его практическая реализация

85

ВОПРОС-ОТВЕТ

89

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

90

БЕЗОПАСНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ.
Термины и определения

90

КНИЖНАЯ ПОЛКА

108

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

109

Методические рекомендации о порядке допуска в эксплуатацию электроустановок для производства испытаний (измерений) – электролабораторий.

109

ГАЗПРОМ ЗАЯВЛЯЕТ, ЧТО РЕФОРМА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ ОСТАНОВИЛАСЬ

Реформа электроэнергетики в России остановилась, заявил заместитель председателя правления ОАО «Газпром» Александр Рязанов на конференции «Газ России – 2005».

«На наш взгляд, реформа РАО «ЕЭС России» (ПТС: EESR) остановилась. Мы не видим движения вперед и не понимаем, как это будет происходить», – заявил он. По словам А. Рязанова, газовый концерн, владеющий более 10 % акций РАО «ЕЭС России», приобрел их не для того, чтобы быть портфельным инвестором, а для того, чтобы принять участие в реформе электроэнергетики и получить за счет доли в уставном капитале РАО доступ к газогенерирующим активам.

А. Рязанов подчеркнул, что Газпром, который поставляет ежегодно предприятиям российской электроэнергетики более 148 млрд кубометров газа, а также является крупным потребителем электроэнергетики, не устраивает техническое состояние газовых электростанций РАО «ЕЭС России», коэффициент полезного действия некоторых из которых составляет около 40 %.

Газовый концерн заинтересован в модернизации этих мощностей, добавил он.

Интерфакс

РАО ЕЭС ПРЕДЛАГАЕТ РАЗРАБОТАТЬ НОВУЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ПОЛИТИКУ В РОССИИ

– РАО «ЕЭС России» предлагает разработать новую энергетическую политику в РФ и призывает государство немедленно принять меры для активизации инвестиций в отрасль – заявил председатель правления энергохолдинга Анатолий Чубайс.

Существующие темпы роста энергопотребления в стране, существенно

опережающие параметры, заложенные в энергостратегии РФ до 2020 года, высокий износ энергооборудования при сохраняющемся подходе к установлению тарифов на электроэнергию может в ближайшие годы привести к катастрофе, сказал А. Чубайс. Меры по решению этой проблемы РАО ЕЭС назвало «Новой энергетической политикой», которая включает в себя необходимость разработки концепции технической политики в электроэнергетике, программы развития энергомашиностроения, разработку долгосрочной программы развития и размещения энерго мощностей, а также предложения по корректировке тарифной политики. «Целью Новой энергетической политики является немедленная и долгосрочная активизация инвестиций в энергетику. И то, и другое откладывать нельзя», – подчеркнул А. Чубайс.

Он отметил, что решение задач такого масштаба должно лежать на государстве. РАО ЕЭС уже провело первое обсуждение своих предложений в министерствах и ведомствах, отметил глава энергохолдинга. «Есть стартовое понимание, мы твердо рассчитываем, что нас поймут», – сказал он.

По данным главы РАО ЕЭС, реальный прирост энергопотребления в РФ по итогам 2005 года оказался в полтора раза выше уровня, заложенного в энергостратегию, а в отдаленных наиболее динамично развивающихся регионах, этот разрыв между прогнозным и фактическим уровнем еще больше и достигает более четырех раз. Существующий прирост энергопотребления через несколько лет будет неспособен обеспечить рост энергопотребления, заявил А. Чубайс. Так, по его словам, объединенная энергосистема центра между 2007 - 2008 годами «окажется с нулевым балансом, а далее - с дефицитом», на Урале дефицит мощности прогнозируется с 2008 года, в Сибири - с 2009 года.

«Дефицит мощности невозможно ликвидировать в месяц», – подчеркнул А. Чубайс. «Я убежден в том, что энергетика в целом входит в новую стадию,

когда, если не принять мер, энергетика будет держать и всю экономику, и социальную сферу», – сказал он.

Интерфакс

РАО ЕЭС НЕ ИСКЛЮЧАЕТ ЗАКЛЮЧЕНИЯ «ПИЛОТНЫХ» ДОЛГОСРОЧНЫХ ДОГОВОРОВ НА ЭНЕРГОРЫНКЕ УЖЕ С АПРЕЛЯ 2006 г.

Новая модель оптового рынка электроэнергии РФ, включающая, в частности, «спотовый» рынок без ограничения цены и систему регулируемых двусторонних договоров, может быть запущена с 1 апреля 2006 года, сообщил председатель правления РАО «ЕЭС России» Анатолий Чубайс на телефонной конференции для инвесторов по итогам заседания совета директоров энергохолдинга.

«Судя по обсуждению на совете директоров и в министерствах, эта модель и эти сроки в целом приемлемы», – сказал он.

При этом предполагается, что регулируемые договоры будут сначала заключаться на срок до конца 2006 года, а долгосрочные - 3-5-летние - с 1 января 2007 года. Но А. Чубайс не исключил, что с 1 апреля могут быть заключены и долгосрочные договоры в качестве «пилотных» проектов. «Возможно, что уже с апреля 2006 года в качестве «пилотных» проектов нам удастся запустить и долгосрочные договоры, не дожидаясь 2007 года», – сказал он.

Последующие преобразования регулируемых договоров в свободные по сути дела, завершат создание оптового целевого рынка электроэнергетики, заключил он. Предполагается, что регулируемые договоры будут заключаться на все 100 % объема годового энергобаланса оптового рынка - на этом, по словам А. Чубайса, настаивает Федеральная служба по тарифам. Причем на «спотовом» рынке можно будет покупать/продавать не только «отклонения» от планового ба-

ланса, но и «ту электроэнергию, которую вы специально купили для целей продажи», сказал он.

«Даже при 100%-м охвате рынка балансом ФСТ, рынок на сутки вперед может оказаться не меньше, а больше существующего сегодня конкурентного энергорынка», – не исключает глава РАО.

Кроме того, он обратил внимание, что «в конструкции рынка на сутки вперед полностью снимается ценовой предел, который существует сегодня на рынке (в секторе свободной торговли существует так называемый price cap. – ИФ)». Также, по его прогнозу, уже в 2006 году может быть пущен рынок мощности.

Интерфакс

МИНПРОМЭНЕРГО И РАО «ЕЭС РОССИИ» ДО КОНЦА 2007 ГОДА РАЗРАБОТАЮТ СИСТЕМУ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Минпромэнерго и РАО «ЕЭС России» до конца 2007 года разработают систему технических регламентов в электроэнергетике. Об этом на круглом столе «Техническое регулирование электроэнергетической отрасли в целях обеспечения надежности электроснабжения» заявила директор департамента технического регулирования и метрологии Минпромэнерго РФ Марина Глазатова.

По ее словам, в настоящее время департамент ТЭК Мнпромэнерго совместно с РАО «ЕЭС России» готовят 10 технических регламентов, устанавливающих требования к эксплуатации электростанций, электросетей и отдельных видов оборудования, в частности, «О безопасности электроустановок», «О безопасности систем электроснабжения», «О безопасности оперативно-диспетчерского управления энергосистемами». М. Глазатова заявила, что эта программа недавно была рассмотрена и одобрена межве-

домственной комиссией по техническому регулированию.

Как отметил в беседе с журналистами член правления РАО «ЕЭС России» Василий Зубакин, в настоящее время в нормативной базе электроэнергетического сектора действует более 2 тыс. принятых в разное время документов, которые не согласованы между собой. Он заявил, что новые технические регламенты будут обязательны вне зависимости от того, кто будет являться собственником энергокомпании, частное лицо или государство. По его словам, национальные стандарты будут разработаны в соответствии с мировой практикой.

Кроме того, участники круглого стола отметили, что введение новой системы технических регламентов устраним несоответствие между ранее действовавшими нормами, а также требования, не имеющие отношения к обеспечению надежности и безопасности в электроэнергетическом секторе, что приведет к значительной экономии средств.

Напомним, в 2002 году был принят Федеральный закон «Об основах технического регулирования в РФ», в соответствии с которым все обязательные требования к продукции и ее производству устанавливаются только техническими регламентами, которые принимаются на уровне федеральных законов или постановлением Правительства РФ. При этом технические регламенты должны содержать минимальные требования, направленные на обеспечение безопасности для граждан и государства. Закон также направлен на упорядочение системы контроля и надзора в области технического регулирования.

АКМ

ПЕРЕКРЕСТНОЕ СУБСИДИРОВАНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ В 2008-2009 ГГ. БУДЕТ СВЕДЕНО К МИНИМУМУ, ОЖИДАЕТ РАО ЕЭС

Объем перекрестного субсидирования в электроэнергетике, который

сейчас оценивается в 60 млрд. рублей, ежегодно будет сокращаться на 14–15 % и в 2008–2009 годах сведется к минимуму, ожидает начальник департамента экономической политики РАО «ЕЭС России» Игорь Кожуховский.

На пресс-конференции он напомнил, что правительство РФ уже предпринимает шаги по ликвидации перекрестного субсидирования – явления, когда заниженный тариф на электроэнергию для населения компенсируется за счет промышленных предприятий.

Так, в 2005 году во многих регионах РФ энерготарифы для населения росли опережающими темпами по сравнению с тарифами для промышленности – 19 % против 5 %. В 2006 году ожидается аналогичная ситуация с тарифами, предельные уровни роста которых ежегодно определяет правительство РФ (в среднем по России) и Федеральная служба по тарифам (предельные уровни для каждого региона).

Кроме того, в правительстве сейчас решается вопрос о введении так называемой социальной нормы потребления, в рамках которой население сможет оплачивать электроэнергию по пониженному тарифу, а свыше – по экономически обоснованному, напомнил И. Кожуховский. Он предположил, что социальная норма может составить в среднем по РФ 150 кВт.ч в месяц – примерно столько (150–200 кВт.ч) потребляет ежемесячно средняя российская семья, тратя на это 250–300 рублей.

Социальная норма должна быть дифференцирована по регионам – в зависимости от доходов, считает глава департамента РАО. Между тем, по его мнению, социальная норма вряд ли будет введена в России в 2006 году – этот год уйдет на разработку механизма.

Но в ряде регионов процесс ликвидации перекрестного субсидирования между различными категориями потребителей близится к завершению, сказал И. Кожуховский. В качестве примера он привел Московский регион, где средний тариф на электроэнергию в 2006 году вырастет до 1,27 руб/кВт.ч, а для населения

– до 1,8–1,9 руб/кВт.ч (это предельные уровни роста для Москвы, окончательный тариф еще не установлен. - ИФ).

«С 2007 года московский рынок электроэнергии будет практически недеформирован перекрестным субсидированием», – прогнозирует представитель РАО.

При этом, по его словам, РАО «ЕЭС» будет стремиться к сглаживанию диспропорции между тарифами на электроэнергию в регионах РФ, особенно, в соседних. «Нереально, чтобы тарифы были одинаковыми, но сгладить диспропорцию между тарифами будем стремиться», - сказал И. Кожуховский, приведя в качестве примера Иркутскую область и Бурятию, где разрыв составляет примерно 4 раза. Несмотря на то что темпы роста тарифов на электроэнергию в РФ отстают от фактической инфляции, рентабельность энергокомпаний РАО ЕЭС не меняется - в 2005 году этот показатель составил 7-8 % в среднем по энергохолдингу, в 2006 году - ожидается на таком же уровне, отметил глава департамента РАО. «Это не жирная, абсолютно рабочая рентабельность», - сказал он.

Как сообщалось ранее, правительство РФ в 2006 году решило ограничить рост тарифов на электроэнергию в среднем по стране на 7,5 % при прогнозной инфляции 9,5 % (в 2005 году - 9,5 % и 11 %, соответственно).

Интерфакс

РАО ЕЭС ПРЕДЛАГАЕТ С 2007 г. СОЗДАВАТЬ В ФЕДЕРАЛЬНОМ БЮДЖЕТЕ СОЦРЕЗЕРВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПЕРЕКРЕСТНОГО СУБСИДИРОВАНИЯ

РАО «ЕЭС России» в рамках ликвидации проблемы перекрестного субсидирования в электроэнергетике предлагает с 2007 года создавать в федеральном бюджете РФ специальный социальный резерв (резерв обес-

печения доступности электроэнергии) для компенсации энергоснабжающим организациям заниженного энерготарифа для социально значимых категорий потребителей.

РАО ЕЭС предлагает легализовать перекрестное субсидирование за счет социального резерва, который будет формироваться из ежемесячного целевого неналогового сбора в бюджет с участников оптового энергорынка. При этом главным распорядителем соцрезерва планируется определить Федеральную службу по тарифам (ФСТ).

Предполагается, что субсидии из соцрезерва будут получать энергосбытовые компании/гарантирующие поставщики, которые осуществляют энергоснабжение социально значимых категорий потребителей. Выплаты предлагается производить ежеквартально на основании заявок, согласованных с региональными энергетическими комиссиями (РЭК).

Предполагается, что такой механизм будет действовать до окончания переходного периода реформирования электроэнергетики, затем его заменит система адресных бюджетных субсидий для населения, говорится в материалах РАО.

Для реализации нового механизма субсидирования необходимо будет принять ряд изменений в федеральные законы, а также пакет постановлений Правительства РФ и методических указаний ФСТ РФ.

ВЕЧНАЯ РЕФОРМА. РАО ЕЭС ДОЖДЕТСЯ СЛЕДУЮЩЕГО ПРЕЗИДЕНТА

Похоже, сроки энергореформы вновь сдвигаются. По плану РАО «ЕЭС России» должно прекратить свое существование до конца следующего года. Но на самом деле случится это не раньше 2008 г., следует из внутренних материалов РАО. То же самое утверждают и чиновники, и даже сам предправления РАО ЕЭС Анатолий Чубайс уже не столь категоричен насчет срока завершения реформы.

За реформу электроэнергетики Анатолий Чубайс взялся в 1998 г., как только возглавил РАО ЕЭС. Сначала его планы укладывались в шесть лет, и стратегию энергохолдинга даже назвали «3 + 3»: три года реформаторам нужно было на подготовку, а еще три – непосредственно на изменение структуры отрасли. Но выдержать сроки не удалось: уже в 2003 г. программу переименовали в «5 + 5». Но даже по новому плану в наступающем 2006 году РАО ЕЭС должно исчезнуть, разделившись на множество новых предприятий: семь крупных оптовых генерирующих компаний (ОГК), территориальные генерирующие компании (ТГК) поменьше, владеющая магистральными линиями Федеральная сетевая компания (ФСК), Системный оператор, Межрегиональная распределительная сетевая компания и др. Еще два года отводилось на завершение корпоративных процедур, и уже к 2008 г. рынок электроэнергии, по плану реформы, должен быть полностью либерализован.

Но в материалах к заседанию комитета по стратегии и реформированию РАО про ликвидацию энергохолдинга ничего не сказано, зато говорится, что новые компании будут выделены из РАО до 2008 г. «Ориентировочно не ранее 2008 г.» закончится и их формирование. В реальность прежних планов не верит и Чубайс. «Положа руку на сердце надо признать, что завершить реорганизацию до конца 2006 г. было бы крайне сложно. До конца 2006 г. может быть принято корпоративное решение о реорганизации. Но продолжительность процедуры реорганизации такой компании, как РАО ЕЭС, явно займет больше года. Понятно, что какая-то подвижка в сроках произойдет», – заявил он в интервью «Ведомостям». Сам Чубайс думает, что этот сдвиг «не будет радикальным». «Речь не идет о переносе на пять лет, речь идет о месяцах или годе, может, чуть больше», – поясняет председатель правления РАО. А суть реформы и ее базовые идеи меняться не будут, нужно лишь «уточнение тактики», добавил он.

Но директор Prosperity Capital Management Александр Бранис считает, что сроки программы «5 + 5» вполне реальны. Практически все новые компании будут созданы к середине

следующего года и в конце его общее собрание РАО уже может рассмотреть вопрос о реорганизации компании, полагает он. Но задержка возможна по политическим мотивам, возражает бывший сотрудник энергохолдинга. «В 2007 г. никто не станет принимать столь ответственные решения накануне выборов президента, ведь это огромный риск. Стоит случиться даже небольшой аварии, и реформу припомнят не только Чубайсу», – рассуждает собеседник «Ведомостей». Кроме того, в ликвидации РАО ЕЭС заинтересован только один сотрудник энергохолдинга – Анатолий Чубайс, для которого завершение реформы – дело чести, полагает его бывший подчиненный. А остальным менеджерам РАО не хочется терять место и они заинтересованы затянуть процесс, признался собеседник «Ведомостей».

РАО ЕЭС сохранится как минимум до 2009 г., утверждает источник, близкий к одному из акционеров РАО. О том же говорят чиновники сразу нескольких профильных ведомств. «РАО нельзя ликвидировать, пока рынок электроэнергии не либерализован, а к нему еще правила не готовы – саму концепцию рынка уже несколько раз меняли», – объяснил один из них «Ведомостям».

Ведомости

«ИРКУТСКЭНЕРГО» ПРЕДЛАГАЕТ УВЕЛИЧИТЬ В 2006 г ТАРИФЫ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ ДЛЯ БАЗОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА 4,37 %, ДЛЯ ОСТАЛЬНЫХ – НА 18,75 %

ОАО «Иркутскэнерго» предлагает увеличить в 2006 г тарифы на электроэнергию для базовых потребителей на 4,37 %, для остальных потребителей – на 18,75 %, сообщил на заседании некоммерческого партнерства промышленников и предпринимателей Иркутской области его председатель Александр Касьянов.

По его данным, исходя из предложенных «Иркутскэнерго» тарифов,

стоимость одного кВт/ч для сельского населения составит 26,6 коп, для городского населения – 38 коп, для «прочих» потребителей – 43,18 коп, для базовых потребителей – 26,43 коп.

Рост тарифов на тепловую энергию предлагается в размере 11–15,5 %. Окончательно тарифы должны быть утверждены Региональной энергетической комиссией /РЭК/, дата заседания которой неоднократно переносилась из-за кадровых перестановок в администрации губернатора Иркутской области. Отсутствие утвержденных тарифов на электро- и тепловую энергию затрудняет формирование бюджета региона на 2006 г.

«Иркутскэнерго» рекомендует РЭК уменьшить разрыв роста тарифов между базовыми потребителями – ОАО «ИрАЭ-СУАЛ», ОАО «БрАЭ» компании «РУСАЛ» и «Восточно-Сибирская железная дорога» /ВСЖД/ – и так называемыми «прочими», сохранив рост тарифов для базовых потребителей не менее чем на 4,37 % по сравнению с 2005 г.

В Иркутской области тариф на электроэнергию для базовых потребителей ниже, чем для «прочих» на 44 %. Это связано с тем, что в области 76 % электроэнергии производится на ГЭС Ангарского каскада, что снижает себестоимость энергии. Доля полезного отпуска электроэнергии базовым потребителям в общем полезном отпуске «Иркутскэнерго» в настоящее время составляет 57 % (около 40 % потребляет «БрАЭ» и примерно по 10 проц – «ИрАЭ-СУАЛ» и ВСЖД). При переводе еще 10 крупных потребителей электроэнергии (ОАО «Саянскхимпласт», ОАО «Ангарская нефтехимическая компания», ООО «Усолехимпром» и др.) из разряда «прочие» в «базовые» потребление энергии последними возрастет до 70 %, что приведет к еще большему перекрестному субсидированию, а разрыв между тарифами для «базовых» и «прочих» еще более увеличится.

Среднеотпускной тариф «Иркутскэнерго» на электроэнергию для собственных потребителей в 2004–2005 гг составляет 28,11 коп за кВт ч, для базовых потребителей –

25,32 коп за кВт/ч, для городского населения – 32 коп за кВт/ч, для сельского населения – 22,4 коп за кВт/ч, для бюджетных потребителей – 28 коп за кВт/ч, для прочих потребителей – 36,4 коп за кВт/ч. Среднеотпускной тариф на тепловую энергию – 250,67 руб за Гкал.

Прайм-ТАСС

АНАЛИТИКИ ПРОГНОЗИРУЮТ РОСТ СПРОСА НА АКЦИИ ГЕНЕРИРУЮЩИХ КОМПАНИЙ

В ближайшие 2 года будет наблюдаться всплеск интереса стратегических инвесторов к акциям предприятий, которые войдут в состав оптово-генерирующих (ОГК) и территориальных генерирующих компаний (ТГК). Такую тенденцию прогнозируют аналитики ИК «Тройка Диалог».

По оценкам аналитиков, после запланированного на 2007 год раздела РАО «ЕЭС России» в свободном обращении будет находиться более 50 % акций каждой ТГК. Инвесторы также смогут приобрести на фондовом рынке почти 50%-е, если не больше, доли в большинстве ОГК. В связи с этим и предполагается, что инвесторы будут скупать акции генерирующих компаний, представляющих собой «билет» в ТГК и ОГК.

В состав ОГК войдут, в частности, Костромская ГРЭС (ОГК-3), Ставропольская ГРЭС (ОГК-2), Печорская ГРЭС (ОГК-3) и др.

Росбалт

ЗА 2 ГОДА РАБОТЫ В СЕКТОРЕ СВОБОДНОЙ ТОРГОВЛИ ОПТОВОГО РЫНКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ДЛЯ ДЗО РАО «ЕЭС РОССИИ» ПРЕВЫСИЛ 3 МЛРД РУБ.

Два года назад предприятия РАО «ЕЭС России» начали участвовать в торгах в секторе свободной торговли

(ССТ) оптового рынка электроэнергии. На сегодняшний день в торгах в конкурентном секторе принимают участие 89 дочерних компаний РАО «ЕЭС России», которые за два года работы в нем реализовали 94 млрд кВт/ч электроэнергии. Экономический эффект от работы в секторе свободной торговли для ДЗО РАО «ЕЭС России» превысил 3 млрд руб. Одним из наиболее важных событий второго года работы ССТ стал запуск 1 мая 2005 г. сектора свободной торговли на территории Сибири. На данный момент в торгах в Сибирской энергозоне принимают участие все крупнейшие энергосистемы и предприятия Сибири. Об этом сообщает департамент РАО по взаимодействию с СМИ.

20 октября с.г. был запущен балансирующий рынок электроэнергии. Эта обновленная модель сектора отклонений оптового рынка электрической энергии (мощности) переходного периода представляет собой порядок отбора поставщиков электроэнергии в режиме реального времени. Такая схема позволяет максимально сблизить рыночные механизмы торговли электроэнергией и технологию управления электроэнергетическими режимами.

Финмаркет

ЭНЕРГОДЕФИЦИТ В МОСКВЕ МОЖЕТ БЫТЬ ПРЕОДОЛЕН ТОЛЬКО ЧЕРЕЗ ДВА ГОДА

Проблему дефицита электроэнергии Москва полностью решит в течение полутора-двух лет. Как заявил первый заместитель мэра в правительстве Москвы, руководитель комплекса экономической политики и развития Юрий Росляк, «реализацией намеченной программы создания необходимых столице генерирующих мощностей в настоящее время мы занимаемся. Плотно работаем с Мосэнерго, с городскими электросетевой и теплоэнергетическими компаниями, с областными энергетическими компаниями».

По словам руководителя комплекса экономической политики и развития

Москвы, столица будет вкладывать средства городского бюджета в создание новых энергетических мощностей, в создание новой городской собственности. При этом Ю. Росляк подчеркнул, что «надеемся на помощь тех, в том числе и финансовую, кто нуждается в надежном обеспечении своего производства электроэнергией».

Как сообщает портал «Строительный мир», для развития энергосистемы нужны ресурсы, которые можно получить через рыночные механизмы. «Важно лишь не перегнуть палку», - отметил Ю. Росляк.

При этом первый заместитель мэра в правительстве Москвы Юрий Росляк подтвердил, что тарифы на электроэнергию в столице для пользователей по-прежнему будут регулироваться.

REGIONS.RU

ФАС РАЗРАБОТАЛА СИСТЕМУ ЦЕНОВОГО КОНТРОЛЯ НА ОПТОВОМ РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Федеральная антимонопольная служба (ФАС) разработала систему ценового контроля на оптовом рынке электроэнергии, сообщил в ходе семинара, посвященного правовому регулированию в электроэнергетике, замначальника управления по контролю и надзору в ТЭК ФАС Александр Пироженко. По его словам, эта система позволит выявлять игроков, занимающих доминирующее положение на рынке, и не допускать манипулирования ценами на электроэнергию.

А. Пироженко отметил, что данные предложения уже получили одобрение Минпромэнерго, МЭРТ, Росатома и внесены в Правительство РФ. Он также указал, что запуск данного механизма требует внесения изменений в новый закон о конкуренции и в закон об электроэнергетике. При этом, по его мнению, контроль в оптовом секторе рынка электроэнергии должна осуществлять не ФАС, а организатор

торгов — Некоммерческое партнерство «Администратор торговой системы» (НП «АТС»), передает РБК.

ФАС, по словам А. Пироженко, будет иметь полномочия по ведению расследования в случае выявления фактов злоупотребления на оптовом рынке электроэнергии. Как считает представитель ФАС, данные правила могут быть оформлены в виде регламентов, которые необходимо утвердить наблюдательным советом НП «АТС». В рамках реализации данной задачи может быть принято специальное постановление правительства о правилах антимонопольного контроля на оптовом рынке электроэнергии.

По словам А. Пироженко, все необходимые процедуры по запуску данной системы, включая изменения в действующее законодательство, могут занять не меньше года. До этого срока, отметил он, должны быть заложены основы системы в виде регламентов, корректирующих действующие правила оптового рынка электроэнергии.

KM.RU Бизнес

РОССИЮ ЗАСТАВЯТ ЭКОНОМИТЬ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ

Международная финансовая корпорация (IFC) объявила о начале программы по стимулированию инвестиций в энергосбережение. В рамках этой программы IFC будет предоставлять кредитные линии российским финансовым институтам, с тем чтобы они в свою очередь финансировали коммерческие инвестиционные проекты в области энергоэффективности и возобновляемых источников энергии. Первая кредитная линия в размере 4 млн долл. уже предоставлена банку «Центр-инвест». В течение года корпорация намерена увеличить эту сумму до 20 млн долл. Эксперты полагают, что усилия корпорации не увенчаются успехом, поскольку суммы инвестиций ничтожны по сравнению с реальными потребностями. А главное, у российских компаний нет стимулов

переходить на новые технологии, так как цены на энергоресурсы у нас очень низки.

По данным IFC, Россия на единицу ВВП потребляет в десять раз больше энергии, чем Англия, и в шесть раз больше, чем Канада. По оценкам некоторых экспертов, в России сжигается до 30 млрд м³ «лишнего» природного газа. «Причин тому много, но можно выделить две основных: это неэффективная структура топливно-энергетического баланса страны и нерациональное потребление природных ресурсов», – сказал RBC daily гендиректор Института проблем естественных монополий Юрий Саакян. В рамках программы по стимулированию инвестиций в энергосбережение Международная финансовая корпорация намерена предоставлять кредитные линии российским финансовым институтам, с тем чтобы они в свою очередь финансировали коммерческие инвестиционные проекты в области энергоэффективности и возобновляемых источников энергии. В дополнение к кредитным линиям IFC предоставит гарантии банкам, чтобы стимулировать кредитование проектов этого типа. По словам Майлза Стампа, руководителя программы в России, «по мере того как цены на внутророссийском рынке будут приближаться к мировым, предприятия будут вынуждены переходить на энергосберегающие технологии». По его словам, 45 % оборудования на наших предприятиях уже отслужило более 20 лет и является энергоемким. «В ближайший год мы намерены увеличить финансирование банкам до 20 млн долл.», – добавил Майлз Стамп RBC daily.

Первым банком, который согласился участвовать в программе по стимулированию инвестиций в энергосбережение, стал ростовский «Центр-инвест». Международная финансовая корпорация уже предоставила ему кредитную линию в размере 4 млн долл. «Энергоэффективные и энергосберегающие технологии – это самый надёжный способ борьбы с

ростом цен на исчерпаемые энергоресурсы, – отметил председатель совета директоров банка Василий Высоков. – Благодаря сотрудничеству с IFC и внедрению этих технологий наши клиенты получают конкурентные преимущества».

Между тем IFC далеко не первой пытается заставить россиян бережнее относиться к своим энергоресурсам. Так, в 2001 г. Правительством России была принята федеральная программа «Энергоэффективная экономика» на 2002–2005 гг. и на перспективу до 2010 года. Ее общий объем оценивался в 7 трлн руб. В рамках федеральной программы также предполагается замена устаревшего оборудования на высокотехнологичное, модернизация действующих атомных электростанций и т. п. Как отметили RBC daily в Минпромэнерго, эффективность данной программы прямо пропорциональна ее финансированию из бюджета. А его, как уже сейчас отмечают специалисты, явно недостаточно. В настоящее время правительством разрабатывается ее новая концепция, рассчитанная уже на период до 2030 года.

В связи с этим сумма в 20 млн долл., которую намерена предложить России Международная финансовая корпорация, кажется ничтожно малой для решения проблемы энергоэффективности в России. Некоторые эксперты ставят под сомнение участие IFC в отечественных проектах. «На наш взгляд, решить проблему повышения энергосбережения в России теми средствами, которые предложила Международная финансовая корпорация, вряд ли возможно, – считает Юрий Саакян. – По данным Международного энергетического агентства, только российской нефтегазовой промышленности с 2000 по 2030 год потребуется около 330 млрд долл. инвестиций, или 11 млрд долл. в год». А согласно «Энергетической стратегии», эта сумма должна быть увеличена до 14 млрд долл. в год. «Поэтому вряд ли IFC сможет глобально решить проблему повышения энергоэффективности

российской экономики, – добавил г-н Саакян.

Денис Матафонов, глава аналитического департамента ИК «Антанта Капитал», считает, что крупные потребители электроэнергии уже давно перешли на энергосберегающие технологии. «В России эту проблему принято раздувать, – считает аналитик. – В России самые дешевые энергоресурсы, и если сравнивать нас с европейскими странами, то мы не сильно им проигрываем». Так что, по словам г-на Матафопова, в нашей стране фактически отсутствует стимул массового перехода на энергосберегающие технологии. «А для IFC запуск программы – это больше хороший PR-ход, для того чтобы в дальнейшем получать различные преференции в России», – полагает он.

Елена Шестернина, RBC

ВЕДОМСТВА РФ ОБСУЖДАЮТ ИДЕЮ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ В ТЕПЛО-ОГК И ТГК ЧЕРЕЗ ДОПЭМИССИЮ АКЦИЙ

Профильные министерства и РАО «ЕЭС России» обсуждают возможность проведения допэмиссии акций тепло-ОГК и ТГК для привлечения частных инвестиций в энергомощности в отсутствие решения правительства РФ о продаже этих активов, сообщил «Интерфаксу» представитель одного из ведомств.

Замруководителя профильного департамента Минпромэнерго РФ Вячеслав Кравченко подтвердил «Интерфаксу», что эта идея обсуждается. Она не бесперспективна, но окончательное решение пока не принято, предупредил он. В то же время принятие решения о таком способе привлечения инвестиций не означает окончательного отказа от идеи продажи теплогенерации, считает В. Кравченко.

Высокопоставленный чиновник Минэкономразвития РФ также подтвердил эту информацию. Причем он утверждает, что принципиальное решение по этому вопросу уже принято и точка будет поставлена в ближайшее время.

Но будет ли участвовать РАО «ЕЭС России» - единственный учредитель и основной акционер ОГК и ТГК - в оплате доэмиссии, пока не известно, поскольку решение этого вопроса находится в компетенции совета директоров энергохолдинга, большинство членов которого - госпредставители, голосующие по правительственной директиве.

ОГК и ТГК созданы в рамках реформы электроэнергетики. В состав ОГК были включены крупнейшие электростанции энергохолдинга (ГЭС вошли в одну ОГК, ГРЭС - в остальные), а ТГК сформированы на базе более мелких электростанций, в основном ТЭЦ.

Почти все эти компании (за исключением нескольких ТГК) были учреждены как 100%-ные «дочки» РАО ЕЭС, но должны перейти на единую акцию с электростанциями, входящими в их состав. Так, в «пилотной» ОГК-5 доля РАО в результате первого этапа перехода уже снизилась до 90,3%, а после его завершения составит 87,5%.

План энергореформы предполагает, что государство (владеет 52,7% РАО ЕЭС и после реорганизации самого энергохолдинга получит пропорциональные доли во всех созданных при реформе компаниях) сохранит контроль над «ГидроОГК», магистральными сетями и диспетчерской деятельностью, а тепло-ОГК и ТГК перейдут под контроль частных инвесторов. Но правительство РФ уже почти 2 года не может решить, когда и каким образом выходить из этих активов.

Последняя идея, которая вносилась для утверждения в правительство, заключалась в продаже акций ОГК на аукционах за акции РАО ЕЭС и деньги. Первыми кандидатами на продажу при этом назывались ОГК-5, ОГК-3 и генерирующая компания «Мосэнерго» (ТГК-3) - эти компании должны быть сформированы раньше остальных.

ОГК-5 в ноябре заявила, что хочет провести доэмиссию акций в пользу ограниченного круга сторонних инвесторов для привлечения средств на инвестиции и что обратится в РАО с предложением обсудить эту идею. РАО «Мосэнерго» выступило с аналогичным предложением.

Интерфакс

ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ПОЗВОЛЯТ ЗНАЧИТЕЛЬНО УДЕШЕВИТЬ ТЕПЛО И ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Газотурбинные энергетические установки позволяют значительно удешевить тепло и электроэнергию в республике, поскольку они будут производиться комбинированно. Такое мнение относительно нового проекта РАО «КМПО» на совещании с руководителями предприятий машиностроительного комплекса с участием Президента РТ высказал премьер-министр РТ Рустам Минниханов.

Как отметил премьер-министр РТ, вопросами организации эксплуатации выпускаемых РАО «КМПО» газотурбинных энергетических установок ГТЭУ-18 в городах республики займется отдельная структура, которая будет создана с участием РАО «Татэнерго», лизинговой компании «Таткоммункомплект» и КМПО. «Это позволит нам сделать теплоисточники более мобильными. На Украине подобные технологии прекрасно работают. Не стоит изобретать ничего нового, надо усовершенствовать существующие технологии и двигаться вперед. К концу следующего года одну-две установки в республике надо полностью смонтировать», - отметил Рустам Минниханов.

Как сообщил коммерческий директор КМПО Алексей Березкин, сегодня на площадке казанской ТЭЦ-2 для выработки электроэнергии и тепла уже смонтирована одна газотурбинная энергетическая станция. Стан-

ция включает в себя 4 блока суммарной мощностью в 64 МВт. Совместно с РАО «Татэнерго» в течение полугода нами ведется работа по реализации аналогичных проектов в Набережных Челнах, Альметьевске, Елабуге и Зеленодольске, отметил Алексей Березкин.

По сообщениям пресс-службы РАО «КМПО», первоочередная потребность в этих установках для энергетики республики составляет не менее 12 комплексов. Их использование позволит остановить рост тарифов на энергоресурсы. Стоимость тепловой энергии, к примеру, в Альметьевске, достигает уже 600 рублей за 1 Гкал.

Татар-Информ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В ТАТАРСТАНЕ БУДЕТ ПРОВОДИТЬСЯ ПО ЕДИНОЙ МЕТОДИКЕ

Энергетиками Татарстана разработано новое методическое пособие по эксплуатации и ремонту высоковольтных выключателей.

Эта работа выполнена ООО «Инженерный центр «Энергопрогресс», основным учредителем которого является РАО «Татэнерго». В этой брошюре отражен опыт эксплуатации масляных, вакуумных, элегазовых выключателей в энергосистеме Татарстана. Пособие - плод совместной работы ведущих специалистов РАО «Татэнерго», Казанского энергоуниверситета и ИЦ «Энергопрогресс».

Для повышения надежности работы электростанций и сетей, снижения аварийности и издержек на эксплуатацию коммутационных аппаратов, в 2001 году была принята программа поэтапной замены отработавших свой ресурс выключателей на современные элегазовые и вакуумные.

Эксплуатация этих выключателей не требует существенных затрат. В энергосистеме Татарстана на большинстве подстанций 35-220 кВ уже проведена замена воздушных выключа-

телей на элегазовые. Тем самым ликвидировано одно из «узких» мест подстанций, каковым была воздухоподготовительная установка, обеспечивавшая сжатым воздухом воздушные выключатели. Это позволило значительно снизить потребление электроэнергии на собственные нужды подстанций. Также идет интенсивная замена масляных выключателей 6–10 кВ на вакуумные с микропроцессорной защитой. Например, в этом году такие работы были выполнены в 14 ячейках ПС «Бавлы».

Параллельно с внедрением новой техники идет и создание пособий для обучения персонала. С внедрением новых технологий и оборудования в энергетике все большее значение приобретает совершенствование профессионально-деловых качеств персонала. Поэтому в целях более полного и эффективного освоения новых технологий и оборудования в энергосистеме Татарстана уделяется большое внимание разработке учебно-методических материалов и пособий для обучения рабочих и специалистов. Кроме выпускаемого пособия объемом более 100 страниц энергетиками Татарстана создано около 20 видеofilmов по эксплуатации и ремонту высоковольтных выключателей. Специалисты «Татэнерго» для видеосъемок выезжали на ведущие заводы-производители высоковольтных выключателей в Екатеринбург, Санкт-Петербург. Разработаны технологические карты организации труда по обслуживанию и оперативному контролю новых выключателей.

Источник: <http://intertat.ru>

ОАО «СМЗ» ВЫШЕЛ НА ОПТОВЫЙ РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

ОАО «СМЗ» стало покупать электроэнергию на оптовом рынке электроэнергии в секторе свободной торговли.

Как отмечает главный энергетик завода Вячеслав Даниленко, преимуществом такого шага является уход от монополии «Пермэнерго» и получение

экономии по платежам за счет ведения гибкой политики, связанной с варьированием между несколькими поставщиками. Для завода это актуально, поскольку доля электроэнергии в структуре себестоимости магниевого производства доходит до 34 процентов.

Для того чтобы войти на оптовый рынок, на заводе создали систему автоматизированного коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).

В сентябре магниевый завод купил на оптовом рынке семь процентов от общего потребленного объема электроэнергии. Предварительный анализ показал, что экономия от покупки электроэнергии в секторе свободной торговли составляет порядка 25-27 тысяч рублей в сутки.

По словам г-на Даниленко, в дальнейшем планируется расширение сектора свободной торговли, и, как следствие, будет увеличиваться доля электроэнергии, которую там смогут покупать предприятия. В связи с этим предполагается рост экономического эффекта от покупки электроэнергии на рынке.

Источник: ИА «Верхнекамье»

МОСКВА НАШЛА ТОК В КАНАЛИЗАЦИИ

«Мосводоканал» намерен построить две мини-ТЭС, работающие на биогазе.

«Мосводоканал» нашел способ, как избежать повторения майской ситуации, когда из-за энергокризиса в Москву-реку в течение суток попали неочищенные стоки. В ближайшие несколько лет компания намерена оборудовать свои очистные объекты альтернативными источниками энергии, которые будут работать на биогазе. Реализацию идеи планируется начать со строительства мини-ТЭС на Курьяновской и Люберецкой станциях аэрации. Впрочем, специалисты отмечают, что, несмотря на широкое распространение подобных технологий в Европе, использование альтернативных источников энергии

в России невыгодно из-за низких цен на природный газ.

МГУП «Мосводоканал» занимает третье место среди энергопотребителей Московского региона после метрополитена и железной дороги, используя 1,5 млрд кВт/ч в год. Курьяновская станция аэрации – вторая в мире после чикагской, а Люберецкая – крупнейшая после нее в России. Получаемый на них в процессе разложения органических отходов биогаз – в основном смесь метана (55–65 %) и углекислого газа (35–45 %). Считается, что получение биогаза экологически целесообразно и выгодно, так как позволяет снизить расходы на горючее или электроэнергию. К примеру, в Швеции пущен первый поезд, работающий на биогазе, а специальная комиссия правительства Великобритании планирует профинансировать перевод всех котельных на использование биогаза в течение пяти ближайших лет. Сельское хозяйство Индии на 20 % обеспечивает себя энергией за счет небольших установок по получению биогаза.

Строительство двух мини-ТЭС на Курьяновской и Люберецкой станциях аэрации МГУП «Мосводоканал» планирует завершить к 2006 году. Об этом сообщил генеральный директор предприятия Станислав Храменков. Мини-ТЭС позволит вырабатывать до 70 % электроэнергии, необходимой для обеспечения работы станций аэрации. Как рассказали RBC daily в «Мосводоканале», строительство мини-ТЭС на биогазе является составной частью плана по созданию независимой от «Мосэнерго» генерации. «Это вынужденная мера. После энергоаварии 25 мая 2005 г. и последовавшей за ней утечки сточных вод «Мосводоканал» решил создать на станциях аэрации, насосных станциях и регулирующих узлах собственные независимые источники энергоснабжения, в частности за счет использования гидроресурсов «Мосводоканала» и технологий по выработке электроэнергии на биогазе», – пояснил представитель «Мосводоканала».

Как рассказали RBC daily в «Мосводоканале» НИИпроект, получаемый в настоящее время на этих станциях биогаз скапливается в метантанках, после чего сжигается в котельных для

получения тепла. «Строительство генерирующих мощностей позволит существенно увеличить КПД его использования», – говорит представитель «МосводоканалНИИпроекта». О финансовых и технических подробностях готовящегося строительства в «Мосводоканале» отказались рассказывать, сославшись на подготовку конкурсной документации. Однако, согласно имеющимся в распоряжении RBC daily документам правительства Москвы, возврат привлеченных средств будет осуществляться за счет разницы себестоимости электроэнергии, вырабатываемой на мини-ТЭС, и тарифов на энергоносители, устанавливаемых региональными энергетическими комиссиями города Москвы. Кроме того, в «МосводоканалНИИпроекте» уточнили, что в качестве возможных поставщиков турбин рассматриваются в основном европейские и японские фирмы.

Как отмечают специалисты, подобный проект в случае его реализации станет первым в нашей стране. «В Евросоюзе уже активно используются установки на биогазе. Данное направление перспективно и для России, однако до промышленного применения биогаза у нас еще не дошли, – рассказал RBC daily директор Агентства экономического развития регионов Игорь Рохликов. – Производители, в основном иностранные, активно предлагают оборудование и разработки, однако потребители предпочитают не связываться с дорогостоящей техникой и сложной для понимания технологией. По-видимому, электроэнергия еще недостаточно дорога, чтобы приходилось задумываться об альтернативах. Пока биогаз не конкурент природному газу». В Европе природный газ в несколько раз дороже, и развитие направления идет быстрее, у нас же даже нет отечественных производителей турбин, работающих на биогазе, сокращается г-н Рохликов.

Согласен с ним и представитель Tedom, чешского производителя подобных мини-ТЭС. «В России использование биогаза недостаточно выгодно из-за низкой цены природного газа. Ориентировочно себестоимость энергии, получаемой генераторами на природном газе, – 45 коп. на 1 кВт/ч. (из

которых топливная составляющая – 11–15 коп.), при использовании биогаза можно сэкономить 25 %», – рассказал он RBC daily. Однако затраты на разработку проекта, установку и наладку могут достигнуть 1 млн евро за 1 МВт электрической мощности и 1,4 МВт тепловой. И хотя срок окупаемости такой станции 2-3 года, потребители не готовы нести такие расходы.

Впрочем, другие специалисты настроены более скептически. «Использование мощностей, генерирующих электроэнергию, вряд ли повысит КПД использования данного топлива, – сказал RBC daily один из ведущих научных работников Всероссийского теплотехнического института (ВТИ). – Генерации малой мощности, к которым относятся и 12 МВт, неэффективны. Независимость же от «Мосэнерго» также сомнительна, ведь платить за установленные и резервные мощности все равно нужно. Кроме того, проблема с нехваткой энергии в Московском регионе сильно преувеличена. На мусорном заводе в Рудневе есть похожие мощности на 12 Мвт, однако получаемую энергию просто некуда девать». При этом плюсов использования биогаза даже меньше, чем минусов. «Природный газ экологически чистый, а биогаз – это синтезированный продукт с непостоянным составом и большим количеством примесей, которые могут отрицательно повлиять на экологию», – отмечает сотрудник ВТИ. Впрочем, он не исключает того, что подобное использование биогаза – скорее мера, позволяющая снизить расходы за счет уменьшения объемов вывозимых и просто складированных отходов.

Даниил Шабашов, RBC

УКРАИНА СОЗДАЕТ ГОСКОРПОРАЦИЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Государственные пакеты акций ОАО «Турбоатом», «Электротяжмаш», «Харьковский электромеханический завод» станут основой для создания корпорации энергетического машиностроения, создание которой

инициирует Министерство промышленной политики Украины.

Как отметил министр промышленной политики Украины Владимир Шандра, создание подобной корпорации сможет повысить конкурентоспособность украинских предприятий энергетического машиностроения на внешних рынках, позволит им войти в тройку мировых лидеров.

По информации Шандры, только Индия планирует потратить 1 млрд 300 млн долл. на переоборудование своей энергетической отрасли. Министр также отметил, что сейчас существует спрос на сдачу «под ключ» целиком турбинного цеха, что невозможно без объединения усилий всех трех украинских предприятий энергетического машиностроения.

По словам Шандры, речь идет о создании государственной корпорации, и вопрос о вхождении в нее частных инвесторов пока что не рассматривается.

Министр отметил, что подготовка документов по созданию корпорации началась еще при прошлом правительстве, однако смена Кабинета министров приостановила работу по созданию данной корпорации. По словам Шандры, сегодня Минпромполитики только разрабатывает концепцию создания этой корпорации.

За создание государственного объединения энергомашиностроительных предприятий страны высказываются ведущие эксперты в области энергетики. Они заявляют, что это необходимо для сохранения энергетической безопасности Украины. Так, по мнению директора Центра социальных исследований «София» Андрея Ермолаева, «на сегодня энергомашиностроительные предприятия существуют отдельно от энергогенерирующих предприятий и не могут в отдельности решать проблемы энергетической безопасности страны».

dn.kiev.ua

**Е. Н. Груздева,
сотрудник пресс-службы
ООО «Грундфос»**



КАК ПРАВИЛЬНО ОРГАНИЗОВЫВАТЬ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СЛОЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Внедрение новейших технологий и оборудования обеспечивает предприятию конкурентные преимущества, поэтому использование современных систем и механизмов становится обычным делом в самых разных отраслях промышленности новой России. Однако сложность интеллектуальных агрегатов требует и соответственного отношения — квалифицированной эксплуатации и обслуживания. Многие ведущие производители высокотехнологичного оборудования при продаже четко оговаривают условия его работы и необходимые регламенты технического обслуживания. Способы реализации такого сервиса могут быть разными. Как правило, организация, эксплуатирующая технику, выбирает наиболее оптимальный для этого метод. Выбор условий обычно оговаривается с фирмой-производителем и является предметом договора. Тем не менее, можно выделить ряд существенных аспектов, единых для всех, на которые следует ориентироваться при организации сервисного обслуживания сложной техники.

ИПИ-технологии

В промышленно-развитых странах получила распространение система информационных технологий сквозной поддержки сложного изделия на протяжении всего его жизненного цикла, или CALS-технологии. В России эта система получила название ИПИ-технологий (Информационная поддержка жизненного цикла изделия). Они основаны на стандартизованном упорядоченном представлении данных об

изделии и системе коллективного доступа к данным. Такой подход существенно снижает трудозатраты на всех этапах жизненного цикла сложного оборудования — от проектирования до утилизации. В России сегодня идет активное внедрение подобных систем, что особенно заметно в наукоемких отраслях промышленности. Например, в ФГУП «ЦНИИ Атоминформ» организована отраслевая лаборатория поддержки жизненного цикла изделий Минатома. Некоторые предприятия, например ГП «Красная звезда», ВНИИ автоматики, ОКБ машиностроения и др., уже приступили к реализации пилотных проектов по внедрению ИПИ-технологий для сопровождения своей продукции. Поскольку введение в производство сложного оборудования подразумевает достаточно высокую степень его автоматизации и компьютеризации, система сервиса должна стать одной из неотъемлемых частей технологического цикла. Использование ИПИ-технологий обеспечивает естественность этого процесса. В принципе, не столь важно, является сервис частью производства или осуществляется сторонней организацией. Необходимым становится лишь постоянный интерактивный контроль параметров оборудования.

Выбор способа обслуживания

Способы обслуживания и ремонта сложной техники можно условно поделить на три большие группы. Во-первых, это эксплуатация техники собственными силами. При всех очевидных выгодах такого подхода (оперативность

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

взаимодействия, знание нюансов производства и пр.) он доступен далеко не всем. Для того чтобы организовать отдельное структурное подразделение, занимающееся исключительно обслуживанием сложной техники, необходимо сделать значительные первоначальные вложения, поддерживать штат квалифицированных специалистов разных специальностей и иметь хорошо организованное складское хозяйство. Для большинства производств такие расходы являются нерациональными. Тем не менее очень крупные предприятия, имеющие на балансе большое количество сложной техники, подобный подход практикуют. Например, ОАО «Стройтрансгаз», являющееся одним из гигантов газовой индустрии, для обслуживания высокотехнологичного импортного оборудования организовало собственные ремонтно-эксплуатационные базы в нескольких регионах: в Тюмени, Кашире и Владимирской области. Используют этот подход и крупные лизинговые фирмы. Например, Центральный филиал ЗАО «Лизинг-строймаш» создал специализированные мобильные подразделения для оперативного контроля и обслуживания сложной техники. Для второй группы характерно осуществление разовых сервисных работ подрядными организациями. Такие компании имеют постоянный штат квалифицированных специалистов и ремонтную базу. Несмотря на то что это весьма распроданный путь, у него есть очевидные недостатки. Прежде всего это отсутствие системного подхода и потеря преимуществ ИПИ, поскольку у «разового» специалиста зачастую нет возможности соотносить текущие проблемы с динамикой процесса. Кроме того, сторонние фирмы, занимающиеся общим обслуживанием сложной техники, не всегда располагают аутентичными (подлинными) запчастями и принадлежностями, что может привести к невыполнению взятых обязательств и нарушению сроков работ. Возможность сэкономить, вызвав специалиста по факту уже возникшей проблемы, с лихвой компенсируется стоимостью работ и оборудования, если эта проблема чревата поломкой и серьезным ремонтом. Третий вариант предполагает фирменное сервисное гарантийное и постгарантийное обслуживание. Как правило, отношения со специализированными сервисами завязываются уже при покупке нового оборудования и эксплуатация начинается в рамках гарантийного срока. Фирменный сервис удобен тем, что в нем наиболее ярко выражены преимущества ИПИ-технологий, поскольку агрегат находится под пристальным вниманием специалистов на всем пути от сборочного конвейера до места работы. Дополнительные преимущества — это возможность оперативной работы с фирмой-производителем, сниженные цены на аутентичные запчасти и принадлежности, а также высокая квалификация персонала именно в вопросах эксплуатации и ремонта техники данной марки. В качестве примера можно привести сервисную службу российского отделения концерна Grundfos — ведущего производителя насосного оборудования. Она разработала весьма действенную двухуровневую схему, причем второй уровень (авторизованные сервисы) в обязательном порядке должен иметь постоянное подклю-

чение к Интернету. В сложных случаях интерактивную консультацию дает головной офис сервиса. При этом практически отпадает необходимость в планово-предупредительном ремонте (ППР), а эксплуатация оборудования становится гораздо более удобной.

Управление надежностью оборудования

Одно из основных требований к современному сложному оборудованию — его надежность. Это комплексное понятие, включающее ряд необходимых условий, таких как долговечность, безотказность, ремонтпригодность, стойкость к изменению условий. От сочетания перечисленных свойств во многом будет зависеть стоимость его жизненного цикла. Очевидно, что чем надежнее оборудование, тем меньше затрат необходимо на его обслуживание. Поэтому сервис сложной техники должен включать в себя систему управления надежностью. В частности, сервисная служба в рамках информационного обеспечения жизненного цикла изделия производит сбор сведений о надежности агрегатов: отказах, ремонтах, аварийных и чрезвычайных ситуациях, влиянии техобслуживания и ремонта (ТОиР) на надежность. Это облегчает дальнейший анализ и прогноз работы техники. Такой подход позволяет сервисной организации с большой точностью производить ТОиР и корректировать их параметры соответственно показателям системы управления надежностью оборудования. В настоящее время известны несколько унифицированных систем анализа надежности. В РФ принят ГОСТ 27.301-95 «Анализ видов, последствий и критичности отказов (АВПКО)», позволяющий стандартизировать подходы к этой проблеме. АВПКО включает целый комплекс процедур, таких как выявление возможных видов отказов, их причин и вероятных последствий, диагностику с использованием специальных средств, анализ действий персонала и ряд других формализованных операций. Необходимым условием организации систем управления надежностью служат оператив-



ность и достоверность информации, которые зависят от степени компьютеризации процесса и оборудования. При использовании ИПИ она достигается непрерывным мониторингом всех систем и узлов и автоматическим ведением журнала работы, доступного специалистам сервиса. Современное оборудование дает возможность создать интерактивную систему управления, не требующую специальных диспетчерских подразделений. Подобная высокоавтоматизированная система находится на постоянной связи с инженером-эксплуатационником, позволяя ему отслеживать работу в режиме «он-лайн». Кроме того, при необходимости она сообщает о вероятных сбоях на пейджер или мобильный телефон. Это в значительной степени облегчает обслуживание и контроль систем. Примером такого подхода может служить опыт ООО «Теплоперспектива», которое занимается установкой и эксплуатацией сложного инженерного обеспечения в ЖКХ. Современное оборудование, установленное в новом жилом комплексе в подмосковном городе Долгопрудный, позволило свести весь комплекс водо- и теплоснабжения в единую управляемую и контролирующую сеть. В его состав вошли насосы Grundfos со шкафами управления, теплообменники фирмы «Альфа-Лаваль», запорная арматура Danfoss. При этом ведение компьютерного журнала помогает быстро проанализировать ситуацию и обеспечить тем самым оперативное принятие действенных мер при возникновении проблемы. Постоянная связь с инженером-эксплуатационником осуществляется по мобильному телефону.

Техническое обслуживание по фактическому состоянию

На большинстве предприятий в технические регламенты входит планово-предупредительный ремонт сложного оборудования. Обычно это вызвано тем, что стоимость ремонта по факту аварии существенно (иногда до 10 раз!) дороже ППР. Принцип плановости предполагает профилактическую направленность остановки и ремонта оборудования. Однако в некоторых ситуациях выгоднее проводить не планово-предупредительный ремонт, а ТОиР по фактическому состоянию. Это обусловлено тем, что в ряде случаев ремонт с разборкой механизма и заменой деталей временно (до приработки деталей) или постоянно снижает надежность агрегата. Исследования показали, что около 70 % возникающих после вмешательства дефектов были вызваны ППР (см. P/PMTechnology magazine, 1998, Apr.). При ТОиР по фактическому состоянию качество обслуживания техники не страдает, одновременно достигается существенная экономия средств из-за уменьшения количества простоев. По тем же данным, снижение затрат на обслуживание, количества обслуживаний и числа отказов составляет соответственно 75, 50 и 70 % за первый год работы оборудования! Сразу следует оговориться, что обслуживание по фактическому состоянию возможно лишь на современной, качественной технике, снабженной системами телеметрии. Суть такой системы состоит в том, что на основе постоянного технического диагностирования производится анализ состояния узлов и агрегата в целом и дела-

ется прогноз необходимого технического обслуживания и ремонта. Диагностирование можно проводить по разным критериям. Проще всего организовать контроль по изменению допустимого уровня одного или нескольких параметров. Более сложные варианты, помимо этого, включают прогноз уровня надежности узла или агрегата в целом. Вариантом обслуживания по фактическому состоянию может служить планирование объема работ. Оно тоже требует автоматизации оборудования и позволяет учитывать изменения режимов работы, зачастую очень сильно влияющие на состояние техники. Планирование может быть полезным в случае, когда диагностика узлов неразрушающими методами невозможна. Безусловно, для его эффективности должна существовать хорошая статистическая база по работе агрегата в разных режимах. Основная сложность технического обслуживания по фактическому состоянию заключается именно в организации сбора и обработки данных при эксплуатации техники. Несмотря на наличие у значительной части современного сложного оборудования систем, позволяющих автоматизировать все процессы, не везде это делается и не всякая организация способна организовать такую систему. Впрочем, серьезные производители обычно с большим вниманием относятся к сервисному обслуживанию своей продукции. Поэтому можно с большой долей уверенности утверждать: чем известнее фирма-производитель, тем лучше выстроена работа ее сервисных подразделений и тем больше шансов у организации-покупателя получить профессиональное обслуживание приобретенной техники по фактическому состоянию.



Таким образом, использование нового, наукоемкого оборудования в разных сферах экономики влечет за собой не только очевидные выгоды, такие как интенсификация производства и экономия ресурсов, но и изменение привычных технологий эксплуатации и сервиса. Применение ИПИ-технологий позволяет создавать системы сложной архитектуры, которые дают возможность эксплуатировать и обслуживать современную высокотехнологичную технику наиболее эффективно, до минимума снижая издержки на обслуживание и ремонт. При этом требуемый уровень обслуживания задается уже на стадии ее производства и монтажа.

По материалам еженедельника «Снабженец»



С. Б. Орлов,
академик АПБП РФ, к. х. н.
Академия проблем безопасности
и правопорядка РФ,
ООО РКТЦАИТ «Фирма-Альфа-плюс»,
Москва,
генеральный директор

АККУМУЛЯТОРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Одним из определяющих факторов, от которых зависит сама возможность создания удобного для потребителя электротранспорта является энергетическая установка, основу которой составляет источник тока. Поэтому рассмотрим состояние электротранспорта с точки зрения имеющихся и находящихся в разработке или стадиях промышленного освоения батарей (рис. 1),

Наиболее просто вопрос решается для сектора легких электромобилей.

Здесь нет существенных ограничений по удельным характеристикам источников тока, а также их ресурса. Поэтому для большинства этих применений из соображения оптимального соотношения цена–качество достаточно использование традиционных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей, естественно в вариантах малообслуживаемых и герметизированных, а также давно известной никель-кадмиевой системы.

Аналогично решается вопрос и для местного и промышленного (внутриза-

водского) транспорта, где источник энергии всегда под рукой и нет особых требований по быстроте и удобству зарядки и обслуживания батарей.

Промежуточное положение занимает городской электротранспорт с контактной сетью (троллейбусы, трамваи). Батареи здесь используются в основном на второстепенных ролях, однако ситуация меняется. Возникают экономические или политические обусловленные задачи, примеры которых приведены ниже. К числу первых задач можно отнести, например, устранение контактной сети на конечных пунктах, что резко снижает эксплуатационные затраты и повышает бесбойность работы. К числу вторых задач относится необходимость отказа от использования верхней контактной сети на отдельных участках маршрутов, проходящих по историческим зонам, что является категорическим требованием ряда муниципалитетов, в противном случае вопрос будет решаться снятием маршрутов.

Как альтернатива электротранспорту с контактной сетью, естественно, выступают электроавтобусы. Наи-



более продвинутым и имеющим государственную поддержку это направление является во Франции, где свыше 30 городов являются участниками программы.

Развитие сдерживается использованием аккумуляторных батарей традиционных систем.

Однако накоплен значительный практический опыт эксплуатации, позволяющий выдвигать обоснованные требования к энергоустановке в целом и к батарее в частности.

Какой должна быть батарея для автобуса с максимальным весом 15 т?

Автобус требует 90–110 Вт·ч/(т·ш) в реальном городском режиме (в зависимости от водителя).

Автобус должен проходить как минимум 120 км при всех внешних условиях, 15-тонный автобус требует для этого 160–200 кВт·ч.

Сделав запас на старение батарей, холодную погоду и т. п., минимальные требования к батарее - 230–290 кВт·ч. Аналогичный практический опыт аккумулируется и в других странах.

Еще большее значение имеет задача внутригородских перевозок грузов, особенно с точки зрения экологии и шумности (например уборочные и развозящие машины, работающие ночью).

Здесь также достигнуты существенные успехи, позволяющие говорить о возможности крупномасштабного перехода на электротягу.

Но как уже говорилось, ахиллесовой пятой возможности широкого внедрения транспорта на электротяге является источник тока, его удельные и эксплуатационные характеристики. Поэтому конструктора с нетерпением следят за развитием этого направления. Что нового появилось на рынке автономной энергетики и чего можно ожидать в ближайшее время?

Общий мировой рынок химических источников тока в 2003 г. составил \$30 млрд. При этом одну из ведущих ролей (\$11 млрд) занимают первичные, т.е. неперезаряжаемые элементы и батареи, но для нашего рас-

смотрения определяющее значение имеют вторичные, т.е. перезаряжаемые системы (аккумуляторы).

В области промышленных и автомобильных аккумуляторов пока безраздельно господствует свинец (90%), т. к., с одной стороны, это наиболее старая, а, следовательно, отработанная и привычная система; с другой стороны, относительно низкой ценой, причем имеются относительно большие мировые запасы свинца, процессы утилизации старых аккумуляторов достаточно просты и эффективны.

С другой стороны, имеется ряд существенных недостатков системы: необходимость регламентных работ при длительном хранении даже для новых типов «безуходных» аккумуляторов; невозможность оставления разряженного аккумулятора на морозе; «нежелательность» глубоких разрядов; невозможность прогнозирования выхода из строя; экологическая опасность; невозможность размещения в герметичных отсеках, Пока перевешивает первая группа параметров, особенно позиция цены.

В то же время ряд динамично развивающихся секторов, например портативной техники и техники специального назначения, выдвигает все более жесткие требования к повышению характеристик источников тока. Однозначно ясно, что решить эту задачу на основе свинцовых аккумуляторов нельзя. Поэтому среди вторичных систем в этой области получили развитие и преобладают электрохимические системы, появившиеся в последние 10–15 лет:

- ▼ Никель-металлгидридная (Ni/MH);
- ▼ Литий-ионная (ЛИА);
- ▼ Литий-полимерная (ПЛИА, ЛПА),

Описывая ситуацию, сложившуюся на рынке, отметим несколько моментов.

Относительно большое значение до настоящего времени имеет никель-кадмиевая система, что обусловлено ее «дуракоустойчивыми» потребительскими качествами (например, ее вполне можно без ощутимых последствий для ресурса «за-

«ТОМСККАБЕЛЬ»: ВЫПУСК ОПЫТНОЙ ПАРТИИ ПРОВОДОВ МАРКИ СИП

В цехе силовых кабелей приступили к изготовлению опытной партии самонесущих изолированных проводов типа «Аврора», марок СИП-2 и СИП-2А. Первые образцы продукции будут переданы на сертификационные испытания.

Как сообщалось ранее, запуск изделий в серию ожидается до конца 2005 года. Именно таким оригинальным способом кабельщики поздравят с наступлением нового, 2006 года потребителей этой продукции.

<http://www.celec.ru>

«СИМЕНС-ЭЛЕКТРОЗАВОД» – НОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ОКАЗАНИЮ ИНЖИНИРИНГОВЫХ УСЛУГ

Германский концерн Siemens и холдинговая компания «Электрозавод» создают совместное предприятие по оказанию инженеринговых услуг. СП будет выполнять проекты в области малой энергетики

Обеим сторонам в СП «Сименс-Электрозавод» будет принадлежать по 50% акций, причем Siemens может увеличить свою долю до 50% плюс одна. По словам гендиректора «Электрозавода» Леонида Макаревича, вкладом сторон в СП станут финансовые средства, ноу-хау и производственная площадка в Москве.

Новое СП будет удовлетворять потребности в реконструкции и строительстве новых объектов в области генерации и распределения электроэнергии. В частности, Siemens и «Электрозавод» будут вести совместные работы по созданию тепловой станции (мощностью 250 МВт) и подстанции в столичном районе Строгино. Стоимость этого проекта оценивается в несколько сотен миллионов долларов. Будущий альянс намерен также участвовать в тендере на проектирование и строительство парогазовой электростанции

50>>

быть» зарядить после глубокого разряда, заморозить и т. д.). Немаловажно, что эта система надежно работает вплоть до -40°C . Рынок Ni/Cd-аккумуляторов относительно стабилен со снижением в стоимостном выражении на 10% в год. По состоянию на 2003 г. он составлял \$960 млн. Однако практически всеми ведущими фирмами, производящими Ni/Cd-аккумуляторы прекращены исследовательские работы по улучшению их характеристик. Это связано с ожидающимся введением в Европе запрета на использование аккумуляторов, содержащих кадмий, к 2008 г.

Еще недавно большое будущее прочили никель-металлгидридным (Ni/MH) аккумуляторам. Начиная с коммерциализации в 1991 г. система претерпела ряд существенных улучшений, вначале в увеличении емкости при низких токах разряда, а затем в увеличении разрядных токов, причем появилась возможность использования их в буферных режимах, что важно для гибридных электромобилей.

Ni/MH существенно потеснил Ni/Cd и в области устройств, требующих большой мощности, например в силовых электроинструментах. По прогнозам, к 2010 г. в габарите Cs будет достигнута емкость 5,5 А·ч (сейчас 3 А·ч) при токах постоянного разряда до 120 А, ресурс 2000 циклов при токе 1С (для простоты сравнения принято приводить значения токов в долях номинальной емкости аккумулятора), способность отдавать до 80% номинальной емкости при температурах $+100^{\circ}\text{C}$, и, что еще более важно, -60°C , а также 80% сохранность заряда после года хранения при 25°C .

Однако какую долю рынка удастся при этом удержать Ni/MH, прогнозировать трудно. По состоянию на 2003 г., сегмент Ni/MH составлял 800 млн, шт. общей стоимостью \$550 млн, при этом он сократился по сравнению с предыдущим годом на 20%. Наблюдается также снижение количества работ в области металлгидридных

аккумуляторов. На этом направлении активные разработки ведут только OVONICS и MOLTECH.

Наиболее быстрыми темпами сейчас идет обновление и увеличение рынка малогабаритных источников. По некоторым прогнозам, можно ожидать увеличение рынка малогабаритных аккумуляторов к 2010 г. до \$19–23 млрд, причем порядка 70 % должны занять литиевые системы.

Они и сейчас уже занимают существенную долю рынка малогабаритных аккумуляторов.

Литий является самым легким металлом, имеет наибольший электрохимический потенциал и, тем самым, может обеспечить наибольшую удельную энергию. Теоретически ему может противостоять только алюминий, но, к сожалению, он электрохимически необратим (т.е. на его основе нельзя создать перезаряжаемые системы с хорошей эффективностью и ресурсом). К числу достоинств литиевых систем можно отнести также высокое напряжение, герметичность, широкий температурный интервал, низкий саморазряд.

Пионерские работы по литиевым источникам тока относятся к 1912 г. (G.N.Lewis), но первые реально коммерчески доступные перезаряжаемые образцы появились лишь к началу 70-х годов, К настоящему времени первичные литиевые ХИТ занимают более 12% рынка первичных элементов (\$920 млн).

Вторичные источники (перезаряжаемые аккумуляторы), использующие литий в качестве материала анода, способны обеспечить, с одной стороны, высокое напряжение, а с другой – превосходную емкость, что приводит к высоким значениям удельной энергии.

Литиевые вторичные системы, первоначально с анодом из металлического лития, реально появились в середине 80-х гг., но их производство было заморожено после нескольких несчастных случаев, произошедших в результате их применения. Основная проблема заключалась в низкой циклируемости литиевого анода из-за об-

разования дендритов в жидком электролите, которые вызывали внутриэлементное короткое замыкание, разогрев и взрыв, тем более что в составе аккумулятора присутствовали и окислитель (катод), и топливо (органический электролит с низкой температурой воспламенения, а также металлический литий). Затем такие типы источников использовались ограничено, только для спеццелей, из соображений безопасности. В нашей стране они выпускаются до сих пор на Елецком элементном заводе «Энергия» под наименованием «аккумулятор ЛВБ», хотя трудно назвать аккумулятором систему, заряжающуюся максимум 50 раз, причем после 10 раз наблюдались случаи взрыва, к счастью, не повлекшие случаев серьезного травматизма.

Второе дыхание литиевые системы получили, начиная с первого коммерческого представления в 1991 г. компанией Sony Energetic литий-ионных аккумуляторов. С тех пор они завоевывают все более прочные позиции на всех перспективных направлениях электроники, особенно портативной. Такое победоносное шествие объясняется великолепными характеристиками, такими как высокая удельная энергия ($>100\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$, $>300\text{Вт}/\text{л}$), хорошая циклируемость (>1000 циклов), экологичность и безопасность. Сравнение трех систем приведено в табл. 1.

Существуют три основных типа вторичных систем (аккумуляторов) на основе лития:

- ▼ Литий-ионные аккумуляторы
- ▼ Литий-полимерные (читай Литий-ионные с загущенным электролитом)
- ▼ Литиевые аккумуляторы с полимерным электролитом

Если с одним из типов – литий-ионные аккумуляторы» все более менее понятно, то с двумя другими есть небольшая путаница, связанная с маркетинговыми ходами производителей.

Литий-ионные аккумуляторы (LIB, LIA)

Таблица 1. Сравнение никель-кадмиевой, металгидридной и литиевой систем

	Ni/Cd	Ni/MH	Li-ион
Стоимость	Низкая	Средняя	Высокая
Экологичность	Cd токсичен	Не определена	Не определена
Анод	Cd(OH) ₂	AB ₅	Графит
Катод	Ni(OH) ₂	Ni(OH) ₂	LiCoO ₂
Электролит	Щелочь	Щелочь	Органический
Напряжение, В	1,2	1,2	3,7
Объемная энергия, Вт·ч/л	120-150	250-385	280-520
Удельная энергия, Вт·ч/кг	40-55	60-110	150-190
Макс, ток разряда	15С	20С	20С
Нижняя температура	-35	-20	-30
Верхняя температура	70	50	70
Саморазряд, % в мес.	30	20	2-5
Кол-во циклов	500	1000	1000
Чувствительность к перезаряду	Низкая	Средняя	Высокая
Безопасность	Без замечаний	Возможно возгорание при проколе	Требуются защитные электронные устройства

ЛИА обеспечивает напряжение 3,6 В, которое в три раза превышает напряжение ранее появившихся и успешившихся прочные позиции Ni-Cd и Ni-MH систем. Преимущество высокого напряжения очевидно, поскольку один аккумулятор ЛИА эквивалентен трем Ni/Cd аккумуляторам, соединенным последовательно. Другое преимущество ЛИА состоит в том, что эта система, являясь литиевой вторичной системой, не использует литий в виде металла. Тем самым был убран упомянутый выше недостаток литиевых аккумуляторов с литиевым анодом, связанный с дендритообразованием, что позволило реально осуществить выход изделий на рынок. Первоначально в качестве катода и анода служили кобальтат лития (U-CoO₂) и кокс (впоследствии замененный на графит). Литиевая соль (типа LiPF₆) в органическом растворителе (или смеси растворителей) устойчивых в широком интервале потенциалов используется в качестве электролита. Основной смеси растворителей обычно является этилен-карбонат. Электролит находится в порах сепаратора из полиолефина. Анодный материал тонким слоем нанесен на подложку из медной фольги, выполняющей функцию коллектора тока. Катодный материал также тонким слоем нанесен на подложку из алюминиевой фольги.

В процессе заряда ион лития из материала катода (LiCoO₂) мигрирует к аноду и проникает (или «интеркалирует») в кристаллическую структуру графита. В процессе разряда ион лития выходит из структуры графита и перемещается от анода к катоду, проникает в кристаллическую структуру материала катода. Это явление получило название «батарея колебания» или «кресло-качалка». Ион лития перемещается подобно колебанию в процессе заряда и разряда. ЛИА заряжается до 4,2 В (величина характерна не для всех типов катодных и анодных материалов, так же, как и конечное напряжение разряда 2,7–3,0 В, а только для упомянутых выше кобальтатов и графитов) в режиме «постоянное напряжение с ограничением начального тока», в некотором смысле похожем на режим заряда современных свинцовых аккумуляторов.

Однако существует различие алгоритма заряда ЛИА и герметизированных свинцовых аккумуляторов, на которое многие не обращают внимание. Разница процесса заряда заключается в том, что свинцовые аккумуляторы можно держать все время под конечным напряжением: токи заряда уменьшаются и будут практически компенсировать саморазряд, что является основой простых буферных систем; ЛИА современных конструкций не мо-

гут находиться в режиме постоянного подзаряда, который приводит к деградации электродных материалов, а следовательно, сокращает ресурс. Заряд рекомендуется прекращать, когда величины токов заряда на стадии поддержания постоянного напряжения упадут до величин 0,03С. Затем, если аккумулятор не вводился в действие, раз в 500 ч можно сделать под-заряд. В принципе, при наличии систем управления батареей такой алгоритм не представляет больших трудностей.

Разряд можно проводить до напряжения 2,7–3,0 В.

«Литий-полимерные» (читай полимерные – литий-ионные т. е. литий-ионные с загущенным электролитом) (PLI, ПЛИА) аккумуляторы

ПЛИА – изобретение Bellcore (США), ныне -Telcordia. **ПЛИА** создавались, чтобы сделать **ЛИА** более безопасными. Принцип работы **ПЛИА** тот же, что и в **ЛИА**. Главное различие между **ПЛИА** и **ЛИА** состоит в том, что **ПЛИА** использует электролит в виде геля, иммобилизованного в сополимере PVDF вместо пористого сепаратора из полиолефина. Корпус аккумулятора вместо стали или алюминия, как в **ЛИА**, может быть изготовлен из мягкого материала. Анод и катод сделаны обычной техникой покрытия тех же подложек, что и в **ЛИА**. Собранный слоистый пирог соединяют горячим способом, после чего его пропитывают тем же электролитом, что и в **ЛИА**. Затем его помещают в пакет, вакуумируют и герметизируют.

Литиевые аккумуляторы с полимерным электролитом (LPB, ЛПА)

Как уже отмечалось выше, литий имеет самую высокую теоретическую плотность энергии, однако его использование в виде металла в качестве анода затруднено из-за дендритообразования в процессе цитирования. Дендритообразование рассматривается как один из главных факторов, который делает литиевую вторичную батарею подверженной взры-

ву и воспламенению. В процессе взаимодействия литиевого металлического анода с органическим апротонным электролитом на его поверхности образуется пленка SEI (слой на межфазной границе электрода и электролита). Структура этой пленки определяет безопасность и ресурс литиевой вторичной батареи. Концепция литиевого аккумулятора с твердым полимерным электролитом (ЛПА) заключалась в том, чтобы найти способ использовать литиевый анод настолько безопасно, насколько возможно. В ЛПА полимерный электролит действует и как сепаратор, и как электролит, обеспечивающий высокое качество пленки SEI на литиевом металлическом аноде. Принцип, лежащий в основе этой концепции ЛПА, заключается в том, что плотный и однородный полимерный электролит является идеальным для пленки SEI и поэтому может предотвращать формирование и рост дендритов. Было найдено, что комплекс полиэтиленоксида (PEO) и литиевой соли обладают ионной проводимостью. И, таким образом, концепция полимерного электролита стала реальностью. Технология производства подобна таковой для ПЛИА, за исключением того, что в качестве материала анода используется металлический литий. Основным проповедником идеи являлась компания Valence Technology, однако внедрение проходило с трудом, что было связано с низкой ионной проводимостью использованных полимеров и не позволяло производить разряд требуемыми токами. Сейчас многие компании работают в этом направлении и добились ощутимых успехов,

ЛИА и ПЛИ имеют устойчивый вектор роста в ряде применений, где особое значение для повышения потребительских свойств конечных изделий занимают удельные характеристики. В первую очередь это сегменты сотовой телефонии, портативных компьютеров, видео и фотокамер.

Требования миниатюризации устройств (в первую очередь по толщине)

вызвали увеличение доли призматических аккумуляторов, причем растет доля наиболее тонких типоразмеров.

Именно это (возможность создания плоских аккумуляторов) обусловило дополнительный стимул роста литий-полимерных систем.

На первых порах ЛИА характеризовались:

- ▼ Малыми токами
- ▼ Малыми емкостями
- ▼ Высокими ценами.

Поэтому ранее считалось, что ЛИА хороши и перспективны только для малогабаритных систем с относительно низким током разряда, причем в области ценонезависимых применений.

Прогнозируется, что рынок ставших традиционными применений портативной электроники будет развиваться не очень интенсивно в стоимостном выражении ($\approx 4\%$ в год). Рост рынка ЛИА всецело будет определяться возможностями ЛИА новых поколений, которые позволят выйти на новые применения и учетверить существующий сегодня рынок, который на конец 2003 г. оценивался в \$3 млрд. Причем новые сегменты должны интенсивно расти. Так, например, рынок батарей для беспроводного электроинструмента, где прогнозируют 100% переход на ЛИА, в ближайшие несколько лет будет увеличиваться ежегодно на 5-6%.

Естественен вопрос, а можно ли прогнозировать применение ЛИА в других стратегических областях, требующих большие емкости и большие разрядные токи (тяговые и стартерные режимы). Это касается в первую очередь электромобилей и железной дороги, стационарных объектов телекоммуникаций, авиационного, космического, подводного и ряда других применений, в частности робототехники, которая, возможно, окажет такую же определяющую роль в развитии аккумуляторной промышленности, как в свое время сотовая телефония.

Конечно, такое решение зависит от восприятия и удовлетворенности потребителя. Поэтому посмотрим, ка-

кой должна быть батарея, которую потребитель будет считать хорошей?

Хорошая батарея – это (по приоритетам с точки зрения потребителя):

- ▼ Дешевая (стоимость)
- ▼ Энергоемкая (большая емкость)
- ▼ Мощная (высокие токи разряда)
- ▼ Легкая (высокие гравиметрические и объемные показатели)
- ▼ Способная быстро заряжаться
- ▼ Долговечная (ресурс)
- ▼ Безуходная (отсутствие регламентных работ)
- ▼ С хорошей сохраняемостью (низкий саморазряд)
- ▼ Работать в широком интервале температур. Устойчивая к воздействию внешних факторов (ВВФ)
- ▼ Безопасная
- ▼ Нетоксичная
- ▼ Не требует специальной утилизации.

Что мы имеем для ЛИА?

СТОИМОСТЬ определяется:

- ▼ доступностью сырья;
- ▼ его стоимостью;
- ▼ стоимостью производства (технология+массовость).

Несмотря на то что, по мнению ряда агентств (Roskill), можно ожидать роста потребления лития для производства вторичных систем на два порядка, не ожидается больших затруднений по его добыче и производству. Это связано с тем, что существовавший до настоящего времени самый крупный потребитель лития - алюминиевая промышленность – резко снизила потребление, так как перешла на новые технологии без участия этого металла. Ожидается, что рынок потребления лития и его соединений к 2006 г. будет составлять около \$650 млн.

Ранее считалось, что ЛИА будут использоваться только в зоне дорогих устройств, что связано со стоимостью и дефицитностью материалов (например, только за 2 года (2002–2003) стоимость кобальта на Лондонской бирже возросла в 5 раз), но появление новых, более дешевых и распространенных материалов существенно изменило картину, причем прогнозируется дальнейшее снижение стоимости литий-

Тесты на безопасность

Наименование	Тест	Аккумулятор		Метод тестирования	Результат
		Состояние	Условия		
Вибрация	0,8 мм 10-50 Гц 90-100 мин	Заряжен	Свежеизг.	UL1642 SBAG1101	Нет взрыва Нет воспламенения Нет деформации
Форсированный разряд	1С до 2,5 В	Заряжен	Свежеизг.	SBAG1101	Нет взрыва
Короткое замыкание	Медный проводник 1,3 мм ²	Разряжен	Свежеизг.	UL1642	Нет воспламенения
Протыкание гвоздем	Гвоздь 5 мм	Заряжен	Свежеизг.	SBAG1101	Нет взрыва
Раздавливание	13 кН	Заряжен	Свежеизг.	UL1642 SBAG1101	Нет воспламенения
Перезаряд	0,5 с	Разряжен	Свежеизг.	SBAG1101	Нет взрыва

ионных и полимерных аккумуляторов. Большинство массовых производителей, особенно работающих в области крупногабаритных аккумуляторов, стараются уходить от использования традиционно использовавшихся до последнего времени кобальтатов или, по крайней мере, снизить их содержание. Это тем более актуально, что отражается не только на стоимости, но и на безопасности ЛИА. В списке перспективных катодных материалов значатся: LiNiO_2 , LiMnO_2 , LiMn_2O_4 , LiFePO_4 , $\text{Li}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ и ряд других.

Обострившаяся конкуренция вызвала ускорение процесса снижения цен.

Если рассматривать цены, как принято рядом маркетологов в пересчете на 1 А·ч, то стоимость ЛИА пока превышает остальные типы аккумуляторов. Однако необходимо учесть, что запас энергии, который и интересует потребителя, определяется не только емкостью, но и напряжением. Поэтому целесообразней сравнивать стоимости в пересчете на 1 Вт·ч. К настоящему моменту удалось снизить стоимость 1 Вт·ч по малогабаритным аккумуляторам до \$0,35, причем достижимой в ближайшее время считается задача доведения стоимости до \$0,12–0,25 за 1 Вт·ч (в зависимости от режима использования). Это существенно ниже, чем стоимость никель-кадмиевых аккумуляторов даже простых ламельных серий и уже соизмеримо со стоимостью свинцовых аккумуляторов. В перспективе поставлена задача снижения стоимости Вт·ч до \$0,10.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Вопросы безопасности начинают приобретать определяющее значение, особенно при переходе к батареям больших мощностей. Но надо определить, что такое «опасно». Кухонный нож или автомобиль могут в некоторых ситуациях быть смертельно опасными, но мы пользуемся ими, надо только знать и соблюдать некоторые правила обращения.

Для проверки безопасности батарей проводится серия испытаний, включая перезаряд, переразряд, наг-

рев, протыкание иглой, раздавливание, короткое замыкание и ряд других, имитирующих возможные варианты воздействия при эксплуатации (табл. 2).

Источники опасности, заложенные в аккумуляторной батарее, можно убирать двумя путями: внутренними (изменением химического состава и конструкции) и внешними (установкой дополнительных устройств). Разработанные подходы позволили поднять безопасность использования ЛИА на очень высокий уровень.

ЕМКОСТЬ

Основной подход, существовавший ранее для изготовления «больших» батарей, заключался в параллельно-последовательном соединении аккумуляторов малой емкости.

Существуют несколько ключевых барьеров на пути применения ЛИА с емкостями более 10 А·ч:

- ▼ вопросы безопасности, связанные с графитовыми анодами, воспламеняющимися электролитами и наиболее часто встречающимися до последнего времени катодами на основе кобальтатов;
- ▼ потеря мощности, связанная с увеличенным сопротивлением, присутствующим металлооксидным электродам;
- ▼ падение емкости, связанное с потерями лития из-за паразитных побочных реакций.

Большинство причин, ограничивающих увеличение емкости, к настоящему времени устранены и многие

производители начали выпускать аккумуляторы с емкостью 200 и более (вплоть до 10000 А·ч).

МОЩНОСТЬ

Новые катодные материалы, связующие и электролиты, изменения подходов к конструкциям батарей позволили поднять максимальные токи постоянного разряда до величин порядка 20 С с сохранением емкости до 80% от номинальных значений. Возможность разряда такими токами открывает принципиально новые возможности для применения.

ВЕС И ОБЪЕМ

С момента своего появления в 1991 г. удельные характеристики ЛИА увеличились более чем в 3 раза. Появление новых материалов в совокупности с пониманием процессов, протекающих в ЛИА и определяющих их работу, позволяет надеяться на «период второго рождения». Имеющиеся данные и планы выпуска ряда компаний позволяют предсказать появление в ближайшие два года традиционных ЛИА с удельными характеристиками, превышающими 600 Вт·ч/л.

СПОСОБНОСТЬ К БЫСТРОМУ ЗАРЯДУ

Для традиционных технологий ЛИА время 100%-го заряда составляет 60–70 мин, причем увеличение тока заряда практически не приводит к уменьшению времени заряда. Но для большинства потребителей достаточно 90% заряда, при этом время заряда можно снизить до 30 мин. На 60%

аккумулятор можно зарядить за 15–20 мин.

РЕСУРС

Ресурс обычных коммерческих аккумуляторов достигает 1000 и более циклов, но в ряде случаев (особенно для ЛИА на основе кобальтатов) он существенно зависит от величины конечного напряжения заряда.

Сложность заключается в том, что допустимое конечное напряжение заряда определяется конкретными катодными и анодными материалами, что выдвигает дополнительные требования к конструкции электронных устройств.

БЕЗУХОДНОСТЬ

В активной фазе эксплуатации обычно не возникает проблем по обслуживанию аккумуляторов, так как они герметичны и им не присущ «эффект памяти».

Немаловажным для некоторых применений, а особенно для военного применения, имплантируемых устройств в медицине является сохранение характеристик после глубоких разрядов, в том числе в результате длительного хранения, особенно при повышенных температурах.

В работах Tsukanioto (Quallion LCC, US Army CECOM) показано, что изготовленные по разработанной ими технологии (названной «ноль-вольт технология») ЛИА могут храниться длительное время при повышенной температуре с минимальным снижением характеристик (после года хранения при температуре 37°C предварительно разряженной до 2,5 В и закороченной сопротивлением 57 Ом падение емкости после заряда составляет около 10%, ресурс батареи снижается тоже несущественно).

СОХРАНЯЕМОСТЬ

Большинство производителей ЛИА рекомендует хранить их при комнатной температуре при степени заряженности 30–50% с подзарядом раз в год для предотвращения переразряда.

Фирма КОКАМ декларирует саморазряд ПЛИА на уровне 5% в 6 мес. при комнатной температуре и 10% в мес. при температуре +60°C против

10% в день у Ni/Cd при этих условиях. Саморазряд небольшой, а главные характеристики полностью возвращаются к исходным значениям после подзаряда.

Для сравнения приведем ситуацию с Ni/Cd в ключевых точках:

Условия хранения	Li-ион	Ni/Cd
1 месяц 20°C	<5%	(25%)
6 месяцев 20°C	<15%	(35%)
6 месяцев 40°C	<20%	(70%)

ИНТЕРВАЛ ТЕМПЕРАТУР

Обычный интервал температур при разряде ЛИА составляет минус 20... плюс 40°C, а при заряде – 0... плюс 70°C.

Однако многие производители уже декларируют, что рубеж минус 40°C ими взят. К числу таких производителей относится SAFT, Yardney. Agoppe и многие другие.

- ▼ появились силовые серии;
- ▼ удельные характеристики достигли уровня 400 Вт·ч/л, (к 2006 г, по прогнозу Toshiba, - до 600 Вт·ч/л);
- ▲ возникли и получили практическое воплощение новые подходы к конструированию батарей.

Все это, естественно, расширило круг потенциальных потребителей ЛИА, возникли новые применения:

Режимы	Ток разряда	Применение
Короткие	до 1С	Связь
Тяговые	~1,50	Железная дорога, инвалидные коляски
Стартерные	~5С	Запуск двигателей, электро-мобиль
Силовые	~10С	Электро-инструмент, моделизм и...

Характеристики ЛИА, ожидаемые через 3–5 лет, приведены в табл. 3.

Таблица 3 Ожидаемые характеристики ЛИА

	Батареи большой энергии	Батареи большой мощности
Удельная энергия	>200 Вт·ч/кг	>100 Вт·ч/кг
Удельная мощность	>500 Вт/кг	>2000 Вт/кг
Ресурс	3000 ч	15 лет
Цена	\$0,125/Вт·ч	\$0,25/Вт·ч

Литий-полимерные батареи, разрабатываемые для космоса, нацелены на преодоление барьера минус 60°C и даже минус 70°C. Верхний предел температуры применения литий-ионных батарей ограничен экзотермическим разложением ряда катодных материалов (в первую очередь кобальтатов), а также электрохимически образовавшегося межфазного слоя на границе твердое тело–электролит (SEI) на аноде.

ЭКОЛОГИЯ

Экологические вопросы не вызывают особых опасений, особенно когда произойдет полный отказ производителей от использования катодов на основе кобальтсодержащих соединений.

Резюмируя изложенные выше данные, можно отметить, что за последнее время произошло;

- ▲ поднятие характеристик;
- ▼ емкость до 10 000 А·ч;

Такие показатели внушают определенный оптимизм и позволяют надеяться на успешное решение многих проблем, сдерживающих развитие электротранспорта. А на подходе уже следующие претенденты - низкотемпературные варианты системы литий–сера с металлическим литиевым анодом, топливные элементы...

По материалам i-electro

Быстрицкий Г. Ф.,
Киреева Э. А.



АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

1. БЛОЧНЫЕ ПАРОВЫЕ ТУРБОАГРЕГАТЫ (МИНИ-ТЭЦ)

В связи с существующим постоянным ростом цен на электроэнергию многие предприятия, производящие и использующие водяной пар на технологические нужды и отопление, переходят на самостоятельное ее производство. С помощью блочных паровых турбогенераторов с противодавленческой турбиной для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

Основная масса производственных и производственно-отопительных котельных промышленных и муниципальных предприятий оборудована паровыми котлами насыщенного

или слабopерегретого пара на давление 1,4 МПа производительностью 10—25 т/ч.

Использование на собственной котельной турбоагрегата позволит:

- значительно сократить количество закупаемой у предприятий РАО «ЕЭС России» электроэнергии, вплоть до полного самообеспечения;
- уменьшить величину заявленной мощности;
- полнее компенсировать реактивную мощность своих электроустановок, используя синхронный генератор турбоагрегата.

Принципиальная схема ТГУ в котельной показана на рис. 1.

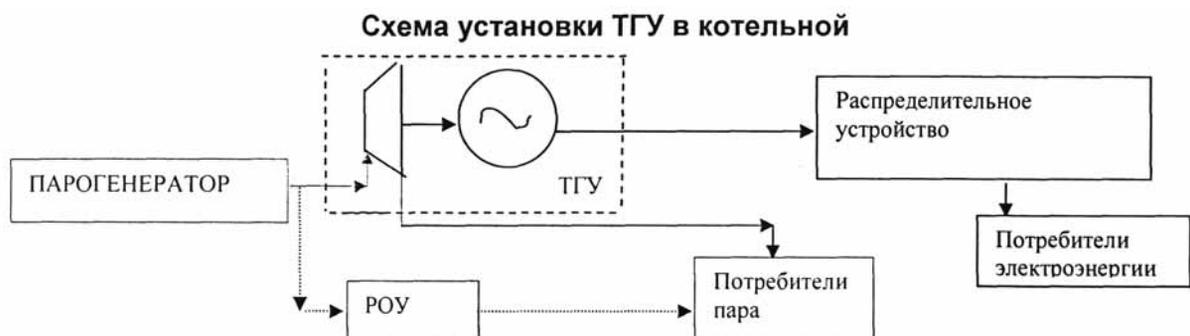


Рис. 1. Схема турбогенераторной установки в котельной (мини-ТЭЦ)

Ниже приводятся краткие технические описания и характеристики ТГУ, выпускаемые ОАО «КТЗ» (Калужский турбинный завод).

Устанавливаемые на нулевой отметке здания котельной блочные турбогенераторы предназначены для выработки электроэнергии с дальнейшим использованием отработавшего в установке пара для технологических и отопительных нужд. Конструктивно установки выполнены в виде компактных блоков 100%-ной заводской готовности, состоящих из противодавленческой турбины, электрического генератора и редуктора, размещенных вместе со вспомогательным оборудованием на общей раме-маслобаке и отдельно устанавливаемого оборудования.

В состав турбогенераторов входят циркуляционная система маслоснабжения, локальная гидродинамическая система автоматического регулирования и аварийной защиты турбины, система управления и защиты генератора. Задатчики регуляторов допускают ручное управление и обеспечивают прием электрических управляющих сигналов при дистанционном или автоматическом управлении установкой.

Турбогенераторы комплектуются синхронными генераторами типа СГ2 Сафоновского электромашиностроительного завода с выведенной силовой нейтралью и воздушным охлаждением.

Турбогенераторные установки характеризуются:

- высокой надежностью (период непрерывной работы не менее 5000 часов);
- длительным сроком службы (25 лет) и ресурсом (100 000 часов);

- значительным межремонтным периодом (не менее 5 лет);
- минимальным объемом монтажных и пуско-наладочных работ;
- малыми эксплуатационными затратами;
- простотой обслуживания и нетребовательностью к уровню подготовки обслуживающего персонала;
- умеренной ценой при коротком (1,5 – 2 года) сроке окупаемости;
- наличие системы послепродажного обслуживания.

ТУРБОГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ ЗАО «ЗАВОД-КИРОВ-ЭНЕРГОМАШ».

Выпускаемые данным ЗАО турбогенераторные установки предназначены для выработки и подачи электроэнергии в жилые и промышленные объекты. ТГУ может устанавливаться в действующих и строящихся котельных, на линии дросселирования пара (параллельно дросселирующему устройству РОУ).

Основные параметры пара:

- давление пара перед турбиной – от 10 до 50 атм.;
- температура пара перед турбиной – от насыщенного до 450 °С;
- давление пара за турбиной – от 1 до 15 атм.;
- расход пара через турбину – от 12 до 78 т/ч.

Электрическая мощность установки в зависимости от параметров пара составляет от 500 до 4000 кВт.

Массогабаритные характеристики ТГУ представлены в табл. 4, общий вид – на рис. 2.

Таблица 1. Технические характеристики турбогенераторов (основной ряд)

Номинальные характеристики (рабочие диапазоны параметров)	Обозначение ТГУ		
	ТГ 0,5А/0,4 Р13/3/7	ТГ 0,6А/0,4Р12/3,7	ТГ 0,7А/0,4 Р13/2
Мощность, кВт	500	600	750
Частота вращения, об/мин ротора турбины ротора генератора	8000 1500	8000 1500	8000 1500
Параметры 3-хфазного тока: напряжение, В частота, Гц	400 50	400 50	400 50
Давление сухого насыщенного пара перед турбиной, МПа	1,3(1,0-1,4)	1,2 (1,0-1,4)	1,3(1,0-1,4)
Температура свежего пара, °С	t_s-250	t_s-250	t_s-250
Абсолютное давление пара за турбиной, МПа	0,37(0,3-0,5)	0,37(0,3-0,5)	0,2(0,15-0,3)
Расход пара, т/ч	13,2	16,5	14,3
Параметры охлаждающей воды: температура, °С расход, м ³ /ч	25(4-32) 10(10-15)	25(4-32) 10(10-15)	25(4-32) 10(10-15)
Масса турбогенератора, тн	8900	10700	10700
Масса поставляемого оборудования, тн	10200	12000	12000
Габариты турбогенератора:			
длина	4140	4240	4170
ширина	1980	1980	1980
высота	2270	2360	2360

t_s - температура насыщения при заданном давлении

Таблица 2. Технические характеристики турбогенераторов с повышенным противодавлением

Номинальные характеристики (рабочие диапазоны параметров)	Обозначение ТГУ		
	ТГ 0,5А/0,4 Р11/6	ТГ 0,6А/0,4 Р12/6	ТГ 0,7А/0,4 Р13/4
Мощность, кВт	500	600	750
Частота вращения, об/мин			
ротора турбины	8000	8000	8000
ротора генератора	1500	1500	1500
Параметры 3-хфазного тока:			
напряжение, В	400	400	400
частота, Гц	50	50	50
Давление сухого насыщенного пара перед турбиной, МПа	1,1(1,0-1,4)	1,2(1,0-1,4)	1,3(1,0-1,4)
Температура свежего пара, °С	t_s-250	t_s-250	t_s-250
Абсолютное давление пара за турбиной, МПа	0,6(0,5-0,7)	0,6(0,5-0,7)	0,4(0,3-0,5)
Расход пара, т/ч	27,5	28,4	21,1
Параметры охлаждающей воды:			
температура, °С	25(4-32)	25(4-32)	25(4-32)
расход, м ³ /ч	10(10-15)	10(10-15)	10(10-15)
Масса турбогенератора, тн	8900	10700	10700
Масса поставляемого оборудования, тн	10200	12000	12000
Габариты турбогенератора:			
длина	4140	4240	4170
ширина	1980	1980	1980
высота	2270	2360	2360

t_s - температура насыщения при заданном давлении

Таблица 3. Технические характеристики турбогенераторов с встроенным сетевым подогревателем

Номинальные характеристики (рабочие диапазоны параметров)	Обозначение ТГУ	
	ТГ 0,5А/0,4 Р11/6	ТГ 0,6А/0,4 Р12/6
Мощность, кВт:		
электрическая	600	600
тепловая	5600	2800
Частота вращения, об/мин		
ротора турбины	8000	8000
ротора генератора	1500	1500
Параметры 3-хфазного тока:		
напряжение, В	400	400
частота, Гц	50	50
Давление сухого насыщенного пара перед турбиной, МПа	1,3(0,8-1,5)	2,8 (2,4 -3,0)
Температура свежего пара, °С	191 (t_s-310)	380(350-380)
Абсолютное давление пара за турбиной, кПа	60	60
Расход пара, т/ч	10	4,6
Параметры сетевой воды:		
давление, не более, МПа	1,6	1,6
температура, °С		
на входе	45(40-50)	45(40-50)
на выходе	80(70-80)	80(75-90)
расход, м ³ /ч	120	65
Параметры охлаждающей воды:		
температура, °С	30(15-35)	-
расход, м ³ /ч	30	-
Масса турбогенератора, тн	16,0	16,0
Масса поставляемого оборудования, тн	18,2	18,2
Габариты турбогенератора:		
длина	4600	4600
ширина	2850	2850
высота	2910	2910

t_s - температура насыщения при заданном давлении

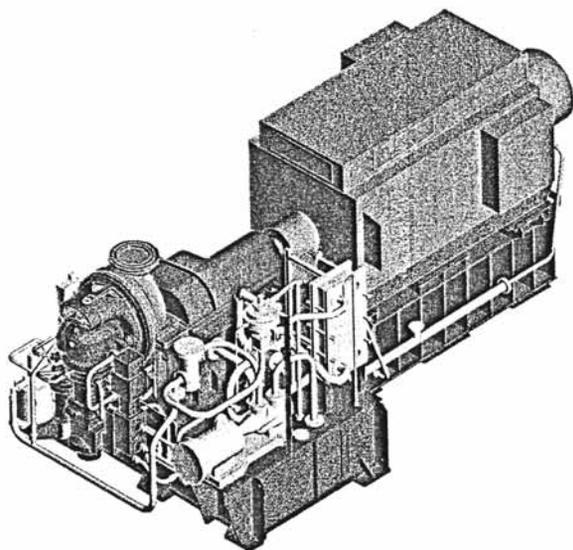


Рис. 2. Общий вид ТГУ

Таблица 4

N, кВт	Размеры в мм			Масса, кг
	L	B	H	
500	4000	2830	2400	12000
1000	4200	2830	2400	14000
2500	6080	2830	3260	22500
4000	6470	2830	3260	24000

На рис. 3 представлены основные характеристики модификаций турбогенераторных установок при насыщенном паре на входе в турбину в зависимости от отношения давления на турбину.

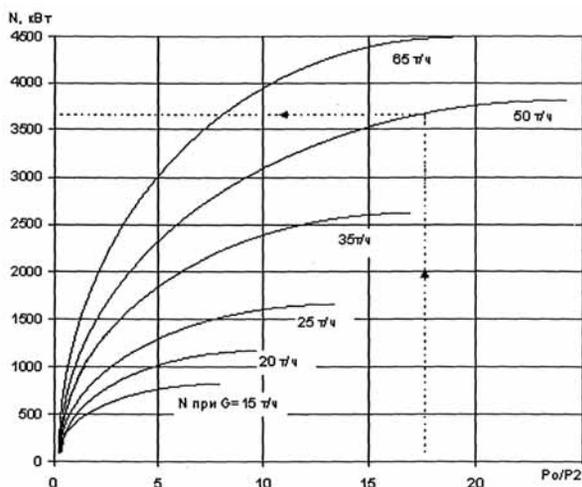


Рис. 3. Характеристики ТГУ при различных модификациях турбины: N — электрическая мощность агрегата; P0 — давление пара перед турбиной; t0 — температура пара перед турбиной; P2 — давление пара за турбиной; G — расход пара через турбину

2. ГАЗОТУРБИННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ (ГТЭС)

В отличие от паротурбинного (паросилового цикла Ренкина для водяного пара), в циклах газотурбинных установок рабочим телом служат нагретые до высокой температуры сжатые газы. В качестве таких газов чаще всего используют смесь воздуха и продуктов сгорания жидкого (или газообразного) топлива.

Принципиальная схема газотурбинной установки (ГТУ с подводом тепла при $p = const$) представлена на рис. 4. Воздушный компрессор КП сжимает атмосферный воздух, повышая давление с p_1 до p_2 , и непрерывно подает его в камеру сгорания КС. Туда же специальным насосом непрерывно подается необходимое количество жидкого или газообразного топлива. Образующиеся в камере продукты сгорания выходят из нее с температурой T_3 и практически с тем же давлением p_2 (если не учитывать сопротивления), что и на выходе из компрессора ($p_2 = p_3$). Следовательно, горение топлива (т.е. подвод теплоты) происходит при постоянном давлении.

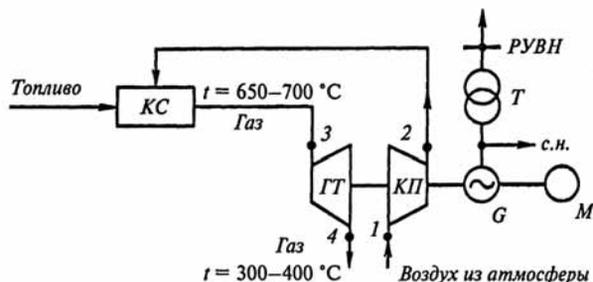


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема электростанции с газовыми турбинами: КС - камера сгорания; КП - компрессор; ГТ - газовая турбина; G - генератор; Т - трансформатор; М - пусковой двигатель; с.н. - собственные нужды

В газовой турбине ГТ продукты сгорания адиабатно расширяются, в результате чего их температура снижается до T_4 (точка 4), где $t_4 \approx 300 - 400$ °C, а давление уменьшается почти до атмосферного P_0 . Весь перепад давлений $P_3 - P_0$ используется для получения технической работы в турбине $l_{тех}$. Большая часть этой работы l_k расходуется на привод компрессора; разность $l_{тех} - l_k$ затрачивается на производство электроэнергии в электрическом генераторе G или другие цели.

Для повышения КПД ГТЭС применяют способ регенерации теплоты уходящих газов из турбины. В отличие от предыдущей принципиальной схемы, в нее включен теплообменник, в котором воздух, идущий от компрессора в камеру сгорания, нагревается отработавшими газами, уходящими из турбины, или теплота газов утилизируется

Таблица 5. Основные характеристики газотурбинных электростанций

Параметр	ГТЭС-2,5	ГТЭС-4	ГТЭС-5	ГТЭС-6	ГТЭС-12	ГТЭС-16	ГТЭС-25
Электрическая мощность, кВт	2500	4000	5000	6000	12 000	16 000	25 000
Лин. напряжение, кВ/ частота, Гц				6,3 или 10,5/50			
КПД ГТУ, %, не менее	21,4	24,0	26,0	27,0	34,5	37,0	40,0
КПД генератора, %, не менее				97			
КПД с утил. теплообменником, %				48...60			
КПД с паровым котлом, %				72...87			
Вид топлива	природный газ, попутный нефтяной газ, жидкое топливо						
Расход топливного газа, кг/ч	825	1160	1360	1560	2496	3104	4425
Давление топливного газа, кгс/см ²	12..16		18...22		24...32		
Температура топливного газа, °С				+ 5...+50			
Тепловая мощность, Гкал/ч	6,0	8,2	9,5	10,7	16,7	20,7	30,1
Уровень выбросов NO _x /CO, мг/м ³				50/100			
Уровень звуковой мощности, дБа				не более: при обслуживании – 80, на расстоянии 700 м – 45			
Ресурс до кап. ремонта, ч				25 000, по техническому состоянию – до 35 000			
Ресурс назначенный, ч				100 000, по техническому состоянию – до 120 000			

**Газотурбинные энергетические установки ОАО «КМПО»
(Казанское моторостроительное производственное объединение).**

Таблица 6. Основные технические параметры

Наименование параметра	ГТЭУ-4	ГТЭУ-16	ГТЭУ-18	ГТЭУ-20
Мощность установки при выработке электрической энергии, МВт	4,0	16	18,0	20
Одновременно вырабатываемая тепловая мощность, Гкал/час	6,0	20,0	28,0	32,0
Модель устанавливаемого газотурбинного приводного двигателя	НК-127СТ	НК-16СТ	НК-16-18СТ	НК-19СТ
Модель устанавливаемого электрического генератора	ТК-4-УХЛЗ	Т-16-23УЗ	ТС-20-2РУЗ	Т-25-23УЗ-Г
Наличие редуктора	С редуктором	Без редуктора		
Мощность газотурбинного приводного двигателя, МВт	4,0	16,0	18,0	20,0
Электрический коэффициент полезного действия на выводах генератора при номинальной мощности, %, не менее	32	30	31	32
Расход топливного газа на номинальном режиме, м ³ /час, не более	1340,0	6100,0	6540,0	7060,0
Коэффициент использования топлива при номинальной мощности с учетом утилизации тепла, %, не менее	84,0	84,0	84,0	84,0
Рабочее топливо для привода	Природный газ по ГОСТ 21199-89			
Давление топливного газа на входе в двигатель, кгс/см ²	25,0	25,0	25,0	25,0
Частота вращения вала свободной турбины привода, об/мин	13 000	3000	3000	3000
Температура воздуха в контейнере термоблока, °С, не более				70,0
Масла, применяемые для обеспечения работы двигателя	МС-8П ОСТ 38.01163-78			
Масла, применяемые для обеспечения работы генератора	Тп-22 ГОСТ 9972-74			
Безвозвратные потери масла при работе привода, кг/ч, не более	0,3	0,6	0,6	0,7
Содержание вредных веществ в выхлопных газах:				
оксидов азота, мг/м ³ , не более	50	50	50	50
оксидов углерода, мг/м ³ , не более	50	150	150	150
Уровень звуковой мощности на расстоянии 1 м от энергоблока, дБа, не более	80,0	80,0	80,0	80,0
Номинальное напряжение на клеммах генератора, В	6300/10 500	6300/10 500	6300/10 500	6300/10 500
Ресурс до списания энергетической установки, ч	100 000	100 000	100 000	100 000
Ресурс до первого капитального ремонта, ч	25 000	25 000	20 000	25 000

в котлах-утилизаторах или газовых подогревателей сетевой воды.

В последние годы для электроснабжения газовых и нефтяных месторождений получили широкое распространение газотурбинные электростанции мощностью 2,5–25 МВт. В таблице 5 приведены основные характеристики газотурбинных электростанций ЗАО «Искра-Энергетика».

Литература:

1. Быстрицкий Г. Ф. «Энергосиловое оборудование промышленных предприятий», М. «Академия», 2003
2. Быстрицкий Г. Ф., Шилов С. В. «Мини-ТЭЦ на базе отопительной котельной завода «Рубин», «Электрика», №7, 2001 г.
3. Материалы фирм и заводов-изготовителей оборудования.



**Ивкин О. Н., ООО «Тобольск-Нефтехим»,
Киреева Э. А.,
Пупин В. М.,
Маркитанов Д. В., ООО «СЭС»**

ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ КОМПЕНСАТОРОВ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Качество электрической энергии является ключевой основой для экономического роста и улучшения промышленных уровней производительности. Работа микропроцессоров, телекоммуникаций, оборудования управления производственным процессом, дорогостоящего медицинского оборудования, стандартных блоков новых цифровых технологий и Интернета часто прерывается очень короткими по продолжительности провалами и перенапряжениями питающего напряжения, которые происходят 20–30 раз в год и ведут к большим и часто дорогостоящим экономическим ущербам, даже если они происходят за миллисекунды.

Во второй половине 1990-х годов в США и Канаде были проведены общенациональные энергетические обследования большого числа промышленных предприятий, результаты которых имели большое значение для разработки новых концепций защиты промышленного электрооборудования от провалов напряжения.

Существующий рынок решений по улучшению качества электрической энергии сосредоточен на старой системе взглядов по защите предприятий от 2–3 отключений электроэнергии в год, хотя в настоящее время их происходит до 10–40.

Проблема, связанная с воздействием кратковременных нарушений электроснабжения (КНЭ) на работу потребителей электрической энергии, становится все более острой во всех странах по мере усложнения технологических процессов предприятий и использования средств автоматизации. Основными причинами нарушения надежности электроснабжения потребителей являются короткие замыкания в схемах внешнего (110, 220, 330, 500 кВ) и внутреннего электроснабжения (6, 10 кВ), пуск и самозапуск мощных электродвигателей, ошибочное срабатывание устройств релейной защиты. В нашей стране не проводились долгосрочные исследования качества электроэнергии на промышленных предприятиях, вследствие чего отсутствуют

статистически достоверные сведения по таким важным характеристикам провалов напряжения, как глубина, длительность и частота повторения.

Стоимость влияния плохого качества электрической энергии в американской экономике оценивают более чем в 150 миллиардов долларов в год.

1. Статистика аварийных нарушений электроснабжения по вине энергосистемы

Вопросы взаимоотношений энергосистемы и потребителей, обусловленные нарушениями электроснабжения и последствиями таких нарушений, в новых экономических условиях очень актуальны [1, 2], особенно для предприятий с непрерывным технологическим процессом (нефтехимических, химических и др.).

Разработка технических мероприятий по повышению безаварийной работы электродвигательной нагрузки нефтехимических предприятий требует решения таких задач, как:

- а) снижение чувствительности двигательной нагрузки и преобразователей к провалам напряжения;
- б) снижение вероятности возникновения таких нарушений в энергосистеме, системе электроснабжения (СЭС) предприятия, при которых нарушается нормальная работа потребителей;
- в) использование динамических компенсаторов искажений напряжения (ДКИН) или автономных источников питания для обеспечения непрерывности электроснабжения [2].

Для нефтехимических предприятий характерны случаи, когда кратковременные нарушения электроснабжения длительностью в доли секунды приводят к нарушению сложных технологических процессов, на восстановление которых расходуются значительные средства и время (табл. 1, [3]).

Основной причиной останова электродвигателей и механизмов является отключение их защитой или срабатывание защиты преобразователей в результате кратковременной посадки напряжения из-за КЗ на линии, работы АПВ или АВР.

Проведенный анализ КНЭ по вине энергосистемы для обследованного предприятия позволил сделать следующие выводы:

- * КНЭ, происходящие по одной ВЛ, практически одновременно приводят к нарушениям электроснабжения и по соседней ВЛ, которая закольцована в энергосистеме;
- * сильное воздействие на технологический процесс оказывает КНЭ на шинах 0,4 кВ ПС «Сырьевая», что требует внедрения динамических компенсаторов для обеспечения непрерывности технологического процесса и снижения ущерба от недовыпуска продукции для всего ООО «Тобольск-Нефтехим»;
- * частые кратковременные нарушения электроснабжения на воздушных линиях ВЛ «Иртыш - Менделеево II», «Иртыш - Менделеево I», «ТЭЦ - Бегишево» приводят к про-

валам напряжения длительностью $0,16 \div 0,25$ с, которые, обрабатываясь старой системой АВР, не позволяют оперативно переключиться на соседнюю секцию и вызывают более глубокое снижение напряжения, а также останов основных низковольтных технологических агрегатов. Внедрение БАВР на секционном выключателе ЦРП-1, 2, 4 и ПС «Сырьевая» со временем $\Delta t_{\text{пер}}=(0,80 \div 0,12)$ с улучшит ситуацию с нарушениями электроснабжения;

- * внедрение динамических компенсаторов провалов напряжения позволит не только исключить влияние провалов напряжения на работу всей подключенной к ЦРП электродвигательной нагрузки, но и компенсировать все виды обратной связи от любого потребителя, т.е. осуществлять компенсацию реактивной мощности; устранять все виды искажений в трехфазной сети; обеспечивать направленную компенсацию гармоник и устранять резонансы.

2. Динамические компенсаторы искажений напряжения

До самого последнего времени проблема влияния КНЭ на работу электроприемников решалась исключительно с помощью источников бесперебойного питания с аккумуляторным либо инерционным накопителем энергии. Известно, что провал напряжения в десятые доли секунды зачастую приводит к частичной или полной остановке сложного автоматизированного производства. Прямые и косвенные ущербы предприятий и организаций достигают десятков тысяч и даже миллионов долларов в год. Полные исчезновения напряжения составляют меньше 10% от общего числа нарушений электроснабжения, причем отключения продолжительностью более 1-2 сек. в 2-3 раза реже отключений длительностью менее 1 сек. [2].

Очевидно, что основное влияние на работу электроприемников на предприятиях оказывают именно кратковременные, сравнительно неглубокие провалы напряжения. Ввиду того что при кратковременных нарушениях электроснабжения в энергосистеме имеют место отключения магнитных пускателей и контакторов на напряжение 0,4 кВ, через которые запитаны основные низковольтные потребители, влияющие на работу высоковольтных электродвигателей и срабатывание технологических защит, часто происходят сбои в программном обеспечении, нами предлагается при модернизации схемы внутреннего электроснабжения рассмотреть варианты с динамическими компенсаторами искажений напряжения в сетях 0,4 кВ и 10 кВ.

Сравнительная стоимость устройств ИБП (мощностью 400 кВА) и ДКИН (мощностью 333 кВА) напряжением 380 В приведена в табл. 2 и на рис. 1.

Динамический компенсатор искажений напряжения (рис. 2) контролирует поступающее напряжение и, когда оно отклоняется от номинального, ДКИН добавляет соответствующее напряжение компенсации, используя IGBT-инвертор и последовательные вольтодобавочные трансформаторы.

Таблица 1. Нарушения электроснабжения нефтехимического предприятия

Дата	Причина нарушения	Последствия	Характеристика КНЭ и реакция систем автоматики
09.03.2002 г.	Посадка напряжения в сети 110 кВ ТЭЦ	Отключение турбины №4	
20.04.2002 г.	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево II»	Кратковременный останов части технологического оборудования от ГПП-2	
10.02.2004 г. 10:14 - 10:34	КЗ в ячейке 24. Отключение секции шин из-за КЗ на секции	Кратковременный останов технологического оборудования: ТКП-I; ЦРП-1 - Вт-1; ЦРП-2 - В-1,2 В-2-2; ЦРП-4 В1-3, РП-101 - В-2; РП-102: В-2; РП-106: В-2; В/блок: В-2/21, М-16, М-20, М-18, Д50-10, Н202/1, Н24/1	
01.03.2004 г.	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево II»	Кратковременный останов части технологического оборудования: ПС Сырьевая: В-3, В-4; РП-202 - МК-2016	$\Delta U_{п}=8,8$ кВ $\Delta t_{п}=0,25$ с АПВ не успешно. АВР I, III не успешен. ПС Сырьевая: АВР РП-202, РП-207 успешен
01.04.2004 г.	Посадка напряжения по 110 кВ на ЗРУ-110 кВ ТЭЦ	ЦРП-1 Н 24/1	
06.04.2004 г.	Посадка напряжения по ВЛ-10 кВ Пионерлагерь II	Отключились насосы котельной	АПВ успешно
07.07.2004 г. 21:55 - 06:10	На провод ВЛ упало дерево	ПС Сырьевая яч. 18	$\Delta U_{п}=9,2$ кВ $\Delta t_{п}=0,20$ с
18.07.2004 г.	Отключение ВЛ-110 «Иртыш - Абалак I»	На ПС Епанчино вкл. КЗ и не отключился ОД	$\Delta U_{п}=9,2$ кВ $\Delta t_{п}=0,228$ с ДФЗ сработало успешно
23.07.2004 г.	Причина неизвестна	Отключение ВЛ-110 «ТЭЦ - Бегишево»	АВР сработало успешно
26.07.2004 г.	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево II»	Кратковременный останов оборудования: Б-1/2; МК-201Б, Б-В3, Н-35	$\Delta U_{п}=9,2$ кВ $\Delta t_{п}=0,2$ с АПВ сработало успешно
13.08.2004 г. 13:40 - 21:10	На провода упало дерево	Отключение ВЛ-110 «ТЭЦ - Бегишево»	$\Delta U_{п}=9,3$ кВ $\Delta t_{п}=0,16$ с. АПВ не успешно; АВР ПС ВОС сработало успешно
17.08.2004 г. 11:52 - 15:10	Посадка напряжения по ВЛ-10 кВ	ф. Чукманка	$\Delta U_{п}=8,9$ кВ $\Delta t_{п}=0,30$ с МТЗ вкл. успешно
26.09.2004 г.	Отключение ВЛ-110 ф. КС-9	Кратковременный останов технологического оборудования: НОПСВ- агр. 1; БК-2; М-42/3, ЦГФУ частот. пр. 12/2	$\Delta U_{п}=8,6$ кВ $\Delta t_{п}=0,2$ с АПВ не успешно
16.03. 2005 г.	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево II» КС-8	Кратковременный останов технологического оборудования ПС ВОС	$\Delta U_{п}=8,8$ кВ $\Delta t_{п}=0,267$ с АПВ сработало успешно
21.03. 2005 г. 15:03 -	КЗ на проходном изоляторе в ЗРУ-110 кВ ТЭЦ I с. ш.	Останов технологического оборудования - НОПСВ: агр. 1,3; Н-6А; ВиК: В-16к-1, Н-2; ЦГФУ: Н-7/2; ДБО-3: Н-306, 301; Н-7/2, Н-5/3; БК-4, БК-2	
16.04.2005 г. 04:42 -	Поврежден концевик муфты КЛ-10кВ на КТПН-2 ПС Сырьевая	ПС Сырьевая, яч. 7	$\Delta U_{п}=8,2$ кВ $\Delta t_{п}=0,13$ с
25.04.2005 г. 14:54 -	КЗ в ячейке 13 ПС Сырьевая		$\Delta U_{п}=9,0$ кВ $\Delta t_{п}=0,276$ с АПВ сработало успешно
01.05.2005 г. 05:04 -	На провода упало дерево	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево I»	$\Delta U_{п}=9,3$ кВ $\Delta t_{п}=0,16$ с АПВ – успешно
29.05.2005 г.	Не установлена	ПС КОС яч. 14, ф. ТП-809/От	На ТП-809/От АВР успешно
05.06.2005 г.	Не установлена	ПС КОС яч. 20, ф. Чукманка	АПВ не успешно
06.06.2005 г. 02:01 -	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Абалак»		$\Delta U_{п}=6,1$ кВ $\Delta t_{п}=0,06$ с АПВ успешно
20.06.2005 г. 14:08 -	На провода упало дерево	Отключение ВЛ-110 «ТЭЦ - Бегишево»	$\Delta U_{п}=5,8$ кВ $\Delta t_{п}=0,165$ с АПВ не успешно
30.06.2005 г.	Отключение ВЛ-110 «ТЭЦ - Бегишево»		$\Delta U_{п}=8,8$ кВ $\Delta t_{п}=0,24$ с АПВ успешно
03.07.2005 г. 00:05 -	Не установлена	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево II»	$\Delta U_{п}=8,8$ кВ $\Delta t_{п}=0,205$ с
30.07.2005 г. 14:21 -	Отключение ВЛ-110 «ТЭЦ – Бегишево» в грозу		$\Delta U_{п}=8,5$ кВ $\Delta t_{п}=0,14$ с АПВ успешно
31.07.2005 г. 16:27 -	Отключение ВЛ-110 «Тобольск - Татарка»	Останов технологического оборудования: ЦГФУ: Н-2/1, Н-3/3, ЦГФУ: Н-2-1, Н-3/3, Н-5-3, Н-6-1, Г-6-2	$\Delta U_{п}=8,7$ кВ $\Delta t_{п}=0,25$ с АПВ сработало успешно
03.07.2005 г. 17:31 -	Отключение ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево II»	Не установлено	$\Delta U_{п}=7,9$ кВ $\Delta t_{п}=0,278$ с

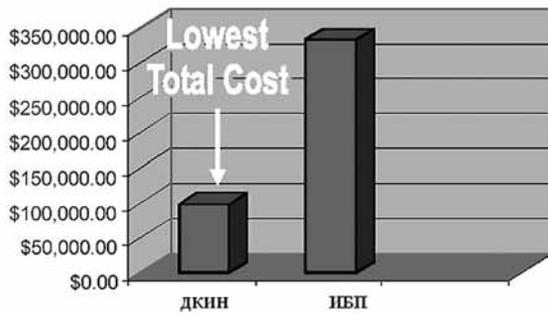


Рис. 1 Сравнительная стоимость устройств ДКПН и ИБП мощностью 400 кВА

Таблица 2 Сравнительная стоимость устройств компенсации провалов напряжения

Наименование показателей	ДКИН	ИБП
1. Первоначальная стоимость устройства	80000 \$	115000 \$
2. Эффективность работы	99%	93%
3. Потребляемая мощность в год	25389 кВтч	165725кВтч
4. Стоимость затрат на электроэнергию	1524\$	22558\$
5. Общие затраты за 1 год	83525\$	163558\$
6. Общие затраты за 5 год	97620\$	333790\$

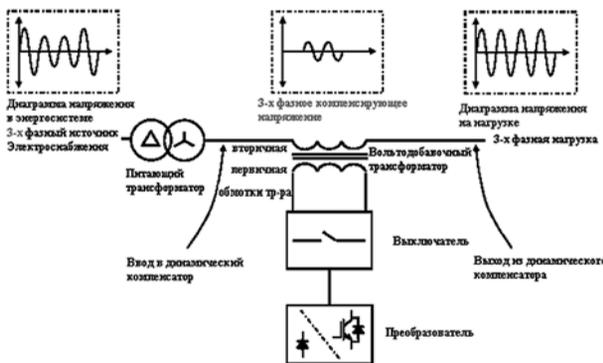


Рис. 2. Структурная схема работы ДКИН при различных видах КЗ

ДКИН предназначен для того, чтобы «смягчить» влияние провалов напряжения на линиях, питающих чувствительное оборудование. Таким образом электроснабжение осуществляется все время, т.к. ДКИН регулирует напряжение нагрузки, приближая его к номинальному значению и устраняя кратковременные нарушения электроснабжения от энергосистемы.

ДКИН-AS обеспечивает в течение 1мс отклик на провал напряжения с последующим регулированием напряжения наполовину в течение 1мс и полным восстановлением напряжения в следующую половину цикла. Таким образом, полное регулирование провалов напряжения в пределах номинального осуществляется в течение не менее 30сек, частичного исправления для трехфазных провалов напряжения вплоть до 50% и однофазных провалов до 55% в течение не менее 30сек. (табл. 3).

Таблица 3 Сравнительные технические характеристики устройства ДКИН

Наименование показателей	ДКИН-SS	ДКИН-AS
Входное напряжение, В	480	380;480;690 до 15000
Перегрузочная способность по току, %	200% - 30 с	125% - 10 мин.
Перегрузочная способность по току, %	400% - 5,0 с	150% - 1 мин.
Перегрузочная способность по току, %	600% - 0,5 с	700% - 0,6 с.
Частота сети, Гц	50/60	50/60
Эффективность при 50% загрузке	99%	99%
Выходное напряжение, В	480	380;480;690 до 15000
Регулирование напряжения	+5÷-10%	
Перегрузочная способность по току, %	160	160
Время реакции устройства, мс	≤2	от 2-4
Допустимая длительность 3-х провалов напряжения до 50%	2 с	зависит от исполнения
Допустимая длительность 2-х провалов напряжения до 70%	2 с	зависит от исполнения
Допустимая длительность 1-х провалов напряжения до 100%	2 с	зависит от исполнения
Мощности устройств, кВА	333;665;1000; 1300;1700; 2000	до 6000
Номинальные токи устройств, А	400;800;1200; 1600;2000;2400	зависит от исполнения
Стандартная степень защиты шкафа	IP20	IP21
Подвод кабеля	сверху, снизу	сверху, снизу
Условия эксплуатации	0-40°C	0-50°C

ДКИН гарантирует работу электрической нагрузки без перерывов даже при провалах напряжения. Отклик на кратковременные нарушения электроснабжения (провалы напряжения) ДКИН-AS намного превышает показатели аналогичных устройств корректировки напряжения. ДКИН предназначен для трехфазных посадок напряжения в энергосистеме стандартной величиной до 35% и длительностью 200мс.

Основные преимущества динамических компенсаторов искажений напряжения:

- * защита от всех видов КЗ (рис. 3);
- * время реакции на кратковременные нарушение электроснабжения 2 мс;
- * эффективность работы устройств более 99% при 50%-ной нагрузке и более 98,8% при 100%-ной нагрузке;
- * низкая потребляемая мощность и малые эксплуатационные затраты;
- * компенсация гармонических составляющих, фликеров;
- * синусоидальная форма выходного напряжения;
- * отсутствие батарей и высокая надежность.

В случае более глубокого провала напряжения или с большей продолжительностью ДКИН продолжает устранять искажения напряжения в максимально возможной степени согласно характеристике устройства (рис. 4).

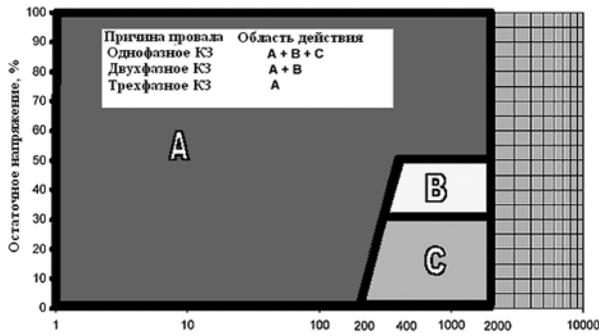


Рис. 3. Диаграмма работы ДКИН при различных видах КЗ

Для провалов напряжений вне заданного диапазона ДКИН поддерживает напряжение на нагрузке, но на уровне напряжения меньше номинального (100 %).

Модель ДКИН-R обеспечивает непрерывное регулирование напряжения к номинальному при трехфазных перенапряжениях до 110 % номинального напряжения поставки.

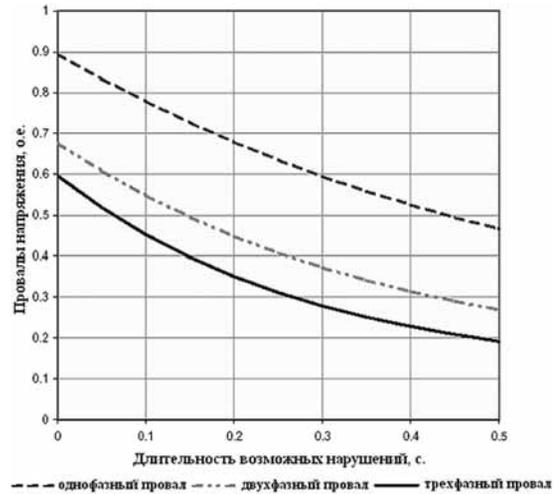


Рис. 4. Характеристики работы ДКИН при одно-, двух- и трехфазных провалах напряжения различной возможной длительности

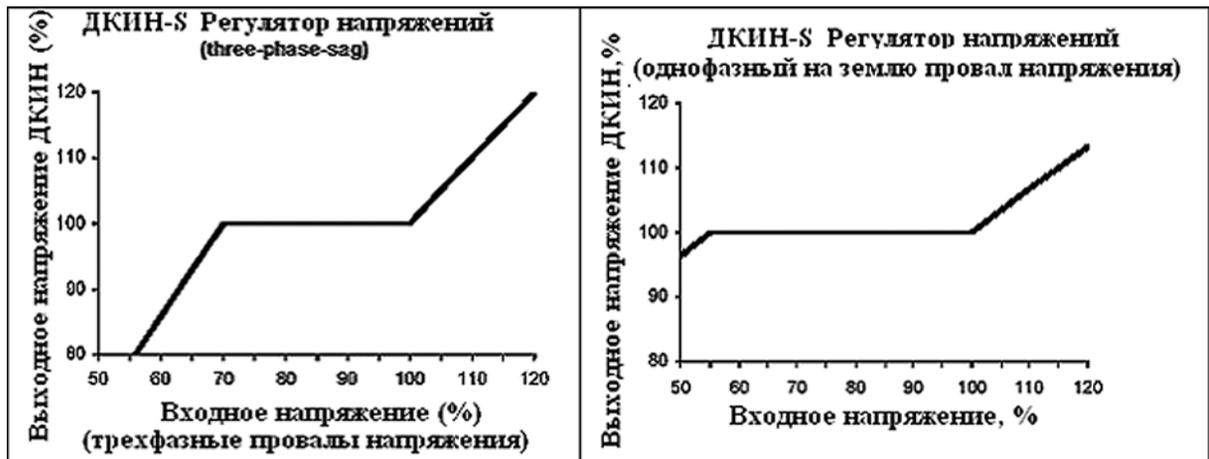


Рис. 5. Характеристики регулирования напряжения устройством ДКИН-S при КНЭ для схемы соединения обмоток трансформатора треугольник-звезда

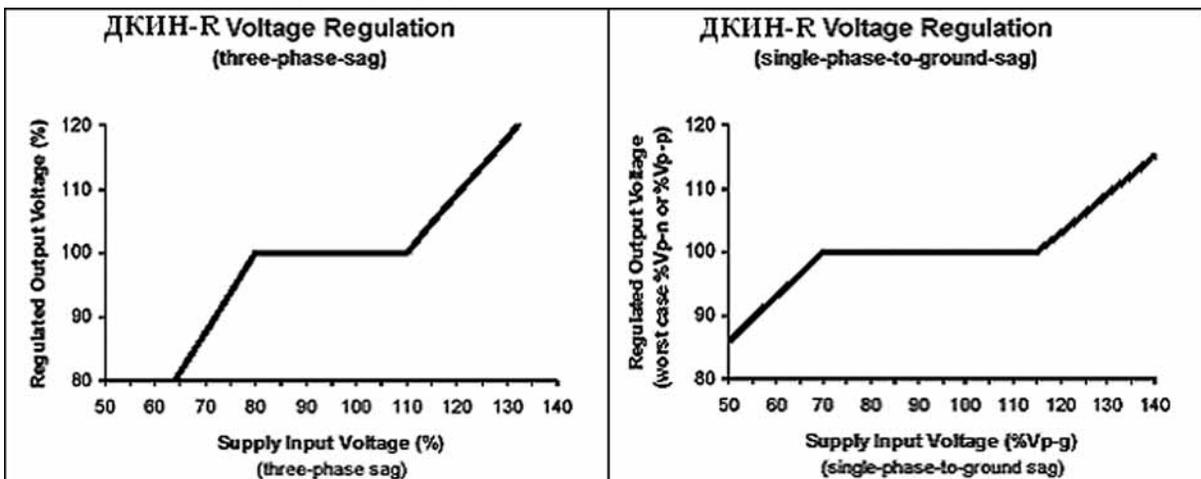


Рис. 6. Характеристики регулирования напряжения устройством ДКИН-R при КНЭ для схемы соединения обмоток трансформатора треугольник-звезда

Характеристики регулирования напряжения для ДКИН-S и ДКИН-R для трехфазных и однофазных КНЭ показаны на рис. 5, 6 и в табл. 4, а габаритные размеры устройств ДКИН напряжением 380 В приведены на рис. 7,8.

Таблица 4. Минимальный уровень остаточных напряжений на стороне распределения для ДКИН и исправление их к уровню 90 %, 95 % и 100 %

Причина КНЭ	Величина выходного напряжения не менее, %	Минимальное значение (%) входного напряжения при заданном выходном	
		ДКИН-S	ДКИН-R
трехфазное КЗ	90	63	72
двухфазное КЗ	90	58	68
однофазное на землю	90	40	55
трехфазное КЗ	95	67	76
двухфазное КЗ	95	64	74
однофазное на землю	95	48	63
трехфазное КЗ	100	70	80
двухфазное КЗ	100	70	80
однофазное на землю	100	55	70

3. Общие сведения о системе электроснабжения ООО «Тобольск-Нефтехим»

Схема электроснабжения ООО «Тобольск-Нефтехим» включает 5 ГПП 110/10: ГПП-3, ПС «Сырьевая», ПС «ВОС» (водоочистные сооружения), ПС «КОС» (канализационные очистные сооружения), ПС «Абалак» (водозабор); 3 ЦРП; 11 РУ 10 кВ; 60 ТП 10/0,66 и 10/0,4 кВ (рис. 9).

Внешнее электроснабжение ООО «Тобольск-Нефтехим» осуществляется от ПС «Иртыш» 500/110 кВ, от которой запитаны:

- ★ через ВЛ-110 «Иртыш – Менделеево – I», «Иртыш – Менделеево – II» ПС «Сырьевая»;
- ★ через ВЛ-110 «Иртыш – ТЭЦ – III», «Иртыш – ТЭЦ – I» подстанции ГПП-3 и КОС;
- ★ через ВЛ-110 «Иртыш – Абалак», «ТЭЦ – Бегишево» подстанции Абалак и ВОС.

Из приведенной электрической схемы сети 500-110 кВ видно, что при включении выключателей на подстанциях 110 кВ не обеспечиваются требования ПУЭ по независимым источникам электроснабжения потребителей для приемников 1-й категории, к которым относятся ряд производств ООО «Тобольск-Нефтехим». Это может приводить к практически одновременным посадкам напряжения на обоих вводах для ГПП и ПС, что не способствует повышению устойчивости электродвигательной нагрузки и сохранности непрерывности технологического процесса при кратковременных нарушениях электроснабжения в энергосистеме.

Трансформаторные подстанции ЦРП-1 напряжением 10/0,69 и 10/0,4 кВ загружены на 80 – 85%. Летом БСК отключены, они работают с октября по апрель. ГПП-3 на напряжение 110/10 кВ выполнена по схеме с двумя трансформаторами типа ТРДЦН-63000-110/10 с расщепленной обмоткой (обмотки низшего напряжения включены параллельно) (рис. 9).

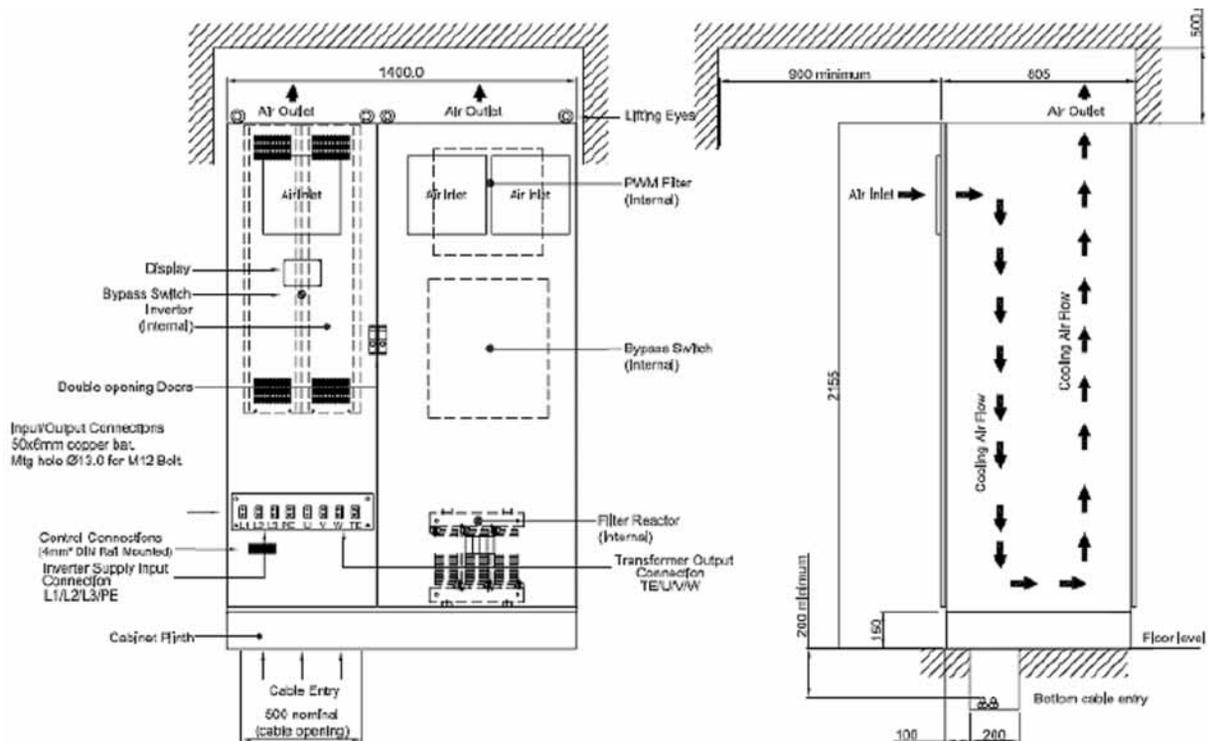


Рис. 7. Габаритные размеры ДКИН на ток 700 А и напряжение 380 В

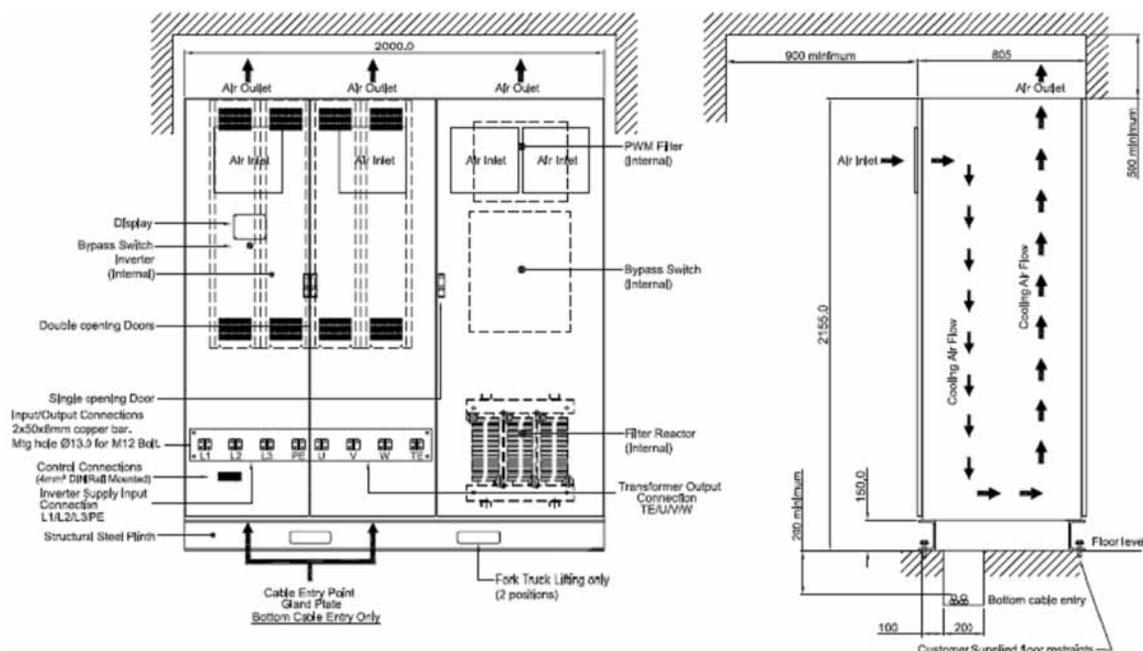


Рис. 8. Габаритные размеры ДКИН на ток 1500 А и напряжение 380 В

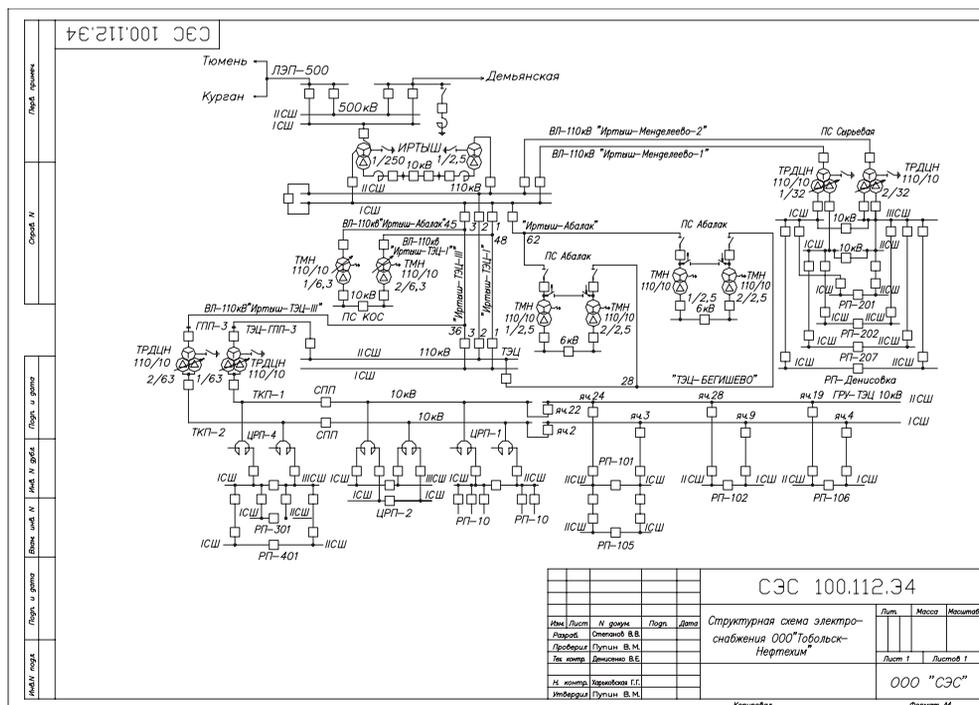


Рис. 9. Структурная схема электроснабжения ООО «Тобольск-Нефтехим»

От ГПП-3 запитаны основные производства ООО «Тобольск-Нефтехим» с помощью ЦРП-1,2,4 на напряжение 10 кВ. Согласно собранным данным за 08.08.2005 г. нагрузка по вводам ЦРП и ПС разная, что необходимо учитывать при выборе ДКИН (табл. 5).

Из анализа электрических схем ЦРП-1,2,4 и ПС «Сырьевая» видно, что для ООО «Тобольск-Нефтехим» характерны длинные кабельные линии для питания трансформаторных подстанций ТП-10/0,66 и ТП-10/0,4, что может приводить к существенному снижению напряжению в режимах КНЭ.

Таблица 5. Данные по инструментальным замерам токов вводов

Подстанция	Рабочий ток ввода 1, А	Рабочий ток ввода 2, А
ЦРП-1	360	396
ЦРП-2, I,II секция	252	132
ЦРП-2, III,IV секция	252	156
ЦРП-4	24	96
ПС «Сырцевая»	V1/V2 19/254	V3/V4 87/12
ПС ВОС	48	83,2

4. Расчетные исследования устойчивости двигательной нагрузки при КЗ

Для предварительных исследований влияния коротких замыканий и нарушений электроснабжения в энергосистеме на работу электродвигательной нагрузки ЦРП-1 были проведены исследования по реальной схеме электроснабжения ООО «Тобольск-Нефтехим». Для чего составлена схема замещения системы электроснабжения ООО «Тобольск-Нефтехим», насчитывающая 232 ветви, 97 узлов и 250 выключателей.

Расчеты режимов выбега на КЗ электрооборудования СЭС ООО «Тобольск-Нефтехим» с учетом выделения отдельных ЦРП и ТП выполнены по фактической нагрузке на 08.08.2005 г. и отражают наиболее тяжелый режим работы электрооборудования цехов. Все параметры узлов нагруз-

ки приведены к базисной мощности 63 МВА, равной мощности трансформатора ГПП-3. Параметры электродвигателей, если они указаны в относительных единицах, приведены к базисной мощности, номинальному току и напряжению двигателя соответственно.

Расчеты показывают, как изменяются токи и напряжения двигателей, секций ЦРП и ТП во времени. Расчеты выбега на короткое замыкание проведены для возможной длительности режима КЗ в 0,2 и 0,5 с. Результаты расчетов приведены на рис. 10 – 13 и в табл. 6 – 9.

Из графика напряжения на выводах ВДС-215-41-12 (рис. 10) видно, что в момент начала самозапуска имеет место снижение напряжения до значения $U=0,954$ о.е., а с момента времени $t=1,5$ с. напряжение на выводах СД превышает значение $U=1,0$ о.е.

Из расчетов выбега на КЗ видно, что ток в месте КЗ уменьшается от значения 34,53 кА в момент $t=0$ сек. до 31,46 кА ко времени $t=0,2$ сек. (при КЗ на вводе питающего реактора ЦРП-1) и от значения 20,49 кА в момент $t=0$ сек. до 18,24 кА ко времени $t=0,2$ сек. (при КЗ на шинах II с. ш. ЦРП-1). Колебания тока КЗ двигателей вызваны изменениями режимов работы других двигателей (переход из двигательного режима работы в генераторный).

Таблица 6. Параметры режима секций при КЗ на вводе питающего реактора ЦРП-1

№ секции	Наименование узла нагрузки	Активная мощность, о.е.	Реактивная мощность, о.е.	Ток секции, о.е.	Напряжение секции, о.е.	Угол между ЭДС системы и напряжением на секции, рад.
1	ЦРП-1 секция I	0,04	-0,08	0,09	0,93	-0,085
2	ЦРП-1 секция II	0,00	-0,02	0,50	0,04	-0,164
3	ЦРП-2 секция I	0,01	-0,01	0,20	0,93	-0,077
4	ЦРП-2 секция III	0,00	0,00	0,05	0,01	2,942
5	ЦРП-2 секция II	0,01	-0,02	0,03	0,93	-0,072
6	ЦРП-2 секция IV	0,00	0,00	0,23	0,20	-0,232
7	ЦРП-4 секция I	0,01	-0,01	0,02	0,92	-0,086
8	ЦРП-4 секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,208
9	РП-401 секция I	0,00	-0,00	0,00	0,92	-0,085
10	РП-401 секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,199
11	РП-301 секция I	0,01	0,00	0,01	0,91	-0,084
12	РП-301 секция II	0,00	0,00	0,09	0,02	-0,916
13	Сдвоенный реактор 1Р-4	0,00	0,00	0,00	0,00	-2,950
14	Сдвоенный реактор 2Р-4	0,03	0,01	0,04	0,94	-0,064
15	Сдвоенный реактор 2Р-1	0,00	0,00	0,00	0,02	-2,993
16	Сдвоенный реактор 1Р-1	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,206
17	ТП-8 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,118
18	ТП-8 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
19	ТП-7 ДБО-2/3 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,118
20	ТП-7 ДБО-2/3 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
21	ТП-5 ДБО-2/3 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,118
22	ТП-5 ДБО-2/3 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
23	ТП-42 ДБО-2/3 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,118
24	ТП-42 ДБО-2/3 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
25	ТП-45 В-1БК-1 секция I	0,01	0,01	0,01	0,90	-0,118
26	ТП-45 В-1БК-1 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
27	ТП-6 ДБО-10 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,118
28	ТП-6 ДБО-10 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
29	ТП-41 ДБО-2/3 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,118
30	ТП-41 ДБО-2/3 секция II	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,193
31	ТП-2 ЦГФУ секция I	0,02	0,02	0,03	0,89	-0,118
32	ТП-2 ЦГФУ секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-2,907
33	ТП-ХозЦ	0,00	0,00	0,00	0,88	-0,125
34	ТП-40 Вик секция I	0,01	0,01	0,01	0,89	-0,110

Таблица 6. Продолжение

№ секции	Наименование узла нагрузки	Активная мощность, о.е.	Реактивная мощность, о.е.	Ток секции, о.е.	Напряжение секции, о.е.	Угол между ЭДС системы и напряжением на секции, рад.
35	ТП-40 ВиК секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-2,913
36	ТП-3 ЦГФУ секция I	0,02	0,02	0,03	0,89	-0,118
37	ТП-3 ЦГФУ секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-2,907
38	ТП-1 ЦГФУ секция I	0,02	0,02	0,03	0,89	-0,118
39	ТП-1 ЦГФУ секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-2,906
40	ТП-53 Т-10 секция I	0,01	0,01	0,01	0,89	-0,110
41	ТП-53 Т-10 секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-2,913
42	ТП-63 Изобутилен секция I	0,01	0,00	0,01	0,89	-0,110
43	ТП-63 Изобутилен секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-2,914
44	ТП-11 ИФ-20-3-4 секция I	0,01	0,01	0,02	0,90	-0,104
45	ТП-11 ИФ-20-3-4 секция II	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,261
46	ТП-9 ИФ-20-3-4 секция I	0,01	0,00	0,01	0,90	-0,104
47	ТП-9 ИФ-20-3-4 секция II	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,260
48	ТП-10 ИФ-20-3-4 секция I	0,01	0,01	0,01	0,90	-0,105
49	ТП-10 ИФ-20-3-4 секция II	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,261
50	ТП-13 ИФ-20-3-4 секция I	0,01	0,01	0,01	0,90	-0,105
51	ТП-13 ИФ-20-3-4 секция II	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,261
52	ТП-24 Т-16 секция I	0,02	0,02	0,03	0,90	-0,113
53	ТП-24 Т-16 секция II	0,00	0,00	0,00	0,02	-0,268
54	I секция шин 10 кВ	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,000
55	ТМ-400 секция I	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,000
56	АБК ЦГФУ секция I	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,235
57	ТП-51 0,4 кВ	0,01	0,00	0,01	0,89	-0,118
58	ТП-52 П-7 секция I	0,01	0,01	0,01	0,89	-0,119
59	ТП-52 П-7 секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,236
60	ТП-58 А-4 секция I	0,01	0,00	0,01	0,89	-0,119
61	ТП-58 А-4 секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,216
62	ТП-56 ВиК секция I	0,01	0,00	0,01	0,89	-0,119
63	ТП-56 ВиК секция II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,236
66	АТЦ 0,4 кВ	0,00	0,00	0,00	0,88	-0,117
67	ТП-СРСУВ 0,4 кВ сек. I	0,01	0,00	0,01	0,88	-0,119
68	ТП-СРСУВ 0,4 кВ сек. II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,227
69	ТП-403 РМЗ 0,4 кВ сек. I	0,01	0,01	0,01	0,89	-0,119
70	ТП-403 РМЗ 0,4 кВ сек. II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,227
71	ТП-401 База 0,4 кВ сек. I	0,01	0,01	0,01	0,88	-0,118
72	ТП-401 База 0,4 кВ сек. II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,228
73	ТП-421 ВиК 0,4 кВ сек. I	0,01	0,01	0,01	0,88	-0,118
74	ТП-421 ВиК 0,4 кВ сек. II					
75	ТП-РМЗ 0,4 кВ сек. I	0,01	0,00	0,01	0,88	-0,118
76	ТП-РМЗ 0,4 кВ сек. II	0,00	0,00	0,00	0,01	-0,227

Таблица 7. Параметры режима ветвей при КЗ на вводе реактора ЦРП-1

№ ветви	Наименование	Ток ветви, кА	Напряжение ветви, кВ		Активная мощность, МВт		Реактивная мощность, Мвар	
			начало	конец	начало	конец	начало	конец
1	Электр. система - ВЛ	2,955	122,71	105,62	74,14	67,93	623,7	536,3
2	ВЛ-110 «ТЭЦ - ГПП - 3»	0,196	105,62	105,26	32,86	32,79	14,43	14,31
3	ВЛ-110 «Иртыш - ТЭЦ - 3»	2,859	105,62	99,956	35,07	18,32	522,0	494,7
4	Ветвь трансформатора1 ГПП-3	0,196	105,26	102,47	32,79	32,7	14,34	12,01
5	Ветвь трансформатора2 ГПП-3	2,860	99,956	0	18,32	0	494,8	0
6	Сопrotивление ХР1 СР ЦРП-4	0,887	9,315	9,375	12,48	12,48	7,00	7,19
7	Сопrotивление ХР2 СР ЦРП-4	0,758	9,375	9,228	10,58	10,57	6,29	5,91
8	Сопrotивление ХР3 СР ЦРП-4	0,130	9,375	9,353	1,9	1,9	0,9	0,89
13	КЛ в цепи ЦРП-4-РП-301 I сш	0,296	9,228	9,129	4,04	3,99	2,46	2,44
14	КЛ в цепи ТП-310 ГСБ Южн	0,028	9,129	9,11	0,37	0,37	0,26	0,26
15	Трансформатор-1 ТП-310 Юж	0,028	9,11	8,792	0,37	0,36	0,26	0,24
16	КЛ в цепи ТП-307 ТСБ Южн	0,07	9,129	9,032	0,92	0,91	0,62	0,62
17	Трансформатор-1 ТП-307 Юж	0,07	9,032	8,738	0,91	0,9	0,62	0,56
18	КЛ в цепи ТП 7СП	0,028	9,129	9,121	0,37	0,37	0,26	0,26
19	Трансформатор ТП-7СП 630	0,028	9,121	8,804	0,37	0,36	0,26	0,24
20	КЛ в цепи ТП-305 ТСБ Южн	0,045	9,129	9,085	0,59	0,58	0,41	0,41
21	Трансформатор-1 ТП-305 Юж	0,045	9,085	8,77	0,58	0,58	0,41	0,38
22	КЛ в цепи ТП-304 ВиК	0,045	9,129	9,126	0,59	0,59	0,42	0,42
23	Трансформатор-1 ТП-304 ВиК	0,045	9,126	8,81	0,59	0,58	0,42	0,38

Таблица 7. Продолжение

№ ветви	Наименование	Ток ветви, кА	Напряжение ветви, кВ		Активная мощность, МВт		Реактивная мощность, Мвар	
			начало	конец	начало	конец	начало	конец
25	КЛ в цепи ТП-301 ТСБ Южн	0,028	9,129	9,106	0,37	0,37	0,26	0,26
26	Трансформатор-2 ТП-301 Юж	0,028	9,106	8,789	0,37	0,36	0,26	0,24
27	КЛ в цепи ТП-303 ТСБ Южн	0,028	9,129	9,106	0,37	0,37	0,26	0,26
28	Трансформатор-2 ТП-303 Юж	0,028	9,106	8,789	0,37	0,36	0,26	0,24
29	КЛ в цепи ТП-56 Вик	0,028	9,228	9,218	0,37	0,37	0,26	0,26
30	Трансформатор-1 ТП-56 Вик	0,028	9,218	8,899	0,37	0,36	0,26	0,24
31	КЛ в цепи ТП-58 А-4	0,028	9,228	9,226	0,37	0,37	0,26	0,26
32	Трансформатор-1 ТП-58 А-4	0,028	9,226	8,907	0,37	0,36	0,26	0,24
33	КЛ в цепи ТП-52 П-7	0,074	9,228	9,208	0,96	0,96	0,69	0,69
34	Трансформатор-1 ТП-52 П-7	0,045	9,208	8,891	0,59	0,58	0,42	0,39
35	КЛ в цепи ТП-51	0,028	9,208	9,201	0,37	0,37	0,26	0,26
36	Трансформатор ТП-51	0,028	9,201	8,882	0,37	0,36	0,26	0,24
37	КЛ от сек. I ЦРП-4 до РП-401 I с.	0,321	9,228	9,153	4,19	4,15	2,96	2,94
38	КЛ в цепи АТЦ 0,4 кВ	0,018	9,153	9,144	0,23	0,23	0,16	0,16
39	Трансформатор 400 кВА АТЦ	0,018	9,144	8,816	0,23	0,23	0,16	0,15
40	КЛ в цепи ТП-СРСУ	0,029	9,153	9,144	0,37	0,37	0,26	0,26
41	Трансформатор-1 ТП-СРСУ	0,029	9,144	8,825	0,37	0,37	0,26	0,24
42	КЛ в цепи ТП-403 РМЗ	0,045	9,153	9,144	0,59	0,59	0,42	0,42
43	Трансформатор-1 ТП-403 РМЗ	0,045	9,144	8,828	0,59	0,58	0,42	0,38
44	КЛ в цепи ТП-401 База	0,091	9,153	9,1	1,18	1,18	0,83	0,83
45	Трансформатор-1 ТП-401 База	0,045	9,1	8,785	0,58	0,58	0,41	0,38
46	КЛ в цепи ТП-РМЗ	0,028	9,153	9,143	0,37	0,37	0,26	0,26
47	Трансформатор-1 ТП-РМЗ	0,028	9,143	8,825	0,37	0,36	0,26	0,24
48	Сопрот. Х _{р1} СР ЦРП-2 I, II сш	0,772	9,315	9,36	11,28	11,28	5,3	5,44
49	Сопрот. Х _{р2} СР ЦРП-2 I, II сш	0,299	9,36	9,323	4,59	4,59	1,58	1,52
50	Сопрот. Х _{р3} СР ЦРП-2 I, II сш	0,476	9,36	9,27	6,69	6,68	3,86	3,71
51	КЛ в цепи ТП-2 ЦГФУ	0,114	9,27	9,252	1,48	1,47	1,07	1,07
52	Трансформатор-1 ТП-2 ЦГФУ	0,114	9,252	8,898	1,47	1,46	1,07	0,97
85	Сопрот. Х _{р1} СР ЦРП-1 I с.ш.	0,555	9,315	9,313	8,94	8,94	-0,29	-0,22
87	Сопрот. Х _{р3} СР ЦРП-1 I с.ш.	0,555	9,313	9,318	8,94	8,94	-0,22	-0,42
91	КЛ в цепи ТП-8 ЦГФУ	0,071	9,318	9,31	0,94	0,94	0,65	0,65
92	Трансформатор-1 ТП-8 ЦГФУ	0,071	9,31	9,011	0,94	0,93	0,65	0,6
94	КЛ в цепи ТП-7 ДБО-2/3	0,07	9,318	9,313	0,93	0,93	0,65	0,65
95	Трансформатор-1 ТП-7 ДБО-2/3	0,07	9,313	9,014	0,93	0,92	0,65	0,6
97	КЛ в цепи ТП-5 ДБО-2/3	0,071	9,318	9,314	0,94	0,94	0,65	0,65
98	Трансформатор-1 ТП-5 ДБО-2/3	0,071	9,314	9,015	0,94	0,93	0,65	0,6
102	КЛ в цепи ТП-42 ДБО	0,07	9,318	9,31	0,93	0,93	0,65	0,65
103	Трансформатор-1 ТП-42 ДБО	0,07	9,31	9,011	0,93	0,92	0,65	0,6
104	КЛ в цепи ТП-45 ДБО-2/3	0,046	9,318	9,31	0,6	0,59	0,43	0,43
105	Трансформатор-1 ТП-45 В1/БК-1	0,046	9,31	8,99	0,59	0,59	0,43	0,4
106	КЛ в цепи ТП-6 ДБО-10	0,07	9,318	9,314	0,93	0,93	0,65	0,65
107	Трансформатор-1 ТП-6 ДБО-10	0,07	9,314	9,015	0,93	0,92	0,65	0,6
108	КЛ в цепи ТП-41 ДБО-2/3	0,07	9,318	9,313	0,93	0,93	0,65	0,65
109	Трансформатор-1 ТП-41 ДБО-2/3	0,07	9,313	9,014	0,93	0,92	0,65	0,6
192	Сопрот. Х _{р1} СР ЦРП-1 II с.ш.	1,818	0	0,247	0	0	0	0,78
193	Сопрот. Х _{р2} СР ЦРП-1 II с.ш.	1,817	0,247	0,44	0	-0,03	0,78	-1,39
194	Сопрот. Х _{р3} СР ЦРП-1 II с.ш.	0,003	0,247	0,246	0	0	0	0
202	КЛ в цепи ТП-41 ДБО-2/3	0,003	0,44	0,44	0	0	0	0
203	Трансформатор-2 ТП-41 ДБО-2/3	0,003	0,44	0,427	0	0	0	0
206	КЛ в цепи ТП-6 ДБО-10	0,003	0,44	0,44	0	0	0	0
207	Трансформатор-2 ТП-6 ДБО-10	0,003	0,44	0,427	0	0	0	0
208	КЛ в цепи ТП-45 ДБО-2/3	0,002	0,44	0,44	0	0	0	0
209	Трансформатор-2 ТП-45 В1/БК-1	0,002	0,44	0,426	0	0	0	0
210	КЛ в цепи ТП-5 ДБО-2/3	0,003	0,44	0,44	0	0	0	0
211	Трансформатор-2 ТП-5 ДБО-2/3	0,003	0,44	0,427	0	0	0	0
212	КЛ в цепи ТП-7 ДБО-2/3	0,003	0,44	0,44	0	0	0	0
213	Трансформатор-2 ТП-7 ДБО-2/3	0,003	0,44	0,427	0	0	0	0
214	КЛ в цепи ТП-8 ЦГФУ	0,003	0,44	0,44	0	0	0	0
215	Трансформатор-2 ТП-8 ЦГФУ	0,003	0,44	0,427	0	0	0	0

Колебания напряжения на выводах ВДС-215-41-12 вызваны изменениями активной (рис. 11) и реактивной мощностей синхронных и асинхронных двигателей.

Ток при самозапуске ВДС-215-41-12 не превышает пускового тока СД ($I_{\text{пуск}}=5,2 \text{ о.е.} < I_n=6,2 \text{ о.е.}$), однако сохраняет высокое значение (свыше 2,2 о.е.) до момента времени $t=1,6 \text{ с}$

Таблица 8. Параметры СД при выбеге на КЗ (в момент $T_{\text{выб}}=0.0$)

Синхронный двигатель	Активная мощность, о.е.	Реактивная мощность, о.е.	Ток, о.е.	Напряжение, о.е.	$\angle \delta$, град.	ω , о.е.
1. ВДС-215-41-12 (М-18 В1/2-1)	0,5193	-1,0264	1,24	0,928	42,6	1,00
3. ВДС-215-41-12 (М-21 В1/2-2)	-0,4330	-0,3347	7,19	0,076	42,8	1,00
7. СДКП2-16-24-12 (М-148/1)	0,4506	-1,1605	1,34	0,927	26,7	1,00
8. СДНЗ-14-59-8 Н-1/3	0,4192	-1,2205	1,39	0,927	25,7	1,00
9. СДНЗ-14-59-8 Н-1/4	0,4095	-1,2160	1,38	0,927	25,8	1,00
10. СДНЗ-14-59-8 Н-1/5	0,4112	-1,2167	1,39	0,927	25,8	1,00
11. СДНЗ-14-59-8 Н-1/1	-1,0036	-0,4196	9,02	0,121	25,9	1,00
12. СДНЗ-14-59-8 Н-1/2	-1,0062	-0,4202	9,02	0,121	25,9	1,00

Таблица 9. Параметры АД при выбеге на КЗ (в момент $T_{\text{выб}}=0.0$)

Асинхронный двигатель	Активная мощность, о.е.	Реактивная мощность, о.е.	Ток, о.е.	Напряжение АД, о.е.	ω , о.е.
2. А4-85/50-4У3 (Н202/1)	0,5549	-0,0477	0,603	0,923	0,993
3. 4АЗМП-630/10000 (М-16 В2/2-1)	0,5821	-0,1189	0,643	0,924	0,993
4. ТИКЕ-FSKNWK (Н-24-2)	-0,1318	-0,1534	3,471	0,058	0,992
6. А4-85/43-4У3 (М-25 В2/2-2)	-0,1737	-0,1672	3,739	0,065	0,995
7. 4АЗМП-630/10000 (М-15/7)	0,5640	-0,1554	0,633	0,925	0,995
13. 4АЗМП-630/10000 (М-15/2)	-0,2335	-0,0780	4,383	0,056	0,995

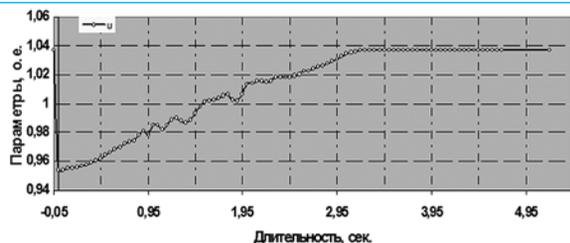


Рис. 10. Напряжение на выводах двигателя ВДС-215-41-12 (М-21 В1/2-2) в режиме самозапуска

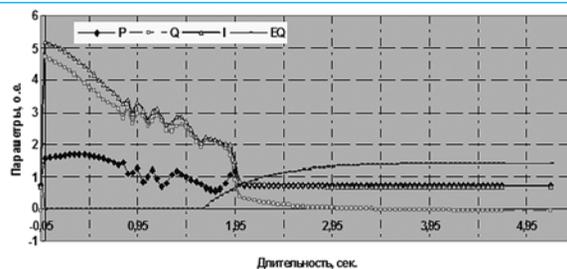


Рис. 12. Параметры режима самозапуска ВДС-215-41-12 (М-21 В1/2-2) после КЗ

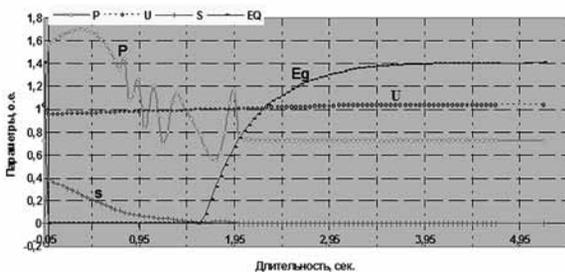


Рис. 11. Активная мощность, синхронная ЭДС и скольжение двигателя ВДС-215-41-12 (М-21 В1/2-2) в режиме самозапуска

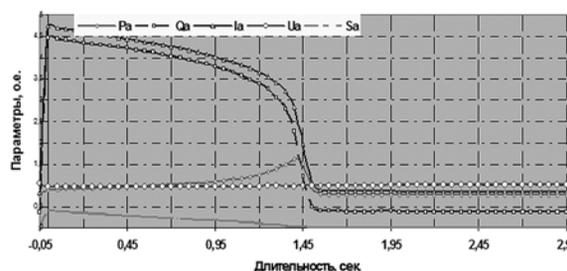


Рис. 13. Параметры режима самозапуска А4-85/43-4У3 (М-25 В2/2-2) после КЗ

Большие колебания тока ВДС-215-41-12 (рис. 12) приводят к дополнительному воздействию на механизм. После вхождения СД в синхронизм ($t=2,4$ с.) колебания тока ВДС-215-41-12 незначительны и обусловлены колебаниями напряжения (рис. 10) и изменениями режимов работы других двигателей.

Асинхронные двигатели самозапускаются (рис. 13) значительно быстрее синхронных (к моменту времени $t=1,45$ с.). Ток при самозапуске АД снижается за 1,35 с. от величины $I=4,75$ до $I=3,2$ о.е. В дальнейшем значения тока и напряжения достигают установившихся номинальных значений.

Полученные результаты расчетов самозапуска асинхронных и синхронных двигателей показывают возможность успешного самозапуска после кратковременного нарушения электроснабжения в энергосистеме, однако посадки напряжения на шинах секций РУ и ТП за время КНЭ могут приводить к отключению низковольтных АД, преобразователей, ко-

торые завязаны на технологический процесс, вызвать сбои в работе контроллеров и привести к остановке производственных процессов и значительным экономическим ущербам.

Список литературы

1. Гуревич Ю. Е. Об упорядочении взаимоотношений энергоснабжающих организаций и промышленных потребителей в области надежности электроснабжения. //Электрические станции. - № 9. - 1998. - С. 31-35.
2. Taylor, C.W., Power System Stability, McGraw Hill, Inc., 1994. Performance of AC Motor Drives During Voltage Sags and Momentary Interruptions, EPRI PQ Commentary No.3, December 1998.
3. Отчет по Договору № 01/СЭС-3790ТН от 26 июля 2005 г. «Предпроектное обследование системы электроснабжения и режимов работы потребителей ООО «Тобольск-Нефтехим» с целью подготовки ТКП на поставку динамических компенсаторов перекосов напряжения» - М., ООО «СЭС», 2005. - 70 с.

**В. Харечко,
Ю. Харечко**



АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ – ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ¹

Расцепитель короткого замыкания – расцепитель сверхтока, предназначенный для защиты от коротких замыканий.

В стандарте МЭК 60947-2 2003 г. термин «расцепитель короткого замыкания» определен следующим образом: «расцепитель сверхтока, предназначенный для защиты против коротких замыканий».

В ГОСТ Р 50030.2 использован термин «расцепитель токов короткого замыкания», который определен следующим образом: «расцепитель максимального тока, предназначенный для защиты от коротких замыканий». Указанное наименование термина следует привести в соответствие с наименованием термина из стандарта МЭК 60947-2, а в его определении вместо термина «расцепитель максимального тока» нужно использовать термин «расцепитель сверхтока».

Автоматический выключатель бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) оснащен расцепителем сверхтока прямого действия, который обычно включает в себя электромагнитный расцепитель короткого замыкания, вызывающий размыкание автоматического выключателя без выдержки времени.

Расцепитель короткого замыкания предназначен для защиты от больших токов перегрузки и токов короткого замыкания, когда электрическая цепь должна быть отключена в течение минимального промежутка времени. Современ-

ные автоматические выключатели отключают токи коротких замыканий за промежуток времени менее чем 0,1 с.

Расцепитель тока короткого замыкания – см. расцепитель короткого замыкания.

В стандарте МЭК 60947-2 2003 г. определен термин «расцепитель короткого замыкания», а в ГОСТ Р 50030.2 использован термин с иным наименованием – «расцепитель токов короткого замыкания». В новой редакции ГОСТ Р 50030.2 или в другом стандарте, его заменяющем, вместо указанного термина следует использовать термин «расцепитель короткого замыкания».

Электромагнитный расцепитель – расцепитель, срабатывание которого зависит от усилия, создаваемого электрическим током главной цепи автоматического выключателя в катушке электромагнита.

В стандарте МЭК 60050-441 термин «магнитный расцепитель перегрузки» определен так: «расцепитель перегрузки, зависящий в своем оперировании от силы, вызываемой током в главной цепи, возбуждающим катушку электромагнита». В примечании к определению сказано, что такой расцепитель обычно имеет обратную зависимость характеристики «временная задержка – ток».

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. определен термин «магнитное реле или расцепитель перегрузки» – «реле или расцепитель перегрузки, зависящие в своем оперировании от си-

¹ Продолжение, начало в журналах № 9–12, 2005 г.

лы, вызываемой током в главной цепи, возбуждающим катушку электромагнита». В примечании к определению сказано, что такое реле или расцепитель обычно имеет обратно зависимую характеристику «временная задержка – ток».

В ГОСТ Р 50030.1 использован термин «электромагнитное реле или расцепитель перегрузки», который определен следующим образом: «реле или расцепитель перегрузки, срабатывание которых зависит от усилия, создаваемого током главной цепи в катушке электромагнита». В примечании к определению разъяснено, что «у реле или расцепителей выдержка времени обычно находится в обратной зависимости от тока».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. отсутствует определение термина «электромагнитный расцепитель», несмотря на то что расцепитель сверхтока современного автоматического выключателя бытового назначения содержит электромагнитный расцепитель, предназначенный для отключения токов короткого замыкания. Однако рассматриваемый термин можно определить на основе процитированных определений терминов «магнитный расцепитель перегрузки» и «магнитное реле или расцепитель перегрузки», так как электромагнитный расцепитель перегрузки и электромагнитный расцепитель короткого замыкания имеют общий принцип действия.

Расцепитель сверхтока автоматического выключателя бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) обычно включает в себя электромагнитный расцепитель короткого замыкания, который предназначен для отключения больших токов перегрузки и токов короткого замыкания. Время срабатывания электромагнитного расцепителя мало – 0,1 с и менее. Оно находится в обратной зависимости от значения сверхтока.

Расцепитель перегрузки – расцепитель сверхтока, предназначенный для защиты от перегрузок.

В стандарте МЭК 60050-441 термин «расцепитель перегрузки» определен так: «расцепитель сверхтока, предназначенный для защиты от перегрузок».

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. определен термин «реле или расцепитель перегрузки» – «реле или расцепитель сверхтока, предназначенные для защиты от перегрузок».

В ГОСТ Р 50030.1 использован такой же термин, который определен следующим образом: «максимальное реле или максимальный расцепитель тока, предназначенные для защиты от перегрузок». В процитированном определении термины «максимальное реле тока» и «максимальный расцепитель тока» следует заменить терминами «реле сверхтока» и «расцепитель сверхтока».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «расцепитель перегрузки» определен следующим образом: «расцепитель сверхтока, предназначенный для защиты от перегрузок».

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет такое же наименование – «расцепитель перегрузки» и похожее определение: «максимальный расцепитель тока, предназначенный для защиты от перегрузок». В процитированном определении

термин «максимальный расцепитель тока» следует заменить термином «расцепитель сверхтока».

Автоматический выключатель бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) оснащен расцепителем сверхтока прямого действия, который обычно включает в себя тепловой расцепитель перегрузки с обратно-зависимой выдержкой времени. Указанный расцепитель предназначен для отключения небольших токов перегрузки. Наличие подобного расцепителя позволяет избежать ложных отключений автоматическим выключателем таких токов перегрузки, которые представляют собой пусковые токи электрооборудования, протекающие в электрической цепи в течение нескольких секунд.

Тепловой расцепитель перегрузки – расцепитель перегрузки с обратно-зависимой выдержкой времени, срабатывание которого зависит от теплового действия электрического тока, протекающего через него.

В стандарте МЭК 60050-441 термин «тепловой расцепитель перегрузки» определен так: «расцепитель перегрузки с обратной временной задержкой, зависящий в своем оперировании, включая свою временную задержку, от теплового действия тока, протекающего в расцепителе».

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. определен термин «тепловое реле или расцепитель перегрузки» – «реле или расцепитель перегрузки с обратной временной задержкой, зависящий в своем оперировании (включая свою временную задержку) от теплового действия тока, протекающего в реле или расцепителе».

В ГОСТ Р 50030.1 использован такой же термин, который определен следующим образом: «реле или расцепитель перегрузки с обратозависимой выдержкой времени, срабатывание которых (в том числе и выдержка времени) зависит от теплового действия тока, проходящего через это реле или расцепитель».

Автоматический выключатель бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) оснащен расцепителем сверхтока прямого действия, который, в том числе, обычно включает в себя тепловой расцепитель перегрузки с обратно-зависимой выдержкой времени. Срабатывание этого расцепителя зависит от теплового действия протекающего через него электрического тока. Он предназначен для защиты от малых токов перегрузки.

Характеристики теплового расцепителя перегрузки зависят от температуры окружающего воздуха. Требованиями ГОСТ Р 50345 проверка время-токовой характеристики автоматического выключателя, которая поглощает время-токовую характеристику теплового расцепителя перегрузки, должна выполняться при температуре 30 °С. Если фактическая температура окружающего воздуха меньше указанной, время срабатывания теплового расцепителя перегрузки увеличивается. При превышении температурой окружающего воздуха 30 °С время срабатывания теплового расцепителя перегрузки уменьшается. В стандарте указано следующее максимально допустимое изменение время-токовой характеристики автоматического выключателя –

увеличение или уменьшение испытательных токов (против нормативных токов) не должно превышать 1,2 % на 1°C соответственно уменьшения или увеличения температуры, при которой выполняется проверка, относительно 30°C.

Удерживающее приспособление – приспособление, препятствующее перемещению главных контактов автоматического выключателя из замкнутого положения в разомкнутое.

В стандартах МЭК в определениях термина «расцепитель» упомянуто удерживающее приспособление, которое препятствует срабатыванию коммутационного устройства, а при его освобождении позволяет ему сработать.

В ГОСТ 17703 при определении термина «расцепляющее устройство контактного аппарата (расцепитель)» также упомянуто удерживающее устройство. В ГОСТ 17703 также определен термин «удерживающее устройство контактного аппарата» – «устройство, предназначенное препятствовать перемещению подвижных частей контактного аппарата из одного положения в другое».

При срабатывании расцепитель сверхтока воздействует на удерживающее приспособление автоматического выключателя, которое препятствует перемещению замкнутых главных контактов (препятствует их размыканию). Удерживающее приспособление освобождает главные контакты, которые начинают размыкаться под действием энергии, накопленной в растянутых (сжатых) пружинах. На удерживающее приспособление воздействуют также другие расцепители – независимый расцепитель и расцепитель минимального напряжения, срабатывание которых инициирует размыкание автоматического выключателя.

Зажимной элемент – части вывода, необходимые для механического крепления и электрического присоединения проводников.

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «зажимной элемент» определен так: «часть (части) вывода, необходимый для механического крепления и электрического присоединения проводника (проводников)».

В ГОСТ Р 50030.1 использован термин «зажим», который определен следующим образом: «одна или несколько частей вывода, необходимые для механического крепления и электрического присоединения одного или нескольких проводников». Применение термина «зажим» вместо термина «зажимной элемент» является логической ошибкой, которую следует устранить в новой редакции ГОСТ Р 50030.1 или другого стандарта, его заменяющего.

Русскому термину «зажим» более точно соответствует английский термин «terminal», который в национальной нормативной документации, устанавливающей требования к коммутационным устройствам (комплекс ГОСТ Р 50030, ГОСТ Р 50345, ГОСТ Р 51326.1, ГОСТ Р 51327.1 и др.), именован выводом. Термин «вывод» достаточно удачно использован в требованиях к коммутационным устройствам. Однако такое устройство, как блок зажимов (terminal block), предназначенное исключительно для присоединения про-

водников внешних электрических цепей к низковольтному распределительному устройству, в ГОСТ Р 50030.7.1 и ГОСТ Р 50030.7.2, названо клеммной колодкой. Хотя термин «клемма» в ГОСТ 18311–80 «Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий» был признан недопустимым много лет тому назад.

И вывод коммутационного устройства, и блок зажимов, применяемый в низковольтном распределительном устройстве, обычно состоят из нескольких деталей, некоторые из которых предназначены для выполнения электрического присоединения проводников, а также для их механического крепления. Указанные детали представляют собой зажимные элементы. Зажимной элемент является неотъемлемой частью любого вывода или блока зажимов.

Вывод – проводящая часть автоматического выключателя, предназначенная для его электрического присоединения к проводникам внешних электрических цепей.

В стандарте МЭК 60050-151 термин «вывод» определен так: «проводящая часть устройства, электрической цепи или электрической сети, предусмотренная для присоединения этого устройства, электрической цепи или электрической сети к одному или более внешним проводникам».

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термину «вывод» дано более конкретное определение – «проводящая часть устройства, предусмотренная для электрического присоединения к внешним цепям».

В ГОСТ Р 50030.1 термин имеет такое же наименование и похожее определение: «токопроводящая часть аппарата, предназначенная для электрического соединения с внешними цепями».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. также определен термин «вывод» – «проводящая часть устройства, предусмотренная для возобновляемого электрического присоединения к внешним цепям».

В ГОСТ Р 50345 этот термин определен похоже: «токопроводящая часть аппарата, предназначенная для электрического соединения с внешними цепями».

В ГОСТ 17703 определен термин «вывод аппарата» – «часть коммутационного аппарата, предназначенная для соединения его с внешними проводниками электрических цепей».

Для электрического присоединения автоматического выключателя к проводникам внешних электрических цепей используют его специальные проводящие части, которые называются выводами. Все выводы автоматических выключателей конструктивно подразделяются на выводы резьбового типа и выводы безрезьбового типа. В выводах резьбового типа, которые могут быть столбчатыми, винтовыми, штифтовыми, пластинчатыми и выводами для наколочников, присоединение и отсоединение проводников, осуществляется винтами или гайками любого типа. Наиболее распространенным видом выводов у современных автоматических выключателей бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) являются столбчатые выводы. В выводах

безрезьбового типа присоединение и отсоединение проводников выполняются при помощи пружин, клиньев, эксцентриков, конусов и т. п. Этими выводами автоматические выключатели оснащаются редко.

В ГОСТ Р 50345 представлены требования только к выводам резьбового типа², предназначенным для присоединения медных проводников³. Выводы должны надежно зажимать проводник между металлическими поверхностями без серьезного повреждения его жилы или изоляции. При затягивании зажимных винтов или гаек должна быть исключена возможность выскальзывания жилы проводника.

Выводы автоматических выключателей, имеющих номинальный ток до 32 А включительно, должны допускать присоединение проводников без их специальной подготовки, под которой подразумевается, например припайвание жилы проводника, использование гильз и кабельных наконечников, образование петель и другие способы обработки проводника. Изменение формы проводника перед его вводом в вывод автоматического выключателя, а также скручивание многопроволочного гибкого проводника для укрепления его конца не относятся к специальной подготовке проводника.

Автоматический выключатель втычного типа оснащен штыревыми выводами, с помощью которых можно выполнить его втычное соединение со специальным основанием, подключенным к проводникам внешних электрических цепей. Устанавливая автоматический выключатель втычного типа на его основание, можно присоединять его к внешним электрическим цепям, снимая – отсоединять от них. Крепление автоматических выключателей втычного типа на их основаниях должно быть надежным.

Выводы автоматических выключателей должны обеспечивать присоединения медных проводников, которые имеют сечения, указанные в таблице 7 (в ГОСТ Р 50345 эта таблица имеет номер 4).

Вывод резьбового типа – вывод для присоединения и последующего отсоединения одного проводника или для разборного соединения между собой двух или более проводников, осуществляемых прямо или косвенно винтами или гайками любого типа.

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «вывод резьбового типа» определен следующим образом: «вывод, предназначенный для присоединения и отсоединения проводников или для взаимного соединения двух или более проводников, соединение выполняется прямо или косвенно посредством винтов или гаек любой разновидности».

Таблица 7. Сечения медных проводников, присоединяемых к резьбовым выводам

Номинальный ток, А		Диапазон номинальных поперечных сечений проводников, присоединяемых к выводу, мм ²
От	До включительно	
–	13	1,0–2,5
13	16	1,0–4,0
16	25	1,5–6,0
25	32	2,5–10,0
32	50	4,0–16,0
50	80	10,0–25,0
80	100	16,0–35,0
100	125	25,0–50,0

В ГОСТ Р 50030.1 использован термин «резьбовой вывод», который определен следующим образом: «вывод, предназначенный для присоединения и отсоединения проводников или для взаимного соединения двух или нескольких проводников, выполняемого прямо или косвенно винтами или гайками любого типа».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «вывод резьбового типа» определен следующим образом: «вывод для присоединения и последующего отсоединения проводника или для взаимного соединения двух или более проводников, способного быть разобранными, соединение выполняется прямо или косвенно посредством винтов или гаек любой разновидности».

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет наименование «резьбовой вывод» и похожее определение – «вывод для присоединения и отсоединения проводника или разъёмного соединения двух или нескольких проводников, осуществляемого прямо или косвенно винтами или гайками любого типа».

В ГОСТ Р 50030.1 и ГОСТ Р 50345 вместо термина «вывод резьбового типа» использован термин «резьбовой вывод», который можно рассматривать в качестве сокращенного варианта наименования рассматриваемого термина.

Резьбовой вывод обеспечивает присоединение и отсоединение одного проводника, а также разборное соединение между собой двух или более проводников, которое осуществляется винтами или гайками любого типа. Автоматические выключатели бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) обычно оснащают выводами резьбового типа, которые могут быть столбчатыми, винтовыми, штифтовыми, пластинчатыми выводами и выводами для наконечников.

Вывод безрезьбового типа – вывод для присоединения и последующего отсоединения одного проводника или для разборного соединения между собой двух или более

² В стандарт МЭК 60898-1 2003 г. включены приложения «К» и «J», которые содержат требования к выводам безрезьбового типа

³ В обязательном приложении «К» ГОСТ Р 50345, которое содержит дополнительные требования, учитывающие потребности экономики страны, указано, что выводы автоматических выключателей должны допускать присоединение алюминиевых проводников и соответствовать ГОСТ 24753–81 «Выводы контактные электротехнических устройств. Общие технические условия». Однако автоматические выключатели устанавливают в низковольтные распределительные устройства. Поэтому это требование ГОСТ Р 50345 противоречит тем нормативным требованиям стандартов на низковольтные распределительные устройства, которые допускают использование только медных проводников для выполнения их внутренних электрических цепей. В стандарт МЭК 60898-1 2003 г. включено приложение «L», содержащее требования к выводам, к которым можно подключать алюминиевые проводники

проводников, осуществляемых прямо или косвенно пружинами, клиньями, эксцентриками, конусами и т. п. без специальной подготовки проводника за исключением удаления его изоляции.

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «вывод безрезьбового типа» определен так: «вывод, предназначенный для присоединения или отсоединения проводников или для взаимного соединения двух или более проводников, соединение выполняется прямо или косвенно посредством пружин, клиньев, эксцентриков или конусов, т. д.».

В ГОСТ Р 50030.1 использован термин «безрезьбовой вывод», который определен следующим образом: «вывод, предназначенный для присоединения и отсоединения проводников или для взаимного соединения двух или нескольких проводников с выполнением соединения прямо или косвенно с помощью пружин, клиньев, эксцентриков или конусов и т. п.».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. определен термин «безрезьбовой вывод» – «соединительный вывод для присоединения и последующего отсоединения одного проводника или взаимного соединения двух или более проводников, способного быть разобранным, соединение выполняется прямо или косвенно посредством пружин, клиньев, эксцентриков или конусов, без специальной подготовки проводника кроме удаления изоляции».

В ГОСТ Р 50345 этот термин также имеет наименование «безрезьбовой вывод» и похожее определение – «вывод для присоединения и последующего отсоединения одного проводника или разъёмного соединения между собой двух и более проводников, осуществляемого прямо или косвенно пружинами, клиньями, эксцентриками, конусами и т. д. без специальной подготовки проводника, за исключением удаления изоляции».

В нормативной документации целесообразно использовать одно наименование рассматриваемого термина – «вывод безрезьбового типа», аналогичное по своему построению термину «вывод резьбового типа». Термин «безрезьбовой вывод», используемый в ГОСТ Р 50030.1 и ГОСТ Р 50345 можно рассматривать в качестве сокращенного варианта наименования термина «вывод безрезьбового типа».

Вывод безрезьбового типа предназначен для присоединения и последующего отсоединения одного проводника или разборного соединения между собой двух или более проводников, которые выполняются при помощи пружин, клиньев, эксцентриков, конусов и других приспособлений. Специальная подготовка проводника (за исключением удаления его изоляции) перед его присоединением к выводу безрезьбового типа автоматического выключателя не проводится.

В ГОСТ Р 50345, который разработан на основе стандарта МЭК 60898 1995 г., отсутствуют требования к выводам безрезьбового типа. В новый стандарт МЭК 60898-1 2003 г. включены два приложения «J» и «K», в которых содержатся требования к выводам безрезьбового типа. Авто-

матические выключатели бытового назначения начинают оснащать выводами безрезьбового типа.

Винтовой вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под головкой винта. Давление зажима прилагается непосредственно головкой винта или через промежуточный элемент типа шайбы, зажимной пластины или приспособления, препятствующего выскальзыванию проводника.

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. определен термин «винтовой вывод» – «вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под головкой винта. Зажимное давление может прилагаться прямо головкой винта или через промежуточную часть такую, как шайба, зажимная пластина или антивытягивающее устройство».

В ГОСТ Р 50345 этот термин определен похоже: «резьбовой вывод, в котором проводник зажимается под головкой винта. Давление зажима передается непосредственно головкой винта или через промежуточный элемент типа шайбы, зажимной пластины или устройства, препятствующего выскальзыванию проводника».

В винтовом выводе автоматического выключателя проводник обычно зажимается непосредственно под головкой винта или через промежуточный элемент, которым может быть шайба, зажимная пластина или специальное приспособление, препятствующее выскальзыванию проводника. Современные автоматические выключатели бытового назначения обычно не оснащают винтовыми выводами.

Столбчатый вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник вставляется в отверстие или полость и зажимается одним или более винтами. Давление зажима прилагается непосредственно винтом или через промежуточный зажимной элемент, прижимаемый винтом.

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «столбчатый вывод» определен следующим образом: «вывод резьбового типа, в котором проводник вставляется в отверстие или полость, где он зажимается под телом винта (винтов). Зажимное давление может быть приложено прямо телом винта или через промежуточный зажимной элемент, к которому давление прилагается телом винта».

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет такое же наименование и похожее определение – «резьбовой вывод, в котором проводник вводится в отверстие или полость и зажимается одним или более винтами. Давление зажима может передаваться непосредственно винтом или через промежуточный зажимной элемент, прижимаемый винтом».

На рисунке D.2 приложения «D» стандарта МЭК 60947-1 2004 г. представлены примеры столбчатых выводов и даны следующие пояснения: «столбчатый вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник вставляется в отверстие или полость, где он зажимается под телом винта или винтов. Зажимное давление может быть приложено прямо телом винта или через промежуточную часть, к которой давление прилагается телом винта».

В ГОСТ Р 50030.1 также имеется приложение «D», на рисунке D.2 которого приведены примеры выводов, которые ошибочно названы выводами с отверстиями. Пояснения к рисунку гласят: «вывод с отверстием – вывод резьбового типа, в котором проводник вставляется в отверстие или полость и зажимается одним или несколькими винтами. Давление зажима может передаваться непосредственно от винта или через промежуточную часть, на которую передается давление от винта».

Наиболее распространенным видом выводов у современных автоматических выключателей бытового назначения являются столбчатые выводы. Столбчатый вывод представляет собой вывод, в отверстие или полость которого вводится проводник и зажимается одним или более винтами. Давление зажима передается проводнику непосредственно винтом или через промежуточный зажимной элемент, прижимаемый винтом. Столбчатые выводы автоматического выключателя должны допускать полный ввод проводника (жилы кабеля или провода) в полость или отверстие и обеспечивать надежный его зажим.

Штифтовой вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под гайкой. Давление зажима прилагается непосредственно от гайки соответствующей формы или через промежуточный элемент типа шайбы, зажимной пластины или приспособления, препятствующего выскальзыванию проводника.

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «штифтовой вывод» определен следующим образом: «вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под гайкой. Зажимное давление может прилагаться прямо гайкой соответствующей формы или через промежуточную часть такую, как шайба, зажимная пластина или антивытягивающее устройство».

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет ошибочное наименование – «болтовой вывод», но похожее определение: «резьбовой вывод, в котором проводник зажимается под гайкой. Зажимное давление может передаваться непосредственно от гайки соответствующей конфигурации или через промежуточную часть типа шайбы, зажимной пластины или устройства, препятствующего выскальзыванию проводника». В примечании к определению термина сказано, что примеры болтовых выводов представлены на рисунке F.2 приложения «F» ГОСТ Р 50345, который имеет наименование «Примеры винтовых и штыревых выводов». Конструкция штыревого вывода, представленная на рисунке F.2, соответствует процитированному определению вывода, ошибочно названного болтовым.

В то же время в ГОСТ Р 50345 штыревой вывод определен так: «вывод, присоединение и отсоединение которого осуществляется без перемещения проводников существующей цепи. Присоединение осуществляется без использования инструмента и обеспечивается упругостью неподвижных и (или) подвижных частей и (или) пружинами». Процитированное определение термина «штыревой вы-

вод» хорошо согласуется со следующими терминами ГОСТ 14312:

«гнездовая контакт-деталь (гнездо)» – «контакт-деталь, предназначенная для ввода штыревой контакт-детали и электрического контактирования с ней по своей внутренней поверхности»;

«штыревая контакт-деталь (штырь)» – «контакт-деталь, предназначенная для ввода в гнездовую контакт-деталь и электрического контактирования с ней по своей внешней поверхности».

Штырь и гнездо образуют втычное соединение. Они применяются в штыревых выводах автоматического выключателя втычного типа. Штыревой вывод не может быть выводом резьбового типа, к которому относится штифтовой вывод.

Деталь, на которую наворачивается гайка, на рисунках приложения «F» ГОСТ Р 50345 ошибочно названа штырем, а в аналогичном приложении «F» стандарта МЭК 60898-1 – штифтом.

В новой редакции ГОСТ Р 50345 или другого стандарта, заменяющего его, используемое ныне ошибочное наименование термина «болтовой вывод» следует заменить на более правильное наименование – «штифтовой вывод», которое соответствует наименованию рассматриваемого термина в стандарте МЭК 60898-1.

На рисунке D.3 приложения «D» стандарта МЭК 60947-1 2004 г. представлены примеры штифтовых выводов и даны следующие пояснения: «штифтовой вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под одной или двумя гайками. Зажимное давление может прилагаться прямо гайкой соответствующей формы или через промежуточную часть такую, как шайба, зажимная пластина или антивытягивающее устройство».

В ГОСТ Р 50030.1 также имеется приложение «D», на рисунке D.3 которого приведены примеры выводов, которые названы штифтовыми выводами. Пояснения к рисунку гласят: «штифтовой вывод – резьбовой вывод, в котором проводник зажимается под одной или двумя гайками. Давление зажима может передаваться или непосредственно гайкой соответствующей формы или через промежуточную часть типа шайбы, прокладки или устройства, препятствующего выскальзыванию проводника».

Штифтовой вывод представляет собой вывод резьбового типа, в котором зажим проводника обеспечивается под гайкой. Давление зажима может передаваться непосредственно от гайки соответствующей формы или через промежуточный элемент типа шайбы, зажимной пластины или приспособления, препятствующего выскальзыванию проводника. Штифтовые выводы практически не используются на современных автоматических выключателях бытового назначения.

Штыревой вывод – вывод, электрическое присоединение и отсоединение которого осуществляется без перемещения проводников внешней электрической цепи. Присое-

динение выполняется без использования инструмента и обеспечивается упругостью неподвижных и (или) подвижных частей и (или) пружинами.

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «штыревой вывод» определен следующим образом: «вывод, электрическое присоединение и отсоединение которого может быть осуществлено без перемещения проводников соответствующей цепи. Соединение осуществляется без использования инструмента и обеспечивается упругостью фиксированных и (или) подвижных частей и (или) пружинами»

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет такое же наименование и похожее определение – «вывод, присоединение и отсоединение которого осуществляется без перемещения проводников соответствующей цепи. Присоединение осуществляется без использования инструмента и обеспечивается упругостью неподвижных и (или) подвижных частей и (или) пружинами».

Штыревыми выводами оснащены автоматические выключатели втычного типа. Эти выводы позволяют отключать автоматический выключатель от внешних электрических цепей, снимая автоматический выключатель с его основания. Проводники внешних электрических цепей подключают к основанию автоматического выключателя, которое обычно оснащено столбчатыми выводами.

Вывод для наконечника – винтовой вывод или штифтовой вывод, предназначенный для зажима кабельного наконечника или шины с помощью винта или гайки.

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. определен термин «вывод для наконечника» – винтовой вывод или штифтовой вывод, разработанный для зажима кабельного наконечника или полосы посредством винта или гайки.

В ГОСТ Р 50345, который разработан на основе стандарта МЭК 60898 1995 г., этот термин назван иначе – «вывод для кабельных наконечников и шин», но имеет похожее определение: «винтовой или болтовой вывод, предназначенный для зажима наконечника или шины с помощью винта или гайки». В процитированном определении вместо правильного наименования «штифтовой вывод» ошибочно использовано наименование «болтовой вывод».

В новой редакции ГОСТ Р 50345 или другого стандарта, заменяющего его, используемое ныне наименование термина «вывод для кабельных наконечников и шин» целесообразно заменить на более правильное наименование – «вывод для наконечника», которое в большей степени соответствует наименованию рассматриваемого термина, применяемому в стандарте МЭК 60898-1.

На рисунке D.5 приложения «D» стандарта МЭК 60947-1 2004 г. представлены примеры выводов для наконечников и даны следующие пояснения: «вывод для наконечника – винтовой вывод или штифтовой вывод, разработанный для зажима кабельного наконечника или полосы посредством винта или гайки».

В ГОСТ Р 50030.1 также имеется приложение «D», на рисунке D.5 которого приведены примеры выводов, кото-

⁴ Стренга – заготовка, скрученная из проволоки. Многопроволочная жила гибкого проводника выполняется из нескольких скрученных проволок или стренг.

рые названы выводами с наконечником. Пояснения к рисунку гласят: «резьбовой или штифтовой вывод предназначен для зажима кабельного наконечника или шины с помощью винта или гайки».

Вывод для наконечника представляет собой винтовой или штифтовой вывод, который специально предназначен для зажима кабельного наконечника и плоской шины с помощью винта или гайки. Этот вывод должен иметь пружинную шайбу или другое запорное устройство, предотвращающие самопроизвольное отворачивание винта или гайки. Современные автоматические выключатели бытового назначения обычно не оснащают рассматриваемыми выводами.

Пластинчатый вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под изогнутой пластиной двумя и более винтами или гайками.

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «седлообразный вывод» определен следующим образом: «вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под изогнутой пластиной посредством двух или более винтов или гаек».

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет наименование «пластинчатый вывод» и похожее определение – «резьбовой вывод, в котором проводник зажимается под изогнутой пластиной двумя или более винтами или гайками».

На рисунке D.4 приложения «D» стандарта МЭК 60947-1 2004 г. представлены примеры седлообразных выводов и даны следующие пояснения: «седлообразный вывод – вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под изогнутой пластиной посредством двух или более винтов или гаек».

В ГОСТ Р 50030.1 также имеется приложение «D», на рисунке D.4 которого приведены примеры выводов, которые ошибочно названы выводами с прокладками. Пояснения к рисунку гласят: «выводы с прокладками – резьбовой вывод, в котором проводник зажимается под прокладкой с помощью двух или нескольких винтов или гаек».

Пластинчатый вывод представляет собой вывод резьбового типа, в котором проводник зажимается под изогнутой пластиной двумя и более винтами или гайками. Переворачивая изогнутую пластину, можно зажимать в выводе проводник большего или меньшего сечения. Пластинчатые выводы практически не применяются на автоматических выключателях бытового назначения.

Неподготовленный проводник – отрезанный проводник с удаленной изоляцией, пригодный для вставки в вывод.

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «неподготовленный проводник» определен так: «проводник, который отрезан и изоляция которого удалена, для вставки в вывод». В примечании к определению сказано, что проводник, форма которого подготовлена для введения в вывод или стренги⁴ которого скручены для укрепления конца, считается неподготовленным проводником.

В ГОСТ Р 50030.1 термину дано такое же наименование и похожее определение: «проводник отрезанный и с уда-

ленной изоляцией для вставки в вывод». В примечании к определению говорится, что «к неподготовленным относят проводники, форма которых изменена для вставки в вывод или жилы которых скручены для упрочнения конца».

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 50345 резьбовые выводы автоматических выключателей бытового назначения должны обеспечивать надежное подключение неподготовленных проводников – проводников, которые имеют удаленную изоляцию. Изменение формы проводника перед введением его в вывод автоматического выключателя или скручивание проволок (стренг) многопроволочной жилы гибкого проводника для упрочнения ее конца не рассматривается в нормативной документации в качестве специальной подготовки проводника.

Подготовленный проводник – проводник, проволоки которого спаяны или конец которого снабжен кабельным наконечником, ушком и т. п.

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «подготовленный проводник» определен следующим образом: «проводник, стренги которого пропаяны или конец которого снабжен кабельным наконечником, ушком, т. п.».

В ГОСТ Р 50030.1 использован такой же термин, который определен следующим образом: «проводник, жилы которого спаяны или конец которого снабжен кабельным наконечником, ушком и т. п.».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. рассматриваемый термин не определен. Однако в нем имеется следующее пояснение, разъясняющее суть термина: «термин «специальная подготовка» распространяется на спаивание проволоки проводника, использование кабельных наконечников, формирование ушек и т. п., но не изменение проводника перед его введением в вывод или скручивание гибкого проводника для упрочнения конца».

В некоторых случаях к автоматическому выключателю могут быть подключены только подготовленные проводники. Например, если автоматический выключатель оснащен выводами для кабельных наконечников, то к нему можно присоединить специально подготовленные проводники, которые имеют кабельные наконечники.

Воздушный зазор – кратчайшее расстояние в воздухе между двумя проводящими частями автоматического выключателя вдоль линии наименьшей протяженности между ними.

В стандарте МЭК 60050-441 термин «зазор» определен так: «расстояние между двумя проводящими частями по струне, натянутой по кратчайшему пути между этими проводящими частями».

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. наименование и определение рассматриваемого термина заимствованы из МЭС. В ГОСТ Р 50030.1 термину даны иные наименование – «воздушный зазор» и определение: «кратчайшее расстояние между двумя токопроводящими частями».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. термин «зазор» определен следующим образом: «кратчайшее расстояние в

воздухе между двумя проводящими частями по струне, натянутой по кратчайшему пути между этими проводящими частями». В примечании к определению сказано, что для цели установления зазора к доступным частям, доступная поверхность изоляционной оболочки рассматривается проводящей так, если бы она была охвачена металлической фольгой везде, где ее можно было коснуться рукой или стандартным испытательным пальцем...

В ГОСТ Р 50345 этот термин имеет наименование «воздушный зазор» и похожее определение – «кратчайшее расстояние в воздухе между двумя токопроводящими частями вдоль линии наименьшей протяженности между этими токопроводящими частями». В примечании к определению разъяснено, что «для определения воздушного зазора относительно доступных частей следует рассматривать доступную поверхность изоляционной оболочки как токопроводящую, как если бы она была покрыта металлической фольгой во всех местах, где ее можно коснуться рукой или стандартным испытательным пальцем...». Определение рассматриваемого термина в ГОСТ Р 50345 содержит ошибку. В нем вместо термина «проводящая часть» («токопроводящая часть») использован термин «токоведущая часть».

В таблице 3 ГОСТ Р 50345 (аналогичная таблица в стандарте МЭК 60898-1 имеет номер 4) установлены минимальные значения воздушных зазоров между различными проводящими частями автоматического выключателя. Их значения не могут быть менее 3 мм (при номинальном напряжении 230, 230/400 и 400 В). Поэтому автоматический выключатель бытового назначения может выполнять функции разъединителя.

Расстояние утечки – кратчайшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя проводящими частями.

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «расстояние утечки» определен следующим образом: «кратчайшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя проводящими частями». В примечании к определению сказано, что стык между двумя деталями изоляционного материала рассматривается частью поверхности.

В ГОСТ Р 50030.1 использован такой же термин, определенный следующим образом: «кратчайшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя токопроводящими частями». В примечании к определению сказано, что «стык между двумя элементами изоляционного материала считают частью поверхности».

В стандарте МЭК 60898-1 2003 г. рассматриваемый термин определен аналогично: «кратчайшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя проводящими частями». В примечании к определению сказано, что для цели установления расстояния утечки доступные части, доступная поверхность изолирующей оболочки рассматривается проводящей так, если она была охвачена металлической фольгой везде, где она может быть доступна прикосновению рукой или стандартным испытательным пальцем...

В ГОСТ Р 50345, который разработан на основе стандарта МЭК 60898 1995 г., термин имеет наименование «расстояние утечки» и похожее определение – «кратчайшее расстояние по поверхности изоляционного материала между двумя токопроводящими частями». В примечании к определению сказано, что «при определении расстояния утечки относительно доступных частей следует рассматривать доступную поверхность изоляционной оболочки как токопроводящую, как если бы она была покрыта металлической фольгой во всех местах, где ее можно коснуться рукой или стандартным испытательным пальцем...».

В таблице 3 ГОСТ Р 50345 (аналогичная таблица в стандарте МЭК 60898-1 имеет номер 4) установлены минимальные значения расстояний утечки между различными проводящими частями автоматического выключателя. Их значения не могут быть менее 3 мм (при номинальном напряжении 230, 230/400 и 400 В).

Оболочка – часть, обеспечивающая определенную степень защиты электрооборудования от некоторых внешних воздействий и определенную степень защиты от приближения или прикосновения к токоведущим частям и движущимся частям.

В стандарте МЭК 60050-195 используется термин «оболочка», который определен так: «корпус, предоставляющий тип и степень защиты, подходящие для намеченного применения». В стандарте МЭК 60050-826 2004 г. рассматриваемый термин определен так же.

Определение термина «оболочка», процитированное из стандарта МЭК 60050-195 и используемое в стандарте МЭК 60050-826, имеет общий теоретический вид, мало подходящий для практического применения к электроустановкам зданий и тем более к коммутационным устройствам.

В предыдущей редакции стандарта МЭК 60050-826 1982 г. «Международный электротехнический словарь. Часть 826. Электрические установки зданий» рассматриваемый термин был определен более конкретно: «часть, обеспечивающая защиту оборудования от некоторых внешних воздействий и защиту от прямого прикосновения в любом направлении».

В стандарте МЭК 60529 2001 г. «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)» использовано определение термина «оболочка» из стандарта МЭК 60050-826 1982 г., которое снабжено пояснением о том, что оболочки обеспечивают защиту людей и домашнего скота от доступа к опасным частям.

В стандарте МЭК 60050-441 определен термин «оболочка (распределительного устройства)»: «часть распределительного устройства, обеспечивающая определенную степень защиты оборудования от внешних воздействий и определенную степень защиты от приближения к или соприкосновения с токоведущими частями и от соприкосновения с подвижными частями».

В стандарте МЭК 60947-1 2004 г. термин «оболочка» определен следующим образом: «часть, обеспечивающая

определенную степень защиты оборудования от некоторых внешних воздействий и определенную степень защиты от приближения к или контакта с токоведущими частями и движущимися частями». В примечании к определению сказано, что это определение подобно МЭС 441-13-01, которое употребляется для распределительных устройств.

В ГОСТ Р 50030.1 использован такой же термин, который определен следующим образом: «часть, обеспечивающая оговоренные степени защиты аппарата от некоторых внешних воздействий и от приближения или прикосновения к частям, находящимся под напряжением, и подвижным частям». В примечании к определению разъяснено, что «определение аналогично формулировке МЭС 60050(441-13-01), относящейся к узлам».

В электроустановках зданий оболочки широко используют прежде всего для защиты людей и животных от прикосновения к токоведущим частям и движущимся частям электрооборудования, находящимся внутри оболочек. Оболочки предотвращают прикосновение человека к указанным опасным частям ладонью, пальцем, инструментом и проволокой.

Оболочки также применяют для защиты размещенного в них электрооборудования от вредного воздействия на него внешних твердых предметов и воды. Оболочки предотвращают проникновение внутрь внешних твердых предметов диаметром более (равным) 50, 12,5, 2,5 или 1,0 мм, ограничивают или препятствуют проникновению пыли, защищают электрооборудование от капель воды, от сплошного обрызгивания, от водяных струй и от кратковременного или длительного погружения в воду.

Уровень защиты, который может обеспечить оболочка, определяется значением ее степени защиты.

Степень защиты – степень защиты, обеспечиваемая оболочкой от доступа к опасным частям, проникновения внешних твердых предметов и (или) воды и проверяемая стандартными методами испытаний.

В стандарте МЭК 60529 2001 г. используется термин «степень защиты», который определен следующим образом: «степень защиты, обеспечиваемая оболочкой от доступа к опасным частям, от проникновения твердых посторонних объектов и (или) проникновения воды и проверяемая стандартными испытательными методами».

В ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)», который разработан на основе стандарта МЭК 60529 1989 г., такой же термин определен похоже – «способ защиты, обеспечиваемый оболочкой от доступа к опасным частям, попадания внешних твердых предметов и (или) воды и проверяемый стандартными методами испытаний».

Степень защиты является основной характеристикой оболочки, которая защищает человека и животных от доступа к токоведущим частям и движущимся частям электрооборудования, а само электрооборудование – от вредного воздействия внешних твердых предметов и воды. Класси-

фикация степеней защиты, их обозначения и требования для каждого обозначения, методы контроля и испытаний оболочек изложены в ГОСТ 14254, введенном в действие с 1 января 1997 г.

Степень защиты оболочки указывается кодом IP, который включает в себя следующие элементы:

буквы кода IP, являющиеся сокращением слов International Protection (международная защита); первую характеристическую цифру (от 0 до 6); вторую характеристическую цифру (от 0 до 8); дополнительную букву (буквы A, B, C, D); вспомогательную букву (буквы H, M, S).

В коде IP и первая, и вторая характеристические цифры могут быть заменены буквой «X», когда отсутствует необходимость нормирования соответствующей степени защиты. Если в коде IP используются несколько дополнительных букв, они располагаются в алфавитном порядке. Дополнительные и вспомогательные буквы опускаются в коде IP без замены. Например: IP54, IP2X, IPX1, IPXX, IP20C, IPXXC.

Первая характеристическая цифра в коде IP указывает на обеспечиваемую оболочкой степень защиты людей от доступа к опасным частям (токоведущим и движущимся частям). Оболочка предназначена предотвращать или ограничивать проникновение внутрь какой-либо части тела человека или предмета, находящегося в его руках. Первая характеристическая цифра указывает также на степень защиты оборудования, находящегося внутри оболочки, от проникновения внешних твердых предметов.

В таблице 8 приведены краткое описание и определение степени защиты от доступа к опасным частям.

При испытаниях, проводимых для первой характеристической цифры «1», щуп доступности не должен полностью проникать в отверстие, а для цифры «2» – испытательный шарнирный палец может проникать в отверстие на длину 80 мм. Однако при этом между щупом доступности и испытательным шарнирным пальцем, с одной стороны, и опасными частями, с другой, должен оставаться достаточный промежуток, под которым в стандарте понимается:

для низковольтного электрооборудования – отсутствие контакта с опасными токоведущими частями;

для высоковольтного электрооборудования – выполнение требований по электрической прочности изоляции испытываемого изделия, когда щуп доступности находится в наиболее неблагоприятных положениях;

для оборудования, имеющего движущие части, – отсутствие контакта с опасными движущимися частями.

Краткое описание и определение степени защиты от проникновения в оболочку внешних твердых предметов представлены в таблице 9.

Вторая характеристическая цифра указывает степень защиты оборудования от вредного воздействия воды, которую обеспечивает оболочка. В таблице 10 представлены краткое описание и определение для каждой степени защиты.

Таблица 8. Степени защиты от доступа к опасным частям

Первая характеристическая цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Нет защиты	-
1	Защищено от доступа к опасным частям тыльной стороной руки	Щуп доступности* (сфера диаметром 50 мм) должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
2	Защищено от доступа к опасным частям пальцем	Испытательный шарнирный палец (диаметром 12 мм и длиной 80 мм) должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
3	Защищено от доступа к опасным частям инструментом	Щуп доступности (диаметром 2,5 мм) не должен проникать внутрь оболочки
4, 5, 6	Защищено от доступа к опасным частям проволокой	Щуп доступности (диаметром 1,0 мм) не должен проникать внутрь оболочки

*Щуп доступности – испытательный щуп для проверки достаточности расстояния от опасных частей оборудования, имитирующий соответствующим способом часть человеческого тела или инструмента, или аналог, который держит человек.

Оболочки, имеющие в своем коде IP вторую характеристическую цифру «7» или «8», могут быть ограниченного использования и двойного использования. Оболочки ограниченного использования не предназначены для защиты находящегося в них оборудования от воздействия струй воды и не должны удовлетворять требованиям, установленным стандартом для второй характеристической цифры «5» или «6». Оболочки двойного использования предназначены для защиты оборудования и от погружения в воду, и от воздействия струй воды. Маркировка этих оболочек выполняется так: IPX5/IPX7, IPX6/IPX7, IPX5/IPX8, IPX6/IPX8.

Дополнительная буква в коде IP обозначает степень защиты людей от доступа к опасным частям, которую обеспечивает оболочка. Она указывается только в том случае, если: действительная степень защиты от доступа к опасным частям выше степени защиты, которая указана первой характеристической цифрой; обозначена только защита от вредного воздействия воды, а первая характеристическая цифра заменена буквой X.

Степень защиты оболочки может быть обозначена дополнительной буквой только в том случае, если она удовлетворяет всем более низким по уровню степеням защиты, например: IP1XB, IP1XC, IP1XD, IP2XC, IP2XD, IP3XD.

Таблица 9. Степени защиты от проникновения внешних твердых предметов

Первая характеристическая цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Нет защиты	-
1	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 50 мм	Щуп-предмет* (сфера диаметром 50 мм) не должен проникать внутрь оболочки полностью
2	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 12,5 мм	Щуп-предмет (сфера диаметром 12,5 мм) не должен проникать внутрь оболочки полностью
3	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 2,5 мм	Щуп-предмет (диаметром 2,5 мм) не должен проникать внутрь оболочки ни полностью, ни частично
4	Защищено от внешних твердых предметов диаметром больше или равным 1,0 мм	Щуп-предмет (диаметром 1,0 мм) не должен проникать внутрь оболочки ни полностью, ни частично
5	Пылезащищено	Проникновение пыли исключено не полностью, однако пыль не должна проникать внутрь оболочки в количестве, достаточном для нарушения нормальной работы оборудования или снижения его безопасности
6	Пыленепроницаемо	Пыль не проникает внутрь оболочки

*Щуп-предмет – испытательный щуп для проверки возможности проникновения внутрь оболочки, имитирующий внешний твердый предмет.

В таблице 11 приведены краткие описания и определения степени защиты от доступа к опасным частям, обозначаемым дополнительной буквой.

При испытаниях для дополнительной буквы «В» испытательный шарнирный палец может проникать в отверстие на длину 80 мм, а для букв «С» и «D» щуп доступности может проникать в отверстие на длину 100 мм. Однако при этом между испытательным шарнирным пальцем (щупом доступности) и опасными частями должен оставаться достаточный промежуток.

После второй характеристической цифры или дополнительной буквы может быть указана вспомогательная буква «Н», «М» или «S». Вспомогательная буква «Н» обозначает высоковольтное электрооборудование. Вспомогательные буквы «М» и «S» указывают на то, что оборудование с движущимися частями во время испытаний на соответствие степени защиты от вредных воздействий, связанных с про-

Таблица 10. Степени защиты от проникновения воды

Вторая характеристическая цифра	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
0	Нет защиты	-
1	Защищено от вертикально падающих капель воды	Вертикально падающие капли воды не должны оказывать вредного воздействия
2	Защищено от вертикально падающих капель воды, когда оболочка отклонена на угол до 15°	Вертикально падающие капли воды не должны оказывать вредного воздействия на оборудование, когда оболочка отклонена от вертикали в любую сторону на угол до 15° включительно
3	Защищено от воды, падающей в виде дождя	Вода, падающая в виде брызг в любом направлении, составляющем с вертикалью угол до 60° включительно, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
4	Защищено от сплошного обрызгивания	Вода, падающая в виде брызг на оболочку с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
5	Защищено от водяных струй	Вода, направляемая на оболочку в виде струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
6	Защищено от сильных водяных струй	Вода, направляемая на оболочку в виде сильных струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия на оборудование
7	Защищено от воздействия при временном (непродолжительном) погружении в воду	Должно быть исключено проникновение воды внутрь оболочки в количестве, вызывающем вредное воздействие на оборудование, при ее погружении на короткое время при стандартных условиях по давлению и длительности
8	Защищено от воздействия при длительном погружении в воду	Должно быть исключено проникновение воды внутрь оболочки в количестве, вызывающем вредное воздействие на оборудование, при ее длительном погружении в воду при условиях, согласованных между изготовителем и потребителем, однако более жестких, чем условия для цифры «7»

<<17

мощностью 135 МВт в подмосковном Внукове. «Московский энергорынок на сегодня очень дефицитен, – пояснил Леонид Макаревич, – и мы намерены своими проектами покрыть этот дефицит, в частности за счет строительства объектов малой энергетики».

На презентации по случаю подписания соглашения г-н Макаревич обмолвился, что ХК 'Электрозавод' была бы не прочь видеть Siemens в качестве своего акционера. Можно предположить, что переговоры об этом уже ведутся. Это будет второй попыткой Siemens войти в российскую энергомашиностроительную отрасль (год назад купить производителя турбин «Силловые машины» немецкому концерну не дали). Московский холдинг работает в весьма перспективном сегменте. «Электрозавод» – ведущий российский и мировой производитель трансформаторного оборудования. А сетевое хозяйство в настоящее время – одно из самых недоинвестированных в российской электроэнергетике, яркое тому подтверждение – московская авария в мае этого года.

<http://www.celec.ru>

**ОТКРЫТО
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
«АТ-ЭЛЕКТРОНИКС» В
САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

Открыто представительство «АТ-Электроникс» в Санкт-Петербурге. ООО «АТ-Электроникс» специализируется на поставках высококачественных электротехнических и электромеханических компонентов, устройств промышленной автоматики на российские предприятия. Прямые дистрибьюторские соглашения с заводами SCHMERSAL, BOPLA, ROSE, PHOENIX CONTACT, WEIDMUELLER, EAO, IFM, PFLITSCH, RELPOL.

Весь перечень поставляемой продукции рассчитан на потребности отечественных производителей и широко применяется во многих отраслях промышленности, в том числе химической, нефтегазовой, пищевой, медицинской, металлургической, энергетической, телекоммуникационной и других отраслях.

<http://WWW.AT-E.RU>

53>>

Таблица 11 Степени защиты от доступа к опасным частям

Дополнительная буква	Степень защиты	
	Краткое описание	Определение
A	Защищено от доступа тыльной стороны руки	Щуп доступности (сфера диаметром 50 мм) должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
B	Защищено от доступа пальцем руки	Испытательный шарнирный палец (диаметром 12 мм и длиной 80 мм) должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
C	Защищено от доступа инструментом	Щуп доступности (диаметром 2,5 мм и длиной 100 мм) должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей
D	Защищено от доступа проволокой	Щуп доступности (диаметром 1,0 мм и длиной 100 мм) должен оставаться на достаточном расстоянии от опасных частей

никновением воды, находится соответственно в состоянии движения или неподвижности. Отсутствие вспомогательных букв «M» и «S» означает, что степень защиты не зависит от того, находятся ли части оборудования в движении или нет.

В стандартных условиях эксплуатации после установки автоматического выключателя бытового назначения (по ГОСТ Р 50345) и присоединения к нему проводников внешних электрических цепей его проводящие части, которые находятся под напряжением, должны быть недоступными для прикосновения пальцем. То есть необходимо, чтобы установленный автоматический выключатель после подключения к нему проводников внешних электрических цепей соответствовал степени защиты IP20 и более.

Наружные части автоматического выключателя (за исключением винтов и других средств его крепления),

доступные прикосновению в нормальном режиме, следует изготавливать из изоляционных материалов или покрывать изоляционными материалами. Металлический орган управления автоматического выключателя должен быть изолирован от проводящих частей, которые находятся под напряжением. Входные и выходные отверстия для проводников должны изготавливаться из изоляционного материала.

Конструкция автоматического выключателя втычного типа должна исключать прикосновение человека пальцами к проводящим частям, которые могут находиться под напряжением, при установке и снятии автоматического выключателя с его основания. Основание автоматического выключателя также должно обеспечивать степень защиты не менее IP20 после подключения к его выводам проводников внешних электрических цепей.

Киреева Э. А.



СОВРЕМЕННЫЕ ЯЧЕЙКИ (КАМЕРЫ) И КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ РУВН И РУНН

Электроаппаратные заводы России изготавливают комплектные распределительные устройства (КРУ) для напряжений 6...10 и 35 кВ с одной системой сборных шин для внутренней и наружной установок. Они получили широкое распространение в электроустановках различного назначения.

Применение КРУ дает значительное упрощение строительной части электроустановок. Практика эксплуатации КРУ показала более надежную их работу по сравнению с обычными сборными распределительными устройствами.

Комплектные распределительные устройства на напряжение 6...10 кВ имеют два принципиально различных конструктивных исполнения в зависимости от способа установки аппаратов: выкатные (типа КРУ, КРУН), в которых аппарат напряжением выше 1 кВ с приводом располагается на выкатной тележке, и стационарные (типа КСО, КРУН), в которых аппарат, привод и все приборы устанавливаются стационарно.

Конструкция стационарных комплектных распределительных устройств обеспечивает достаточную и безопасную обзорность и доступность оборудования без снятия напряжения со сборных шин. Стационарные камеры КСО более просты и дешевы по сравнению с выкатными камерами КРУ. Стационарные камеры КСО устанавливаются, как правило, с односторонним обслуживанием.

Типоисполнения ячеек: вводная, отходящей линии, секционная, с выключателем нагрузки, измерительная, с шинным заземлителем и др.

Стационарные комплектные распределительные устройства комплектуются из ячеек различного типоисполнения.

Ниже рассмотрены некоторые примеры такого оборудования. Так, для РУВН ОАО «ПО ЭЛТЕХНИКА» выпускает ячейки КСО-6(10)-Э1, известные под названием «Аврора», которые представляют собой серию модульных ячеек в металлических корпусах с воздушной изоляцией. В ячейки устанавливают стационарные, но технически выдвижные или выкатные силовые выключатели, воздушные разъединители и выключатели нагрузки, измерительные трансформаторы тока и напряжения и трансформаторы собственных нужд.

Ячейки КСО-6(10)-Э1 «Аврора» (рис. 1) предназначены для комплектования РУ-6(10) кВ трехфазного переменного тока частотой 50 Гц в сетях с изолированной или заземленной нейтралью.

Принятая конструкция ячеек, современные коммутационные аппараты и микропроцессорная релейная защита удовлетворяют современным требованиям надежности и безопасности.

Опыт эксплуатации ячеек КСО-6(10)-Э1 показал их следующие достоинства:



Рис. 1. Ячейки КСО-6(10)-Э1 «Аврора»

Низкие массогабаритные характеристики; высокую надежность; качество конструкции и порошково-полимерного покрытия; современный дизайн; безопасность обслуживания; снижение вероятности ошибочных действий оперативного персонала (использование трехпозиционных выключателей нагрузки, индикаторов наличия напряжения и др.); высокий коммутационный ресурс; высокую скорость переключений; повышенную дугозащищенность; удобство, простоту монтажа и обслуживания; защищенность ячеек от несанкционированного доступа.

Эксплуатационная безопасность ячеек КСО-6(10)-Э1 обеспечивается многоуровневой системой блокировок, трехпозиционной конструкцией коммутационных аппаратов («включено», «отключено», «заземлено»), изолированными шинами и комплексом конструктивных особенностей, позволяющих управлять и контролировать состояние ячейки, не открывая ее дверей.

Состояние аппаратов отображается на световых мнемосхемах. Микропроцессорные блоки релейной защиты могут подключаться в SCADA систему. Управление и мониторинг осуществляются по локальной сети через последовательный интерфейс RS 485 по протоколу MODBUS RTU. В ячейках «Аврора» возможно применение микропроцессорных защит различных производителей.

Условия эксплуатации: ячейки предназначены для работы внутри помещений при следующих условиях: высота над уровнем моря до 1000 м; температура окружающего воздуха -25С... +40С; окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли и агрессивных газов или паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Технические характеристики ячеек КСО-6(10)-Э1,

Номинальное напряжение, кВ	6,0; 10,0
Номинальный ток главных цепей, А	630; 1000
Номинальный ток сборных шин, А	630; 1000
Ток электродинамической стойкости, кА	51
Ток термической стойкости в течение 2 с, кА	20
Номинальный ток отключения вакуумных выключателей, кА	12,5; 20
Номинальные токи плавких вставок предохранителей, А	4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 160; 200
Диапазон номинального тока трансформаторов тока, А	75... 1500
Номинальное напряжение вспомогательных цепей, В:	
постоянного тока	110; 220
переменного тока	110; 220
освещения (ток переменный)	36
Степень защиты оболочкой	IP 31
Габариты, мм:	
ширина	500; 750
глубина	800
высота	2160; 2360; 1950
Масса, кг:	
ячеек с разъединителями и выключателями нагрузки	≤240
ячеек с силовыми выключателями	≤490
ячеек с трансформатором собственных нужд	≤570
Срок службы, лет	30

Кроме ячеек 6(10) кВ ОАО «ПО ЭЛТЕХНИКА» выпускает низковольтные комплектные устройства (НКУ) «НЕВА» ЩО-2000 (рис. 2), которые являются устройствами одностороннего обслуживания в металлических корпусах с воздушной изоляцией, со стационарными и/или выкатными автоматическими выключателями, стационарными выключателями-разъединителями, блоками предохранителей, трансформаторами тока, устройствами управления и сигнализации. НКУ состоит из модульных элементов; контроль работы и управление осуществляются без открывания дверей.

Высокая надежность щита обеспечивается за счет применения современного оборудования, безопасность обслуживания – за счет электромеханических блокировок и конструкции щита. Срок службы НКУ составляет не менее 30 лет.

Дополнительные условия эксплуатации: окружающая среда невзрывоопасная, не содержащая токопроводящей пыли и агрессивных газов или паров в концентрациях, разрушающих металлы и изоляцию.

Особенности НКУ «НЕВА» ЩО-2000:

- ✓ шины выполнены из высококачественной твердой бескислородной электротехнической меди;
- ✓ специально разработанная конструкция опор-изоляторов обеспечивает надежную изоляцию шинной системы, ее высокую устойчивость к ударным токовым, динамическим и тепловым нагрузкам при КЗ;
- ✓ применение двух полос медной шины на каждую фазу обеспечивает наилучшее охлаждение шин во время работы;



Рис. 2. Низковольтные комплектные устройства (НКУ) «НЕВА» ЩО-2000

Технические характеристики НКУ

Номинальное напряжение главных цепей, В	400
Номинальное напряжение вторичных цепей, В	230
Номинальная частота, Гц	50
Номинальный ток сборных шин, А	До 6300
Ток термической стойкости, кА/1 сек	До 100
Ток электродинамической стойкости, кА	До 275
Степень защиты	IP54
Высота над уровнем моря, м	1000
Диапазон рабочей температуры, С	-25...+40

- ✓ возможность отключения присоединений под нагрузкой и безопасная замена предохранителей обеспечиваются предохранителями-разъединителями XLBM производства АВВ;
- ✓ выдвижные блоки обеспечивают управление и защиту электродвигателей мощностью 0,5...250 кВт;
- ✓ наличие каналов для сброса избыточного давления газов и продуктов горения от каждого функционального узла при возникновении дуги внутри НКУ;
- ✓ все шинные соединения выполняются с применением специально разработанных элементов, что

обеспечивает надежный контакт на весь срок эксплуатации.

Литература.

1. Каталоги ОАО «ПО ЭЛТЕХНИКА», - С. Петербург, 2005.
2. Конюхова Е. А. Электрооборудование объектов. Учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательство «Мастерство», 2001.

PRISMA PLUS ПРИНИМАЕТ ЭСТАФЕТУ

Продукт накопленного компанией Schneider Electric опыта в построении систем распределения электроэнергии низкого напряжения, семейство распределительных электрических щитов Prisma Plus (торговая марка Merlin Gerin) принимает эстафету у Prisma - щитов, которые вот уже 15 лет являются самыми востребованными в Европе.

Цель, которую преследуют разработчики, - еще дальше уйти от всех своих конкурентов, обеспечив долгосрочное техническое превосходство и укрепив лидирующие позиции в Европе. Система шкафов Prisma Plus предлагает широчайший выбор технических решений - от самых простых до самых сложных, на токи до 4000 А для промышленного, коммерческого и жилищного строительства, а также для рынка инфраструктур. Это всеобъемлющее предложение подходит для любых типов применений в распределении электроэнергии и энергоснабжении здания.

Силовые щиты системы Prisma Plus предназначены для создания главных, вторичных и конечных распределительных щитов любого типа. Система включает в себя три семейства Prisma Plus Pack (на токи до 160 А, максимальная степень защиты IP30), Prisma Plus G (на токи до 630 А, максимальная степень защиты IP55) и Prisma Plus P (на токи до 4000 А, максимальная степень защиты IP55).

Система Prisma Plus специально разработана для установки коммутационной аппаратуры Merlin Gerin (силовые автоматические выключатели Masterpact NT/NW, автоматические выключатели в литом корпусе Compac и др.). Технические характеристики

- 1) номинальный ток 4000 А;
- 2) степень защиты вплоть до IP55 в одном и том же корпусе;
- 3) степень защиты от механических ударов вплоть до IK10;
- 4) секционирование вплоть до форм 4а и 4b;
- 5) управление двигателями до 110 кВт.



**К. П. Кадомская,
Новосибирский
государственный технический
университет**

СИСТЕМНЫЙ ПОХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Системный подход к сооружению и эксплуатации электроэнергетических объектов. Надежная эксплуатация изоляции электрооборудования высокого напряжения может быть обеспечена лишь при наиболее полном учете условий её эксплуатации на всех стадиях сооружения электроэнергетических объектов: при их проектировании, конструировании электроэнергетического оборудования, технологии его изготовления, организации обслуживания в эксплуатации. В эту систему должны быть также включены диагностика и мониторинг изоляции в период ее эксплуатации. При таком подходе к проектированию и эксплуатации изоляционных конструкций оборудования высокого напряжения любому проектному решению должны предшествовать исследования воздействий на изоляцию в процессе ее эксплуатации не только в нормальном эксплуатационном режиме, но и в разного рода аномальных режимах и про-

цессах, связанных с коммутациями в электрической сети (под коммутацией в широком смысле этого слова следует понимать любое внезапное изменение схемы или параметров сети, например, замыкание токоведущих частей на землю), а также грозовыми поражениями объектов. Такие исследования разумно производить путем математического моделирования исследуемых процессов. При этом достоверность используемых математических моделей обычно контролируется путем сравнения результатов компьютерных исследований с результатами регистрации перенапряжений или специально поставленных экспериментов в действующих электрических сетях. Следует также отметить, что при проектировании и конструировании электроэнергетических объектов должны учитываться также и электромагнитная совместимость электроэнергетической техносферы с биосферой и окружающей средой. Экологи-

ческие аспекты должны учитываться при анализе влияния сооружаемых объектов на биосферу и окружающую среду при их эксплуатации в нормальном режиме. Аномальные режимы обычно кратковременны и могут не учитываться при анализе электромагнитной совместимости электроэнергетических объектов с биосферой. Снижение напряженности электростатического и электромагнитного полей по трассам двухцепных ВЛ 35 и 110 кВ может быть достигнуто с помощью соответствующей фазировки проводов цепей. Следует также отметить, что повышение пропускной способности ВЛ ВН за счет компактизации их конструкций также приводит к снижению интенсивности электростатических и магнитных полей по их трассам.

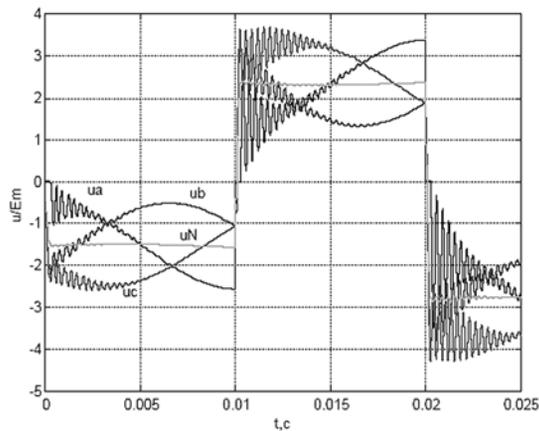
Внутренние перенапряжения в электрических сетях 6 – 35 кВ различного назначения и их ограничение. Сети этих классов напряжения эксплуатируются, как правило, либо при изолированной нейтрали сети, либо при заземлении нейтрали через дугогасящий реактор (ДГР). В последнее время находят достаточно широкое применение и сети с резистивным заземлением нейтрали (при так называемых низкоомном или высокоомном резисторах). Классификация перенапряжений в сетях 6 - 35 кВ приведена на рис.1. Перенапряжения первой группы, охватывающие все электрооборудование, примыкающее к РУ, существенно зависят от способа заземления нейтрали сети. Перенапряжения второй группы за счет относительно небольшой протяженности сетей и соответственно их относительно небольшой емкости практически не зависят от способа соединения нейтрали электрической сети с землей.

Однофазные дуговые замыкания на землю (ОДЗ). Эскалация перенапряжений при однофазных дуговых замыканиях на землю (ОДЗ) в случае изолированной нейтрали сети возникают за счет повторных зажиганий дуги, сопровождающихся повышением напряжения на изолированной нейтрали сети (рис.2,а). В случае заземления нейтрали

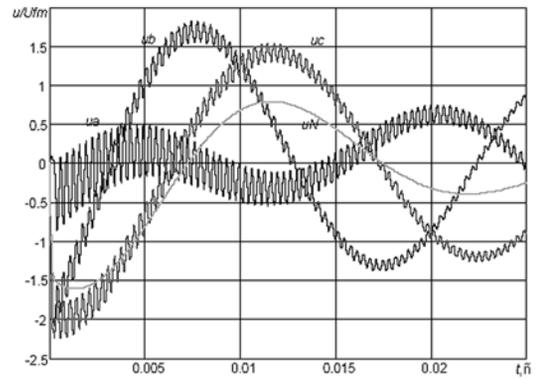
через ДГР напряжение на нейтрали носит колебательный характер, что не всегда обеспечивает приемлемый уровень перенапряжений на изоляции оборудования относительно земли. При оснащении нейтрали сети ДГР эскалации не наблюдается лишь при степени компенсации емкостного тока сети, близком к единице (рис.2,б). При оснащении сети ТН электромагнитного типа напряжение на нейтрали сети носит колебательный нелинейный характер, что также приводит к снижению уровня перенапряжений, но не исключает удовлетворения условий существования опасных феррорезонансных явлений, обусловленных насыщением магнитопроводов ТН. Оснащение же нейтрали сети резистором не приводит к эскалации перенапряжений за счет разряда емкости сети через резистор после погасания дуги (рис.2,г), а также, как правило, исключает возможность возникновения опасных феррорезонансных явлений. Так как ДГР применяются для ограничения токов замыкания на землю в схемах, в которых защита от замыканий на землю срабатывает в основном «на сигнал», то если к шинам РУ подходит несколько фидеров, то защита, как правило, является неселективной, так как факт замыкания на землю устанавливается с помощью трансформатора напряжения (ТН), фиксирующего появление напряжения на нейтрали сети. Поочередное отключение фидеров для нахождения поврежденного фидера может привести к дополнительному замыканию на землю вследствие возникновения коммутационных перенапряжений. В этой связи резистивное заземление нейтрали позволяет организовать селективную и чувствительную защиту, так как активный ток течет лишь по поврежденному фидеру. При однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) в сети с резистивным заземлением нейтрали по неповрежденным фидерам текут лишь емкостные токи. В некоторых схемах они могут достигать значений, превышающих допустимую тепловую стойкость оборудования. В этом случае можно использовать парал-



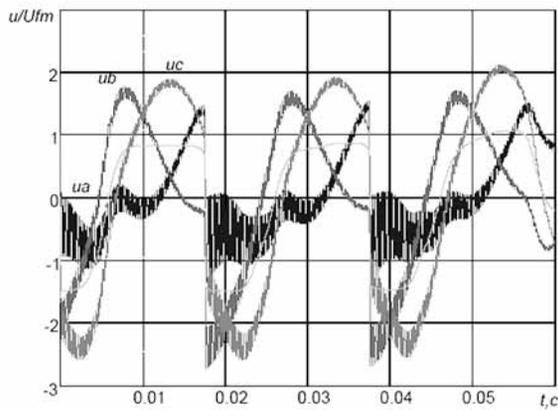
Рис.1. Классификация внутренних перенапряжений в сетях 6 - 35 кВ



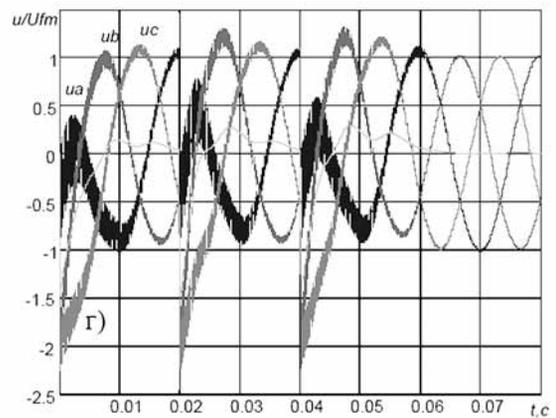
а



б



в



г

Рис.2. Процессы, сопровождающие дуговые замыкания на землю; а – нейтраль сети изолирована, б – нейтраль заземлена через ДГР, в – нейтраль сети изолирована, на шинах РУ установлены ТН, г – нейтраль сети заземлена через резистор

лельное соединение в нейтрали резистора и ДГР. Переходные же процессы при ОДЗ в таких схемах будут определяться практически лишь резистором нейтрали. Установка ТН типов ЗНОЛ, ЗНОМ и НТМИ для контроля изоляции может привести при любых повышениях напряжения и выполнении условий феррорезонанса на субгармонических к опасным токам в обмотках высшего напряжения ТН. Поскольку устойчивый феррорезонанс – достаточно длительный процесс, то при этом может нарушиться тепловая стойкость ТН, что приводит к их возгоранию. Такие опасные условия возникают, как правило, при изолированной нейтрали сети или какого-либо локального участка сети, эксплуатируемого в некотором режиме при изолированной нейтрали. Предельными стационарными токами для ТН 6 и 10 кВ являются токи 0.2-0.3 А, а для ТН 35 кВ – 0.12-0.13 А. Как уже указывалось выше, при оснащении нейтрали сети резисторами условия возникновения опасного феррорезонанса, обусловленного насыщением магнитопроводов ТН электромагнитного типа, нарушаются. В случае же эксплуатации сети в режиме изолированной нейтрали для исклю-

чения опасных феррорезонансных явлений целесообразно устанавливать антирезонансные ТН электромагнитного типа Раменского электротехнического завода – НАМИ. На рис.3 показана эффективность НАМИ в схеме, в которой при оснащении ее ТН типа НТМИ возникают вследствие выполнения условий феррорезонанса при ОДЗ повышенные токи в обмотке ВН ТН.

Таким образом, наиболее эффективным средством для исключения эскалации перенапряжений при ОДЗ и нарушения условий существования феррорезонанса за счет насыщения магнитопроводов ТН служит **оснащение нейтрали сети резистором**, величина сопротивления которого выбрана, исходя из разряда емкости сети через резистор за половину периода промышленной частоты. Для избежания опасных феррорезонансных явлений при изолированной нейтрали сети целесообразно устанавливать в сети антирезонансные ТН типа НАМИ. В таких схемах также необходимо устанавливать нелинейные ограничители перенапряжений, позволяющие ограничить перенапряжения до заданного уровня при их соответствующей энергоемкости,

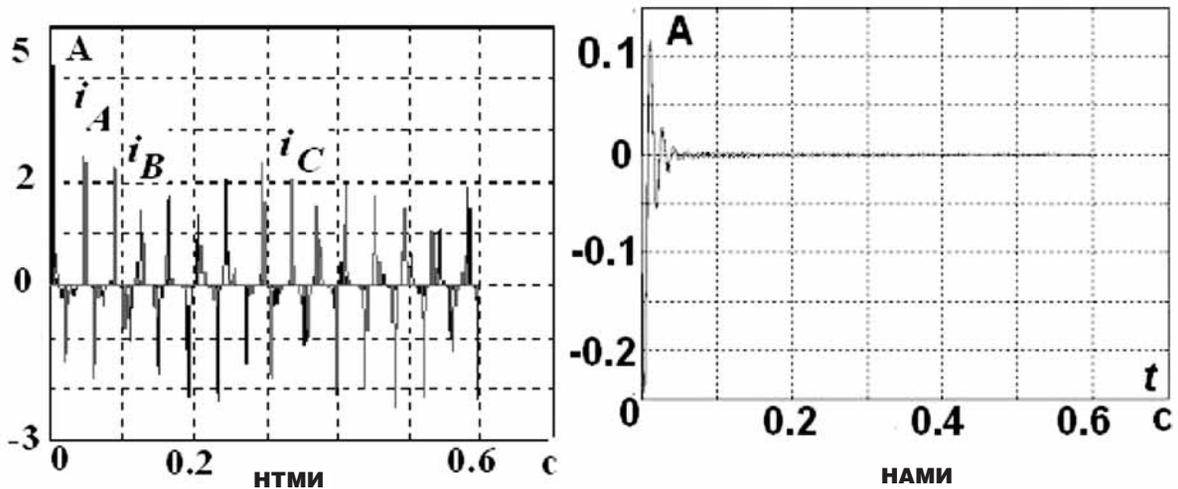


Рис.3. Токи в обмотке ВН ТН при ОДЗ в сети 6 кВ

определяемой как сумма энергии, поглощаемой варисторами ОПН в течение процесса, сопровождающего дуговые замыкания на землю.

Коммутационные перенапряжения в сетях 6 - 35 кВ.

Поскольку сети среднего напряжения (особенно сети 6 и 10 кВ, содержащие электрические машины) характеризуются за счет относительно небольшой протяженности малыми емкостями, то при коммутациях в таких сетях способ заземления нейтрали сети практически не сказывается на величинах коммутационных перенапряжений. Перенапряжения, возникающие при коммутациях присоединений, характеризующихся высокими частотами собственных колебаний, в таких сетях могут превысить уровень изоляции изношенного электрооборудования, а также вращающихся машин, обладающих относительно низкими уровнями электрической прочности как главной, так и витковой изоляции. В этой связи коммутации вращающихся машин и

трансформаторов целесообразно осуществлять с помощью выключателей, в которых не возникают повторные зажигания дуги между контактами в процессе отключения. В последнее время в электрических сетях среднего напряжения широко внедряются вакуумные выключатели (ВВ), дугогасящая среда которых обеспечивает обрыв токов достаточно высокой частоты. Это свойство вакуума приводит в случае недостаточной скорости восстановления электрической прочности между контактами выключателя к повторным зажиганиям дуги, вызывающих как эскалацию перенапряжений на главной изоляции, так и к высокой скорости изменения напряжения на оборудовании, могущие привести к повреждению витковой изоляции. Примерные компьютерная и реальная осциллограмма процесса отключения электрического двигателя вакуумным выключателем приведены на рис.4. Из рисунка видно, что, во-первых, компьютерная и реальная осциллограммы практически

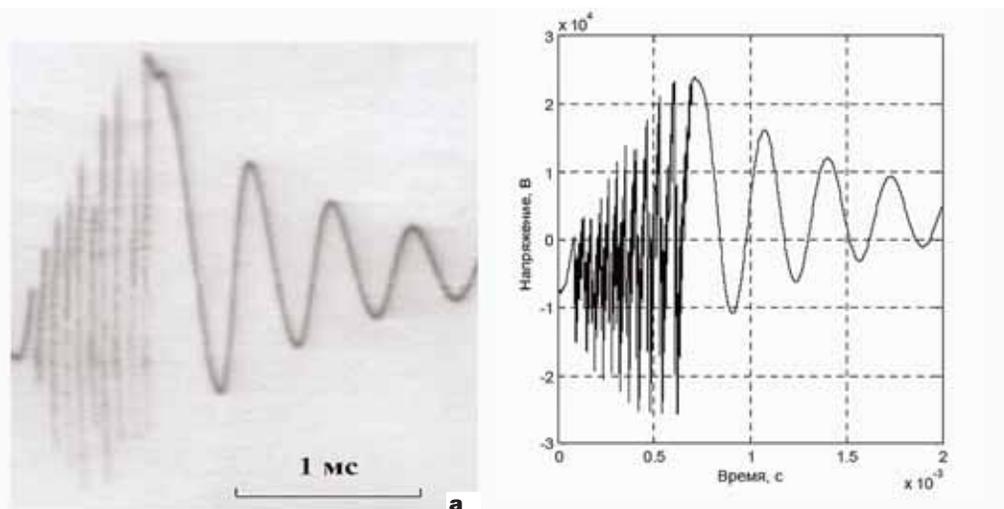


Рис.4. Процессы при отключении ЭД вакуумным выключателем; а – осциллограмма в реальной сети 10 кВ, б – компьютерная осциллограмма

совпали, во-вторых, что отключение электрического двигателя при относительно невысокой скорости восстановления электрической прочности между расходящимися контактами сопровождается достаточно большим количеством повторных зажиганий дуги в вакуумной дугогасительной камере (ВДК). На рис.5 приведена компьютерная осциллограмма перенапряжений, возникающих на первых витках статорной обмотки ЭД.

Таким образом, избежать опасности повреждения витков статорной изоляции электрических машин или обмотки трансформатора можно, лишь обеспечив высокую скорость восстановления электрической прочности между контактами ВВ. Исследования показывают, что при отключении ЭД эта скорость не должна быть менее 70 - 80 кВ/мс, а при отключении генератора в сети генераторного напряжения блоков – примерно 80 - 90 кВ/мс.

При анализе надежности осуществления коммутаций отключения и включения разного рода присоединений необходимо иметь следующие параметры ВВ:

- ♦ отключаемый ток,
- ♦ ток среза в выключателе при отключении коротких замыканий в коммутируемом присоединении,
- ♦ характеристику восстановления электрической прочности между контактами ВДК во времени после погасания дуги,
- ♦ величину критической скорости прохождения тока в ВДК через нулевое значение, при которой будет происходить гашение дуги в ВДК.

Основной характеристикой, определяющей наличие или отсутствие повторных зажиганий дуги в ВДК является скорость восстановления электрической прочности между контактами ВДК во времени после погасания дуги.

На рис.5 - 7 приведены компьютерные осциллограммы, иллюстрирующие влияние защитных мер на перенапряжения при отключении присоединения с ЭД ВВ при отсутствии мер защиты (рис.5) и при установке у ЭД либо аппарата типа ОПН (рис.6) либо RC-цепочки (рис.7). Из рис. 6 видно, что хотя при установке ОПН перенапряжения на главной изоляции ЭД снизились до допустимого уровня, на витковой изоляции из-за резкого перепада напряжения при повторных зажиганиях дуги перенапряжения могут превысить уровень, допустимый для витковой изоляции. Снижение частоты собственных колебаний и соответственно исключение повторных зажиганий дуги в ВДК может быть достигнуто путем установки RC-цепочки.

При установке RC-цепочки следует учитывать увеличение тока при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ).

Таким образом, основными мерами защиты при отключении присоединения вакуумными выключателями, сопровождающимися повторными зажиганиями дуги между контактами, являются установка на присоединении (желательно непосредственно у отключаемого электрооборудования) ОПН или RC-цепочки.

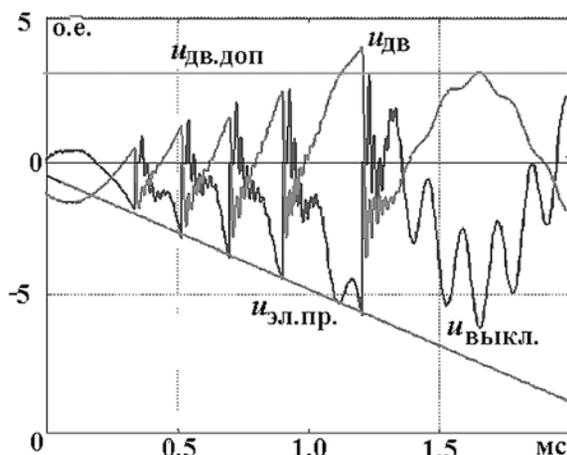


Рис.5. Неограниченные перенапряжения, сопровождающие отключение присоединения с ЭД ВВ

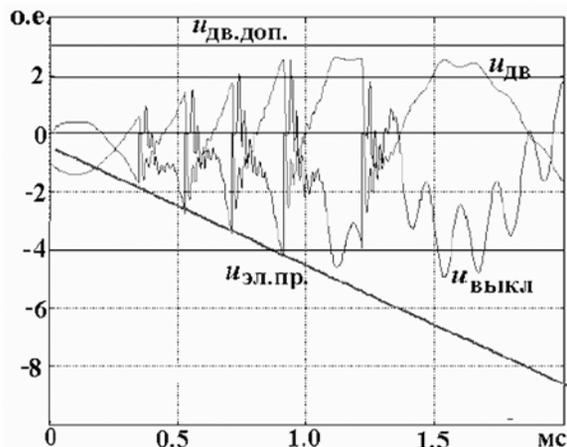


Рис.6 Отключение присоединения с ЭД, оснащенного ОПН

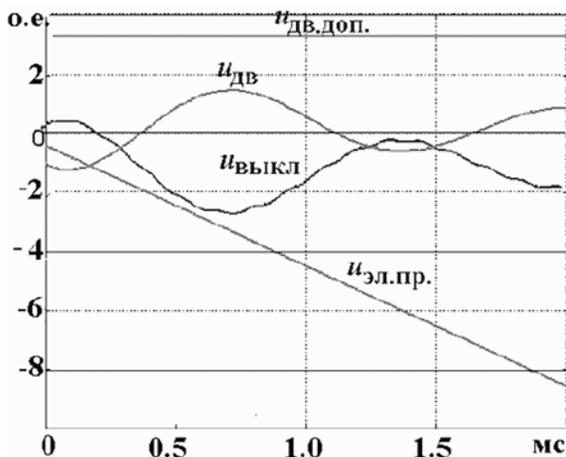


Рис.7. Отключение присоединения, оснащенного RC-цепочкой

Однако наиболее радикальной мерой является установка ВВ, обладающих высокой скоростью восстановления электрической прочности (порядка 70 - 90 кВ/мс). Такие параметры ВДК в настоящее время достигнуты, в частности, фирмой SIEMENS.

На рис.8 приведена компьютерная осциллограмма напряжения на первых витках ЭД, отключение которого сопровождается повторными зажиганиями дуги в ВДК.

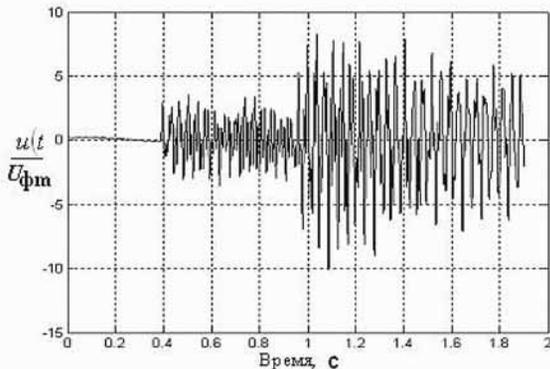


Рис.8. Напряжение на первых витках ЭД при его отключении вакуумным выключателем

Из осциллограммы следует, что напряжение на первых витках обмотки ЭД достигает десятикратного значения по отношению к номинальному напряжению ЭД.

Для обеспечения надежной эксплуатации главной изоляции ЭД и трансформаторов, а также изоляции распределительных сетей вне зависимости от способа заземления нейтрали следует устанавливать нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). К основным характеристикам ОПН, которые должны интересовать проектировщиков объектов или эксплуатационников при реконструкции сети относятся:

- ♦ Необходимый уровень ограничения, выбираемый исходя из уровня электрической прочности изоляции наиболее «слабого» в этом отношении элемента сети. Таким элементом в сетях, содержащих вращающиеся машины, является статорная изоляция ЭД или генераторов.
- ♦ Длительно выдерживаемое напряжение аппаратом и его характеристика напряжение - время, связанные с организацией релейной защиты рассматриваемой сети от замыканий на землю.
- ♦ Требуемая энергоемкость ОПН, определяемая в сетях 6 - 35 кВ условиями его эксплуатации при дуговых замыканиях на землю, приводящих, как правило, к неоднократному «срабатыванию» ОПН в течение этой аномальной ситуации. При этом энергии, поглощаемые варисторами ОПН в течение каждого зажигания дуги, должны суммироваться, так как тепловой процесс в этом случае является адиабатическим.

Целесообразно также располагать характеристиками привода ВВ. Эти характеристики нужны для оценки возможности «дребезга» контактов полюсов при пофазном

приводе, приводящего к многократным повторным погасаниям и зажиганиям дуги при включении ВВ.

Таким образом, в комплекс мер защиты от перенапряжений сетей 6 - 35 кВ входят:

- ♦ Резисторы в нейтрали сети или параллельное соединение ДГР и резистора (в зависимости от величины тока ОЗЗ).
- ♦ ОПН, требуемые параметры которых зависят от электрической прочности изоляции наиболее «слабого» в этом отношении элемента оборудования, от способа организации релейной защиты при ОЗЗ, а также от режима заземления нейтрали сети.
- ♦ RC-цепочки (необходимость установки которых зависит от характеристик коммутационной аппаратуры).

Повышение надежности эксплуатации сети с изолированной нейтралью может быть достигнута путем установки антирезонансных трансформаторов напряжения типа НАМИ.

Защита ВЛ 35-500 кВ от грозовых перенапряжений. Как правило, РУ электрических сетей 6 - 35 кВ питаются по ВЛ высокого напряжения (ВЛ ВН) 110 - 500, подверженных ударам молнии. Для повышения надежности электрического питания энергообъектов зачастую эти ВЛ выполняются в двухцепном исполнении. При ударе молнии в провод двухцепной ВЛ 35 или 110 кВ на проводах второй цепи могут возникнуть высокие кратности импульсных перенапряжений, что приводит к отключению обеих цепей и нарушению электроснабжения объекта. В последние годы в ряде стран (Японии, Швеции и др.) повышение грозоупорности ВЛВН достигается путем установки ОПН на опорах (рис.9).

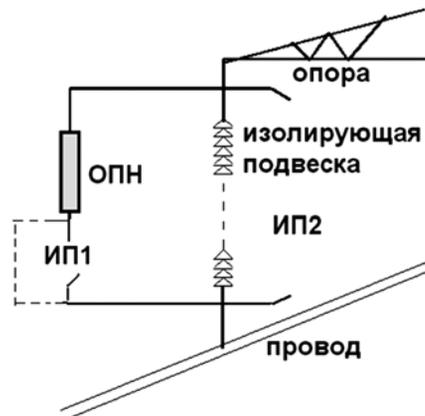


Рис.9. Эскиз установки ОПН на опоре

ОПН может быть присоединен к проводу либо наглухо, либо с помощью искрового промежутка. При глухом присоединении ОПН необходимо выбрать его энергоемкость таким образом, чтобы ОПН эксплуатировался без потери тепловой стойкости в течение всего срока службы его эксплуатации. При искровом присоединении ОПН необходимо обеспечить координацию пробивного напряжения ИП1 с электрической прочностью изолирующей подвески. Выбор того или иного способа присоединения ОПН к проводу оп-

ределяется конкретными условиями. Эксперименты в Японии и компьютерные исследования показывают, что при правильно скоординированных параметрах ОПН и изолирующей подвески на двухцепных ВЛ практически не бывает отключения двух цепей при грозовых поражениях ВЛ, количество отключений одной цепи также существенно снижается. Требуемые токовые и энергетические характеристики подвесных ОПН, а также их расстановка по трассе и на проводах опор зависят от целого ряда факторов:

- ♦ от грозопоражаемости трассы ВЛ,
- ♦ от характеристик грунта, определяющих сопротивление заземления опор,
- ♦ от требуемой надежности эксплуатации ВЛ ВН и т. д.

На рис. 10 в качестве примера приведены требуемые энергетические характеристики ОПН в зависимости от величины сопротивления заземления опор.

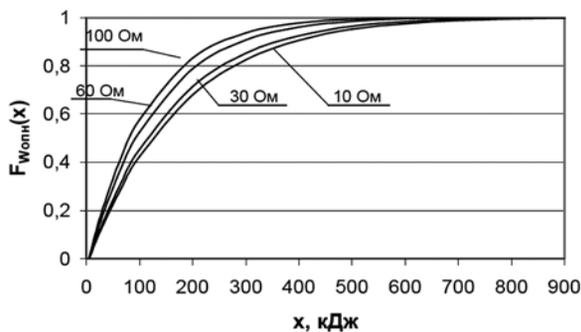


Рис. 10. Законы распределения поглощаемой энергии в подвесных ОПН в зависимости от величины сопротивления заземления опор

При установке ОПН на опорах необходимо оценивать не только надежность эксплуатации ВЛ, но и надежность эксплуатации ОПН. На рис. 11 приведена диаграмма удельного числа разрушений ОПН в зависимости от его токовых и энергетических характеристик. Расчеты проведены для ВЛ 500 кВ с горизонтальным расположением проводов традиционного исполнения (№1) и с повышенной высотой подвеса проводов (например, в случае пересечения ВЛ лесного массива).

Без сомнения оснащение ВЛ ВН, питающих РУ сетей 6 - 35 кВ промышленных объектов, подвесными ОПН повысит надежность эксплуатации этих объектов.

Следует отметить, что на двухцепных опорах с вертикальной подвеской фаз средние фазы можно не оснащать ОПН, так как вероятность их поражения молнией мала из-за их экранирования верхними фазами. При анализе мест расстановки ОПН на опорах следует учитывать как прямые удары молнии в провода (прорыв молнииискозь тросовую защиту), так и удар молнии в опору или в трос вблизи опоры, при которых также возникают перенапряжения на проводах ВЛ.

Заключение.

- ♦ При проектировании строящихся или реконструируемых объектов необходимо проводить тщательное компьютерное моделирование всех аномальных режимов и процес-

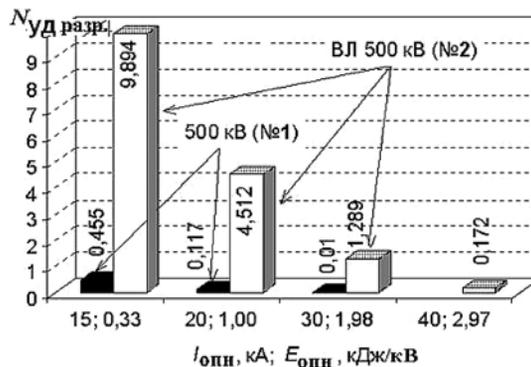


Рис. 11. Зависимость удельного числа разрушений ОПН, установленных на опорах 500 кВ, от токовых и энергетических характеристик ОПН

сов с целью выбора как защитной, так и коммутационной аппаратуры. В ряде случаев может возникнуть необходимость выдвинуть новые требования к этим аппаратам, которые могут быть выполнены их производителями.

- ♦ В настоящее время в элдектрических сетях активно внедряется современная коммутационная и защитная аппаратура. В качестве дугогасительных сред в электрических аппаратах среднего напряжения вместо масла и воздуха внедряются вакуум и элегаз. Вместо разрядников с искровым присоединением внедряются безыскровые ОПН на основе высоколинейных варисторов. Эти аппараты позволяют обеспечить существенно более простую их эксплуатацию. Высокий коммутационный ресурс вакуумных выключателей позволяет их использовать без ремонта в течение 20 - 25 лет. Однако высокие коммутационные и защитные устройства этих аппаратов требуют более ответственного подхода к их выбору. Например, неотключаемый аппарат ОПН при неправильном выборе его характеристик может выйти из строя при превышении в течение некоторого времени допустимого напряжения в точке его подключения в нормальном эксплуатационном режиме. Неправильный выбор вакуумного выключателя может привести к перекрытию витковой изоляции вращающихся машин.
- ♦ В настоящее время задача компьютерного исследования электромагнитных переходных процессов в каждом конкретном случае с целью выбора защитных устройств может быть решена достаточно легко, так как соответствующие исследовательские организации (в том числе ряд кафедр вузов) обладает комплексом программ для исследования электромагнитных переходных процессов в электрических сетях при достаточно достоверном моделировании коммутационной и защитной аппаратуры.

Примечание. Материал доклада базируется на достаточно большом количестве статей и сообщений в научно-технической литературе, большая часть из которых содержится в списке литературы в учебнике «Перенапряжения в электрических сетях различного назначения и защита от них», НГТУ, Новосибирск, 2004 (авторы: К. П. Кадомская, Ю. А. Лавров и А. А. Рейхердт). В этом учебнике в той или иной степени отражены все затронутые в настоящем докладе вопросы.

Мелькумов В. Н., д. т. н., профессор
Турбин В. С., д. т. н., профессор
Сотникова О. А., д. т. н., профессор
Воронежский государственный
архитектурно-строительный
университет (Россия)



ТРАДИЦИОННОЕ И АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ОБЪЕКТОВ МАЛОЙ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ

Энергетический баланс систем генерирования и потребления теплоты и электрической энергии показывает, что 60% энергии теряется с уходящими газами котельных, технологических печей, сушильных и пропарочных камер, а также в тепловых сетях, через стенки общественных и жилых зданий, в системах электроснабжения.

Для выявления причин низкой эффективности полезного использования тепловой и электрической энергии необходимо проводить энергоаудит общественных и жилых зданий, потребителей энергии, технологических установок и котельных /1/. При проведении инструментальных теплоэнергетических обследований предприятий выделяются объекты, которые комплексно обследуются с помощью стационарных или переносных, специализированных, прошедших государственную проверку и аттестованных приборов. Основным критерием выбора системы теплоснабжения является ее тепловая эффективность, более низкая себестоимость вырабатываемой тепловой энергии как по приведенным затратам, так и с позиций окупаемости инвестиций в реконструкцию (чистый дисконтированный доход). Для эффективного решения задач энергосбережения, исключения платы за потери в подводящих системах необходимо организовать постоянный учет и контроль расхода энергоносителей /1/. При достаточно сильном износе существующих тепловых сетей и отсутствии необходимого фи-

нансирования работ по их замене более короткие тепловые сети от блочных котельных перспективнее и экономичнее (рис.1) /2/.

Блочная котельная — малогабаритная, размещается непосредственно вблизи потребителя либо на крыше. Длина тепловых сетей в этом случае составляет не более 50 м.

В котельной устанавливаются котлы, насосы и теплообменники для приготовления воды на горячее водоснабжение. Кроме того, в котельных целесообразна установка тепловых насосов, утилизирующих теплоту уходящих газов или жидких стоков котельной. С помощью теплового насоса нагревается вода для горячего водоснабжения или генерируется холод для систем кондиционирования.

Как показано в работе /2/, использование теплового насоса в системах децентрализованного теплоснабжения позволяет повысить коэффициент использования тепловой энергии котельной с 40% до 85%. В летний период тепловой насос может работать за счет утилизации теплоты воды из водоемов, от вторичных теплоносителей промышленных предприятий, гелиоустановок.

Выбор варианта компоновки котельной осуществляется на основе технико-экономического расчета, сопоставления данных энергоаудита существующих котельных (базовый вариант) и расчетных параметров проектируемых котельных /2/.

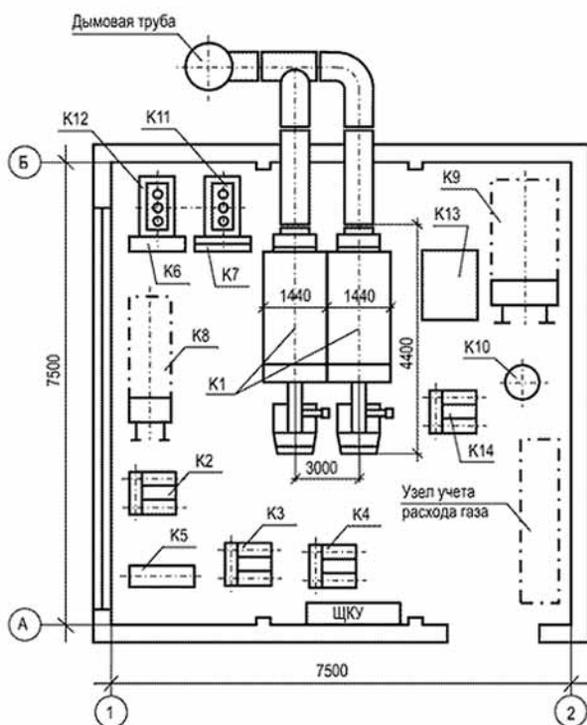


Рис.1. Принципиальная компоновка блочной котельной мощностью 2 МВт с котлами КСВ: а-1,0 Гн и тепловым насосом; К1 — водогрейный газовый котел КСВа-1,0 Гн; К2 — циркуляционный насос контура котла; К3 — циркуляционный насос контура системы отопления; К4 — циркуляционный насос контура котел-теплообменник; К5 — циркуляционный насос системы ГВ; К6 — подпиточный насос системы отопления; К7 — подпиточный насос контура котла; К8 — теплообменник контура котла; К9 — теплообменник ГВ; К10 — мембранный расширительный бак контура котла; К11 — подпиточный бак контура котла; К12 — подпиточный бак контура котла системы отопления; К13 — тепловой насос; К14 — циркуляционный насос

На рис. 2 приведена графическая зависимость себестоимости выработки 1 МВт теплоты от тепловой мощности источника теплоснабжения.

Из графика видно, что с установкой блочных котельных себестоимость вырабатываемой тепловой энергии снижается на 30 - 50% за счет более коротких тепловых сетей, а значит, меньших тепловых потерь. При использовании в тепловых схемах тепловых насосов (рис. 3) себестоимость тепловой энергии снижается дополнительно на 25-40 %, так как увеличивается загрузка работы оборудования котельной в течение года /2/.

Перспективна схема теплового насоса с вертикальным грунтовым теплообменником /2/. Грунтовые теплообменники в вертикальных скважинах в последние 10 - 15 лет широко применяются в качестве низкотемпературного источника тепла для систем отопления и горячего водоснабже-

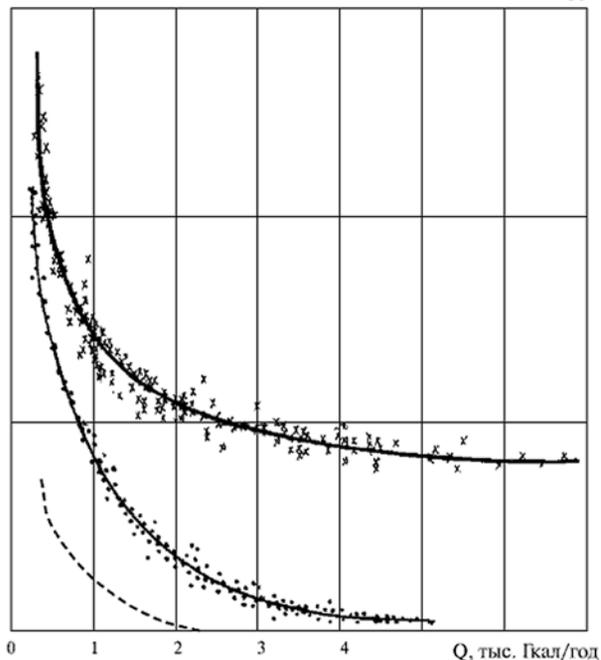


Рис. 2. Зависимость себестоимости тепловой энергии от годовой выработки теплоты котельных

x — типовые существующие котельные;
• — блочные котельные, оборудованные новыми высокоэффективными котлами;
--- — блочные котельные, оборудованные новыми высокоэффективными котлами и тепловым насосом

ния с использованием тепловых насосов /2/. Этот экологически чистый источник теплоты достаточно часто используется, например в Швейцарии, где в настоящее время эксплуатируется около 4 тыс. таких установок. Вертикальный грунтовой теплообменник размещается в скважине глубиной не более 100 м.

Из альтернативных источников теплоснабжения следует выделить комплексное энергоснабжение, базирующееся на установке блочных котельных и дизель-генераторных установках резервного электроснабжения /3/.



Рис.3. Общий вид теплового насоса мощностью 1МВт, устанавливаемого в котельной

Для получения тепловой энергии в камере сгорания используется дизельное топливо, природный или сжиженный газ. Особенно перспективны мини-ТЭЦ для отдаленных районов сельской местности. В качестве альтернативного топлива в этом случае может использоваться биотопливо (например, метан, полученный в метантенках из отходов сельского хозяйства).

Рассмотренные альтернативные источники тепловой энергии не могут работать в стационарном режиме. Поэтому перспективно, например, ночью аккумулировать тепловую энергию, а днем, в часы пик — ее использовать. В результате «сглаживаются» пульсации тепловой энергии, как при ее производстве, так и при генерировании. Для этой цели могут быть использованы, например, тепловые аккумуляторы. Вариант конструкции теплового аккумулятора с тепловыми трубами схематично представлен на рис.5 /5,6/.

Между подводящими теплоту тепловыми трубами поочередно установлены также тепловые трубы, отводящие теплоту от зернистой массы.

В качестве корпусов тепловых аккумуляторов можно использовать шахтные выемки, заполненные, например горячей водой /4-6/.

К преимуществам использования тепловых труб в качестве теплообменных поверхностей следует отнести простоту

компоновки, надежность и стабильность их работы, меньшие гидравлические потери в газовом тракте /4-6/. К альтернативным источникам тепловой энергии можно отнести также огневую обработку твердых бытовых и производственных отходов (ТБО). На рис. 6 приведена (схематично) конструкция модернизированной печи двухстадийного сжигания отходов с системами подготовки ТБО для сжигания и удаления золовых частиц и шлака /7/. Установка может включать несколько печей для огневого обезвреживания ТБО.

Основными элементами печи являются устройство для приема отходов и помещения для их складирования, кран, бункер для складирования золы и шлака, отгрузочная воронка с транспортером для удаления шлака, печь.

Каждая печь имеет две секции, отделенные друг от друга перегородкой из шамотного кирпича. Секции через перегородку сообщены тепловыми трубами, с помощью которых из секции, где происходит основное сжигание отходов в слое, в камеру пиролиза подводится теплота.

Пиролизный газ из камеры по газопроводу рециркуляции подается в горелочное устройство, после чего сгорает в объеме печи, обеспечивая стабильность горения слоя ТБО на колосниковой решетке.

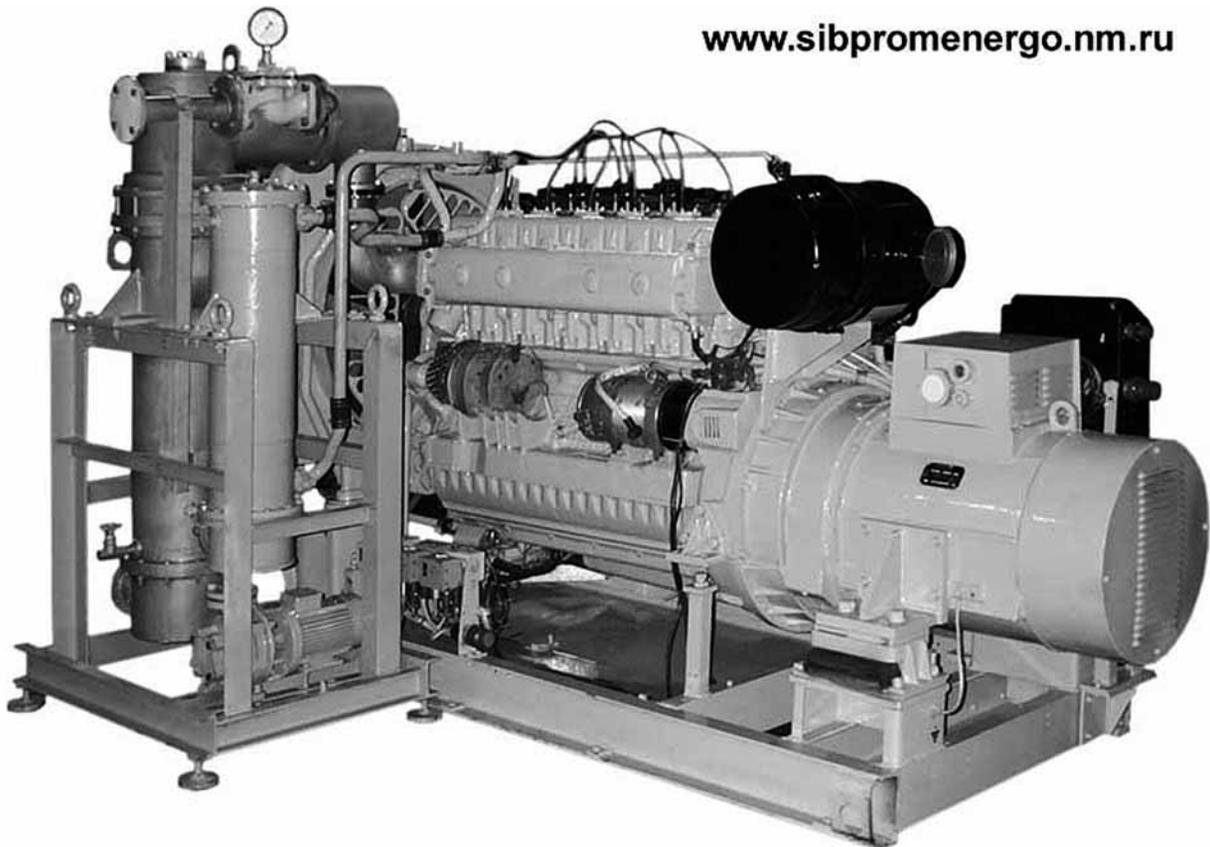


Рис.4. Общий вид мини-ТЭЦ

www.sibpromenergo.nm.ru

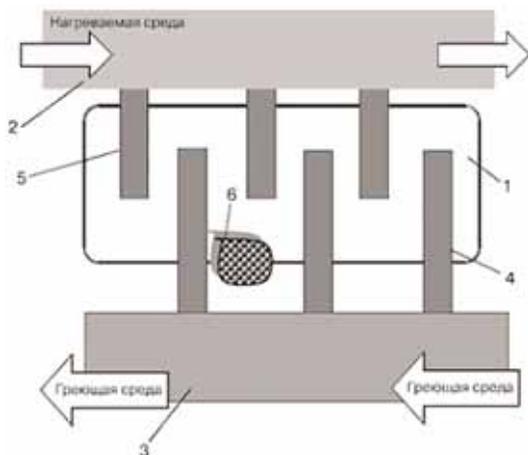


Рис.5. Конструкция теплового аккумулятора с бесфитильными тепловыми трубами
1 - тепловой аккумулятор с зернистой матрицей; 2 - коллектор с нагреваемой средой; 3 - коллектор-газоход с греющей средой; 4, 5 - соответственно, подводящие и отводящие теплоту тепловые трубы; 6 - зернистая масса

Продукты сгорания по газоходу подаются в газо-водяной котел-утилизатор, где нагревается вода для системы теплоснабжения. Из котла-утилизатора продукты сгорания с температурой 140 - 150 °С поступают в абсорбер-теплоутилизатор, где они охлаждаются в результате мокрой очистки до температуры 60 - 65 °С. За счет подмешивания байпасного газа они подсушиваются и затем рассеиваются через дымовую трубу в окружающую среду.

В абсорбере-теплоутилизаторе происходит более глубокое охлаждение продуктов сгорания для нагрева воды горячего водоснабжения и их абсорбционная очистка от оксидов азота, углерода и некоторых тяжелых углеводородов, а также сажи. Орошение продуктов сгорания может проводиться водой (как самым дешевым абсорбентом). Эффективность очистки продуктов сгорания от загрязняющих веществ водой составляет 40 - 50 %.

При использовании в качестве абсорбента раствора щелочи, циркулирующей в замкнутом контуре, эффективность очистки от оксидов азота достигает 85 - 90% с периодическим извлечением из абсорбера ценных химических веществ, например, натриевой селитры, используемой на химзаводах для производства удобрений. Окупаемость инвестиций в капитальное строительство печи в этом случае составляет примерно один год.

Шлам предварительно обезжелезивается механически в центрифугах и затем через мельницу-сушилку в подсушенном виде вводится в виде пыли над слоем горящих твердых отходов одновременно с предварительно газифицированным топливом.

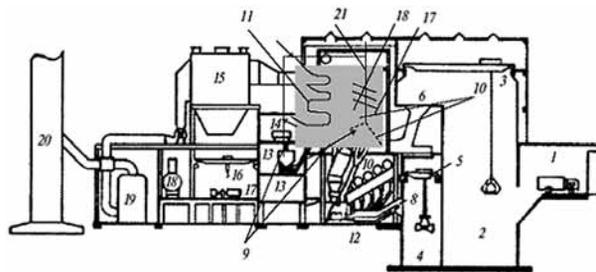


Рис. 6. Принципиальная схема установки для предварительной огневой обработки ТБО и их сжигания: 1 — прием отходов; 2 — складирование; 3 — кран; 4 — складирование золы и шлака; 5 — кран; 6 — отгрузочная воронка; 7 — печь; 8 — транспортер шлака; 9 — газопроект рециркуляции продуктов сгорания; 10 — система ввода подсушенного шлака; 11 — котел-утилизатор; 12 — мельница-сушилка; 13 — пылевой бункер; 14 — центрифуга; 15 — сепаратор пыли; 16 — кран; 17 — камера подсушки и пиролиза топлива; 18 — камера дожигания; 19 — скруббер; 20 — дымовая труба; 21 — тепловые трубы для подвода теплоты при пиролизе

Рассмотренные перспективные тепловые схемы, работающие на альтернативных источниках, позволят в недалеком будущем уменьшить или свести к нулю использование органического топлива для генерирования теплоты.

Литература

1. Мелькумов В.Н., Турбин В.С., Семенов В.Н., Кумицкий Б.М. Энергетический и экологический аудиты промышленных предприятий/ Научн.-практ. вестник, "Энергия" — Воронеж, Энергия, 2001. с. 1-4.
2. Мелькумов В.Н., Сотникова О.А., Турбин В.С. и др. Энергосбережение в системах традиционного и альтернативного теплоснабжения //АВОК, 2004 г., № 2.
3. Новые генераторные установки на природном газе серии G3500 компании "Caterpillar"/Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, №10 (57), 2003. — с. 22-23.
4. Левенберг В.Д., М.Р. Ткач М.Р., Гольстрем В.А.. Аккумулирование тепла. — Киев: Техника, 1991. — с. 49-74.
5. Турбин В. С. Эффективность аккумулирования тепловой энергии уходящих топочных газов котлов и печей в теплоутилизаторах с зернистой матрицей // Изв. Вузов. Энергетика, № 5-6, 1997.— с. 60-65.
6. Сотникова О.А., Турбин В.С., Григорьев В.А. Аккумуляторы теплоты теплогенерирующих установок систем теплоснабжения/АВОК, 2003, № 5. — С. 40-44.
7. Сотникова О.А., Турбин В.С., Сазонов Э.В., Леппик В.А. Двухстадийное огневое обезвреживание твердых бытовых отходов в модульных установках/ Энергосбережение, № 6, с. 52-55.



МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И МОНТАЖУ УЗЛА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ

1. СБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ОБ ОБЪЕКТЕ И ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УСТАНОВКИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА.

Работы на этом этапе проводятся с целью обследования объекта на предмет установки узла учета тепловой энергии и определения экономической эффективности его установки. На этом этапе должны быть получены следующие данные об объекте:

- ✓ Поставщик теплоэнергии (ТЭЦ, котельная);
- ✓ Границы балансовой принадлежности тепловых сетей;
- ✓ Проектные часовые, расчетные месячные тепловые нагрузки и режимы работы по отоплению, вентиляции (если есть), ГВС (если есть, бойлер или ЦТП);
- ✓ Расчетные и фактические (если есть возможность измерения) расходы теплоносителя в прямом и обратном трубопроводах;
- ✓ Характер и интенсивность отложений на внутренних поверхностях труб и арматуры;
- ✓ Содержание механических и взвешенных частиц в теплоносителе;
- ✓ Наличие в трубах блуждающих токов, разности потенциалов и вибраций;
- ✓ Источники помех для электронных устройств, стабильность электропитания;
- ✓ Данные по оплате за поставку тепла за предыдущий отопительный сезон по данным бухгалтерии.

Проведение замерных работ на объекте.

Замерные работы выполняются непосредственно на участке тепловой сети, где предполагается установить первичные преобразователи расхода (ППР) и температуры. При этом необходимо выполнить:

- ✓ Эскиз участка сети с указанием необходимых длин и диаметров трубопроводов, наличия существующих манометров, задвижек, грязевиков и т.п.
- ✓ Измерение расстояния от предполагаемого места установки вычислителя до предполагаемого места установки ППР и до источника питания.

Расчет экономической эффективности установки узла учета тепловой энергии.

Показателем экономической целесообразности установки теплосчетчика является срок окупаемости капиталовложений:

$$T = K / (3_T - 3_P), \text{ где}$$

K - капиталовложения в сооружение узла учета (руб.);

ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

Z_T - снижение ежегодных затрат на тепловую энергию и теплоноситель (руб./год);

Z_p - ежегодные затраты на реновацию, обслуживание, ремонт и поверку приборов узла учета (руб./год)

- ✓ Капиталовложения в узел учета (К) - это затраты на основное оборудование и материалы, проектные работы, включая необходимые согласования, монтажные работы с реконструкцией теплового пункта при необходимости, накладные расходы и прибыль. Их ориентировочный размер можно определить на основе выполненного эскиза и стоимости предполагаемого к установке теплосчетчика (выбор теплосчетчика см. 2 этап).
- ✓ Минимальное снижение затрат (Z_T) определяется из разницы годового расхода теплоэнергии, определенного по счетам энергопоставляющей организации и расчетного по проектным данным.
- ✓ В затраты на обслуживание входят расходы на периодическую поверку теплосчетчика в метрологических службах.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ

2.1. Параметры технико-экономического обоснования выбора типа теплосчетчика.

- ✓ Вероятность нарушения теплообеспечения здания вследствие засорения проточной части применяемых в теплосчетчиках расходомеров и фильтров.
- ✓ Наличие сводного документа, подтверждающего достижение норм точности по тепловой энергии и воде.
- ✓ Ценовые характеристики.
- ✓ Информационная достаточность.
- ✓ Метрологическая надежность (межповерочный период).
- ✓ Возможность сервисного обслуживания.
- ✓ Территориальная близость завода-изготовителя, его опыт и надежность.
- ✓ Срок службы и окупаемость с учетом местных и мировых тарифов на энергию и воду.

2.2. Выбор Ду датчика расхода.

Критерии выбора Ду

- ✓ Падение давления на узле при $V_{сети}^{max}$ должно быть менее 7 кПа.
- ✓ Скорость теплоносителя через расходомер должна быть менее 2 м/с (СНиП 2.04.05-91).

2.3. Разработка проекта

Листы:

- ✓ ТС-1 - данные об объекте.
- ✓ ТС-2 - принципиальная схема узла.
- ✓ ТС-3 - аксонометрическая схема.
- ✓ ТС-4 - тепловой узел с установленным теплосчетчиком.
- ✓ АТС.СО – список трубопроводной арматуры и механических частей.
- ✓ АТС-2 - схема автоматизации.
- ✓ АТС-3 - схема внешних проводок.
- ✓ АТС-4 - схема прокладки кабельной трассы.
- ✓ АТС.СО - спецификация оборудования автоматизации.

Согласование проекта

- ✓ Проект согласуется в метрологической службе. Рассмотрение проекта проводится за оплату.
- ✓ Если поставщик тепла ведомственная котельная, то согласуется у владельца (нач. ЖКХ).

3. САНИТАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

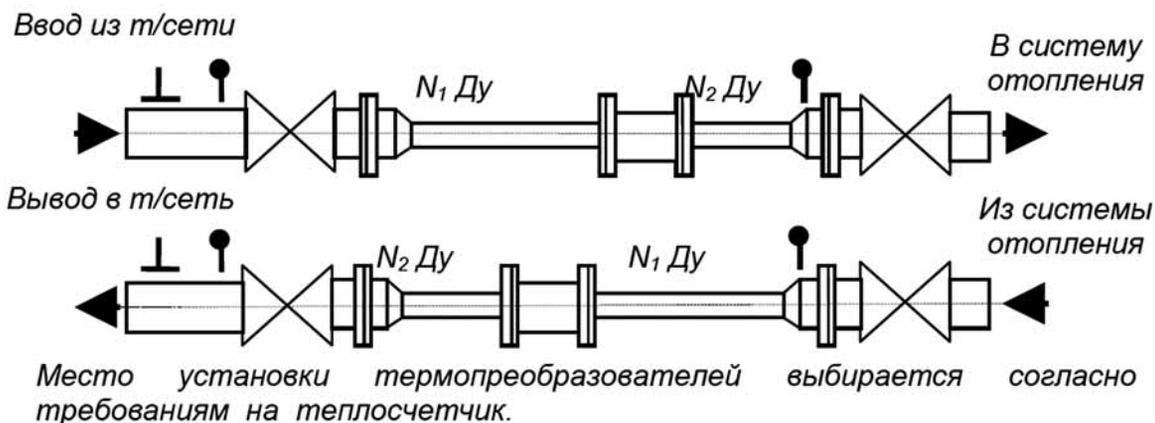
3.1. Подготовительные работы.

- ✓ Приборы и оборудование должно быть стандартным (сварочное), иметь заводскую бирку или тех. описание.
- ✓ Заготовки желательно делать заранее для минимизации слесарно-сварочных работ на месте.
- ✓ Подготовка оборудования к монтажу: проверить датчики на обрывы и КЗ в электрической части.

3.2. Организационные работы.

- ✓ Предупредить и получить разрешение на проведение работ у потребителя (в том числе сварочных и подключения к силовой сети).

Принципиальная схема установки теплосчетчика.



Принципиальная схема установки теплосчетчика.

<<52

- ✓ Получить разрешение на ведение огневых работ в пожарной инспекции у инспектора, ведущего данные объекты (при этом необходимо предъявлять квалификационные документы сварщика).

3.3. Выполнение работ.

- ✓ Обратить внимание на правильность установки расходомера - прямой и обратный.
- ✓ Обязательно! провести ревизию задвижек.
- ✓ Опрессовку проводить в присутствии представителя тепловых сетей и оформить в виде акта опрессовки.

4. МОНТАЖ КИПИИ

- ✓ Тепловычислитель крепится на стене или в шкафу при помощи 4-х шурупов на высоте ≈1,5 м.
- ✓ Длина сигнальных проводов (от датчиков к вычислителю) не должна превышать допустимую для данного типа теплосчетчика.
- ✓ Провода прокладываются в металлорукаве, стальных или ПВХ трубах.
- ✓ Рекомендуется сигнальные цепи прокладывать по возможности дальше от силовых линий.
- ✓ В сигнальных цепях используются следующие типы проводов:
 - МГШВЭ - экранированный провод сечением 0,35 мм²;
 - МГШВ - неэкранированный провод сечением 2,5 мм²;
 Провода, идущие от термопреобразователей, должны иметь одинаковое сопротивление не более 2,5 Ом;
- ✓ Для питания используется 3-жильный провод АПВЗх1,5. Одна жила - заземление – подсоединяется к клемме «⊥» на вычислителе и к металлическому корпусу электрощита.
- ✓ В электрощите цепи питания теплосчетчика подключаются через отдельный автомат или плавкую вставку на ток не более 10 А, для обеспечения бесперебойной подачи питания на теплосчетчик.

5. ПРОВЕРКА И ПУСК

5.1. *Перед включением вычислителя в сеть необходимо:*

- ✓ Проверить правильность подключения сигнальных цепей к первичным преобразователям расхода и температуры.

- ✓ Проверить надежность заземления.

5.2. *После включения необходимо выдержать теплосчетчик в течение 10 мин., затем проверить правильность его работы по следующим критериям:*

- ✓ Правильность показаний в режиме самоконтроля.
- ✓ Правильность показания температур (если можно проверить по ртутным термометрам, установленным на трубопроводах).
- ✓ Правильность показания расходов (расходы воды в прямом и обратном трубопроводах в замкнутой системе должны быть примерно одинаковые).

6. ДОПУСК УЗЛА УЧЕТА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.

6.1. *Паспорт узла учета.*

Необходимые документы оформляются в виде паспорта узла учета. В него входят:

- ✓ Проект.
- ✓ Паспорта на оборудование.
- ✓ Акт допуска узла в эксплуатацию.
- ✓ Сводная таблица результатов периодических проверок средств измерений.
- ✓ Журнал учета тепловой энергии и инструкция ответственному за эксплуатацию.
- ✓ Акт передачи на баланс.
- ✓ Письмо в ЭСО о переводе учета на теплосчетчик.

6.2. *Состав комиссии по приемке узла учета.*

В комиссию по приемке узла учета приглашаются (по «Правилам учета тепловой энергии и теплоносителя» п. 7.1.):

- ✓ представитель ЭСО (тепловые сети, ТЭЦ);
 - ✓ представитель потребителя;
- Оформляется акт (в двух экземплярах) о допуске узла учета тепла в эксплуатацию (Приложение 2 к «Правилам учета тепловой энергии и теплоносителя»).

по материалам Нижегородского
регионального центра энергосбережения

<<53

При создании системы Prisma Plus ее разработчики исходили из требований к исключительной надежности и долговечности всей электрической установки, ведь средний срок службы коммутационных аппаратов компании Schneider Electric составляет 30 лет. Безопасность обслуживающего персонала достигается за счет непрерывности электрического соединения всех металлических частей корпуса электрического щита системы Prisma, возможностью выбора различных уровней доступа при обслуживании, применением защитных экранов и перегородок из изолирующего материала, секционированием вплоть до форм 4а и 4b. Корпуса шкафов системы Prisma Plus изготовлены из листовой стали, обработанной методом катодной защиты порошковой эпоксидно-полиэфирной краской белого цвета.

Все решения, реализуемые в Prisma Plus, были предварительно испытаны в самых сложных конфигурациях и жестких условиях в лабораториях Schneider Electric и подтверждены соответствующими стандартами ГОСТ 22789-94 и МЭК 60439-1 (полные типовые испытания аппаратов и узлов НКУ).

<http://www.procable.com.ua>

«СИЛОВОЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ»: ОТКРЫТИЕ НОВОГО НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Компания «Силковое Электрооборудование» объявляет об открытии нового направления своей деятельности – поставка оборудования для автономного электроснабжения, а также о начале поставок судовых дизельных двигателей и дизель-генераторов.

Компания выполняет комплексные поставки кабельно-проводниковой и электротехнической продукции, как специального, так и общепромышленного назначения для строительных, электромонтажных предприятий по устройству объектов электроснабжения до 110 кВ.

Пресс-центр ООО «Силковое электрооборудование».

71>>



РЕГУЛИРОВАНИЕ И ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ НАСОСОВ

Под регулированием работы насоса подразумевается процесс изменения соотношения между подачей и напором.

МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАСОСА

Регулирование насоса можно осуществлять двумя методами:

- X конструктивное изменение характеристики насоса;
- X изменение условия работы системы «насос - сеть».

Универсальным методом изменения характеристики (как для динамических насосов, так и для насосов объемного типа) является изменение числа оборотов привода. При этом надо учитывать, что подача находится в прямой зависимости от оборотов, а напор (в центробежных) – в квадратичной зависимости.

При существующем уровне развития техники этот метод для насосостроения является дорогостоящим, хотя, с точки зрения энергетических затрат, он экономичен.

В практике насосостроения нашло применение регулирование числа оборотов в основном с помощью вариаторов и меньшее - с помощью гидромуфт, электромагнитных муфт скольжения (ЭМС) или регулирования электропривода (тиристорные преобразователи частоты ТПЧ и синхронные электродвигатели). Положительной особенностью этого метода является то, что на группу из нескольких рабочих

насосов достаточно иметь один регулируемый насос. Это существенно снижает затраты и обеспечивает конкурентоспособность этого метода по сравнению с другими.

Широко распространенным методом регулирования характеристики центробежного насоса является изменение диаметра рабочего колеса (обточка).

Обтачивая (уменьшая) диаметр рабочего колеса можно значительно изменить поле работы насоса. Чтобы получить нужный напор насоса при обточке колеса, необходимо существующий напор умножить на квадратичную величину отношения диаметра обточенного колеса к диаметру обтачиваемого.

В практике насосные заводы уже предлагают потребителям конкретные модификации с различной обточкой колеса и с меньшей, соответственно, мощностью комплектующего электродвигателя.

Другим методом регулирования работы центробежного насоса является изменение условий работы насоса на сеть.

Графическое изображение напорной характеристики центробежных насосов представляет собой, как правило, пологую кривую, снижающуюся при большей подаче. Другими словами, при большей подаче мы имеем меньший напор и наоборот. Для каждой конструкции насоса имеется своя напорная характеристика, определяемая крутизной и

максимальной величиной КПД, т.е. зоной оптимальной работы. Рабочая точка насоса на этой кривой определяется сопротивлением сети. Если менять сопротивление сети, например закрывая задвижку, то и рабочая точка будет смещаться влево по кривой, т.е. насос будет выбирать режим работы на меньшей подаче, так как «вынужден» работать с большим напором, чтобы преодолеть дополнительное сопротивление (задвижки).

Существует еще один способ изменения условий работы насоса на сеть - это байпасирование, т.е. установка регулируемого или нерегулируемого перепуска (байпаса) с напорной линии на всасывание. По отношению к насосу это аналогично снижению сопротивления, т.е. происходит снижение напора. По отношению к потребительской сети это аналогично снижению подачи. В результате рабочая точка ($Q-H$) сместится круто вниз, т.е. мы можем в потребительской сети получить одновременно меньший напор и меньшую подачу (энергия жидкости идет на сброс).

НАСОСНЫЕ СИСТЕМЫ

Рассмотренные методы регулирования работы относятся непосредственно к насосу. Однако с общей точки зрения потребителя чаще интересует насосная система, обеспечивающая нужные напор и подачу.

Такой системой выступает насосная станция. В отношении насосной станции вопрос регулирования напора и подачи может рассматриваться шире за счет возможностей соединения насосов параллельно и последовательно.

При параллельном соединении насосов суммируется подача, при последовательном - напор. Если на насосной станции необходимо получить нужные рабочие параметры (Q и H), то всегда существует возможность путем комбинаций набора ряда насосов с ограниченной подачей соединить их параллельно, чтобы получить большую подачу, и последовательно - чтобы получить больший напор. На насосных станциях это осуществляется всегда. Для получения необходимого напора на автономных насосных станциях последовательное соединение (бустерные или напорные насосы) применяется реже. В практике это осуществляется через отдельные каскады насосных станций (станции I, II, III-го подъема).

Следует обратить внимание, что последовательное и параллельное соединение центробежных насосов, имеющих подобную напорную характеристику, не дает, как правило, возможности получения двойного значения напора и подачи. Они будут несколько меньше. Это происходит по следующим причинам.

При параллельном соединении не удастся плавно соединить потоки, так как напорные трубопроводы ради удобства монтажа заужают, делают лишние повороты. Все это приводит к дополнительному сопротивлению и, соответственно, к смещению рабочей точки на меньшую подачу

обоих насосов. При последовательном соединении насосов уменьшение напора происходит из-за потерь на промежуточном участке между насосами. Это вызвано наличием арматуры на нем и уменьшенным диаметром трубопровода, принимаемым, как правило, равным диаметру всасывающего патрубка, в который подает жидкость другой насос.

При последовательном соединении следует обратить внимание на допустимое давление на входе в насос в зависимости от материала корпуса и типа уплотнения.

Допустимое давление на входе насоса, корпус которого изготовлен из чугуна, не должно превышать 8 кгс/см^2 (80 м в. ст.), в то же время для стального корпуса давление 25 кгс/см^2 , как правило, является допустимым.

Мягкий сальник допускает давление до 10 кгс/см^2 , торцевое уплотнение - до 25 кгс/см^2 ; щелевое и манжетное уплотнение, обеспечивающее самоуплотняющееся воздействие за счет давления рабочей жидкости, поддерживает давление только с одной стороны и, соответственно, при этом типе уплотнения не допускается давление на входе в насос.

ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТЬ НАСОСОВ

В связи с ликвидацией централизованной системы материально-технического обеспечения, приобретение продукции производственно-технического назначения, в том числе и дефицитного насосного оборудования, связано для многих потребителей с большими трудностями.

В этой ситуации применение имеющегося в наличии насосного оборудования в конкретных условиях становится более актуальным, потому что насосы, как правило, работают в технологических процессах и системах водоснабжения, где потери из-за остановки насосов несопоставимы с их стоимостью.

При отсутствии заменяющих насосов с параметрами, близкими заменяемому, требующиеся системе параметры можно получить, применяя два насоса вместо одного, путем последовательного или параллельного их соединения.

При замене следует руководствоваться следующими принципами.

Во-первых, использовать для замены насос по возможности с меньшим рейтингом дефицита, чем заменяемый.

Во-вторых, предпочтительнее производить замены насосов один на один.

При анализе подходов замены начинать следует с изучения того, как влияет работа насоса с другими рабочими параметрами в целом на весь технологический процесс. Например, при анализе подходов замены погружного насоса следует иметь в виду, что этот тип насоса работает, как правило, с периодическим отключением в зависимости от уровня откачиваемой жидкости. Это обстоятельство позволяет установить насос с большим значением подачи

относительно оптимального значения, но при этом он будет реже включаться и наоборот.

Второй пример: следует тщательно изучить влияние на систему установки более высоконапорного насоса, чем это заложено в проекте, и не спешить обтачивать колесо, так как выбор низконапорного насоса проектными организациями часто определяется соображениями экономии электроэнергии за счет установки менее мощного электродвигателя в насосном агрегате.

Прочностные же характеристики элементов системы (трубы, арматура, сосуды и т. д.), как правило, позволяют варьировать в широком диапазоне величину напора центробежных, вихревых и осевых насосов.

Следует внимательно анализировать систему с точки зрения прочностных характеристик при заменах объемных насосов, если устанавливается более высоконапорный насос в сравнении с проектным.

Часто в качестве заменяющего используется насос с более низким КПД, например, вихревой насос вместо центробежного. Тогда, чтобы получить аналогичные рабочие параметры, надо применить насос с большей мощностью электродвигателя. Иногда бывает целесообразно применить насос с тем же электродвигателем, но с меньшими значениями рабочих параметров (подача, напор), если это допускает технологический процесс. В этом случае пусковая аппаратура не меняется.

Применение одного насоса вместо другого часто затрудняется необходимостью использовать заменяющий насос в нерабочей зоне. При этом следует иметь в виду, что рабочая зона для центробежных насосов (она показывается в каталогах на напорных характеристиках) во многом определяется экономичностью работы агрегата в этом диапазоне, т. е. работой с наибольшим значением КПД.

Для маломощных насосов этот параметр не является особо актуальным, а тем более в ситуации, когда может нарушиться и остановиться технологический процесс.

Выход насоса за границы «рабочей зоны» позволяет в некоторых ситуациях приспособить заменяющий насос для работы в данном технологическом процессе.

При использовании центробежного насоса на предельной от максимального значения подаче следует обратить внимание прежде всего на температурные условия работы электродвигателя (возможна его перегрузка), чтобы позволить работать агрегату в приемлемых условиях.

Часто в практической работе решение вопроса зависит от возможности использования насоса в режиме с меньшей подачей, чем он рекомендован «рабочей зоной». При использовании насоса в этом диапазоне подач (запредельной от минимального значения) следует устранить существенное негативное явление в центробежном насосе - работу в помпажном режиме. Этот режим приводит к неустой-

чивой работе насоса и может резко понизить надежность работы всей системы.

Неустойчивый режим работы появляется только у насосов, не обладающих непрерывно «падающей характеристикой». Большинство центробежных насосов ее не имеют.

При переходе на режим малых подач (если это требуется от насоса для работы в диапазоне подач заменяемого насоса) насос попадает в возрастающую (неустойчивую) часть напорной характеристики.

Чтобы устранить это явление, целесообразно использовать байпасирование (перепуск части подачи с напорной линии во всасывающую), при этом на внешней сети потребитель получает заданную малую величину подачи, а сам насос работает в устойчивом диапазоне «падающей характеристики».

Как метод заменяемости насосов можно рассматривать использование высоконапорного насоса в диапазоне работы низконапорного.

При этом можно говорить о трех приемах.

Первый и наиболее широко распространенный метод (он не требует конструктивных изменений в системе) - *дросселирование*.

На напорной линии насоса, как правило, имеется арматура. С помощью напорной задвижки (крана) зауживается проходное сечение напорного трубопровода и часть напора за счет дросселирования гасится (энергия напора переходит в энергию тепла). Следует при этом учитывать, что с повышением сопротивления сети снижается и подача насоса, т. е. насос «ползает» строго по кривой напорной характеристики, т. к. имеется детерминированная зависимость между подачей и напором. Второй метод - это *снижение напора за счет байпасирования*. Снижение напора с помощью перепуска жидкости с напорной линии во всасывающую обеспечивает снижение напора, величина которого зависит от крутизны характеристики и колеблется в диапазоне от 30 до 10%.

Этот прием обладает тем достоинством, что его используют во временных схемах. Например, с выходом из строя низконапорного насоса устанавливают высоконапорный насос с байпасом на линии, не изменяя диаметра колеса. Восстановив низконапорный насос, перекрывают байпасную линию и продолжают дальнейшую эксплуатацию насоса в технологическом процессе.

К третьему методу можно отнести *снижение напора насоса с помощью обточки колеса* (см. выше).

Например, насос НБ5-50-160 имеет оптимальные параметры 25/32 при диаметре колеса 160 мм.

Завод может поставить насос с колесом 150 мм, обеспечивающий параметры 25/24 (снижение напора на 20%). Обточка рабочего колеса до диаметра 130 мм обеспечивает параметры 25/16, при этом КПД насоса практически сохраняется на уровне 65%. Возможно и дальнейшее умень-

шение диаметра колеса, но КПД начинает резко снижаться. (Уменьшение диаметра колеса на 30% незначительно влияет на КПД насоса).

И ОПЯТЬ КОНСТРУКТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Один из эффективных методов взаимозаменяемости в насосном оборудовании – незначительные конструктивные изменения, позволяющие применить насос для определенных условий.

Иногда насос легко подобрать по основным параметрам (подача, напор), но заменяемый насос имеет характерные конструктивные особенности, обеспечивающие специфические условия работы. Примером может служить использование обычных консольных насосов вместо повысительных - установка вибропоглощающих подставок. К этому же методу следует отнести установку подогревающих рубашек на насосы без обогрева с целью приспособления их для перекачивания застывающих при обычной температуре жидкостей или с целью охлаждения насоса, например, приспособление обычного шестеренного насоса вместо насоса типа «ШГ» с помощью установки на присоединительных фланцах обогреваемых рубашек. К этому же методу следует отнести применение «вакуумного бачка», позволяющее преобразовать обычный центробежный или вихревой насос в самовсасывающий.

Один из нетрадиционных приемов заменяемости насосов - приспособление элементов и устройств системы к насосу.

Например, в практике потребители часто сталкиваются с отсутствием погружных насосов при наличии насосов консольной конструкции с аналогичными параметрами.

Перед потребителем стоит достаточно типовая задача: «применение консольной конструкции вместо погружной конструкции». При этом быва-

ет достаточно установить или приспособить ранцевый патрубок в нижней части емкости для подсоединения всасывающего патрубка насоса консольной конструкции, чтобы заменить насос погружной конструкции, устанавливаемый над емкостью.

Особо следует отметить использование объемных насосов вместо центробежных.

Ввиду того что при работе объемных насосов подача не зависит от напора (исключая протечки), при замене необходимо более внимательно проанализировать всю гидравлическую систему и, прежде всего, как будет реагировать система, если через нее не будет осуществляться прохождение жидкости, например, закроется задвижка на напорной линии. Объемный насос будет повышать давление до величины, которое позволит его конструкция или настройка предохранительного перепускного клапана. С другой стороны объемный насос может развить сколь угодно низкое давление от номинального, а потому он «охватывает» весь диапазон низких напоров при данной подаче. Соответственно, его возможности по замене насосов при данном значении подачи неограниченны в сторону ниже номинального.

Обобщая изложенное в части взаимозаменяемости насосного оборудования, можно сделать вывод, что при одинаковой конструктивной компоновке насоса, как правило, имеется возможность его замены, причем насос, предназначенный для перекачивания специальных (определенных) жидкостей может заменить насос для воды.

*В статье использованы материалы с веб-сайта компании «РИМОС»
<http://www.rimos.ru>.*

НПО «МИР»: РАЗРАБОТАН НОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТОКА МИР ПТ-02

Разработан новый преобразователь тока МИР ПТ-02, предназначенный для замены преобразователей ОМБ-2, Е842 и взаимозаменяем с ними по габаритным и установочным размерам. Преобразователь отвечает следующим требованиям:

возможность крепления на DIN-рейку 35 мм;

выполнение требований ГОСТ к оболочкам, которые должны закрывать опасную зону (клеммы для подключения проводников внешних цепей) и сниматься только с помощью инструмента, введено крепление крышки винтами;

обеспечение пломбирования токовых цепей (обеспечивается также введением винтового крепления крышки).

НПО «МИР»

НОВАЯ ПРОДУКЦИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ «ФЛАВИР»

Электротехническая компания «Флавир» начала выпуск контакторов электромагнитных серии КТЭ. Контактторы предназначены для применения в стационарных установках для дистанционного пуска непосредственным подключением к сети, реверсирования и останков трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором в электрических сетях с номинальным напряжением до 1000 В переменного тока частотой 50 Гц и номинальным рабочим током 115 - 630 А.

При наличии тепловых реле контакторы осуществляют защиту управляемых электродвигателей от перегрузок недопустимой продолжительности и от токов, возникающих при обрыве одной из фаз.

Выпускаются в 2-х модификациях: 1) неререверсивные (одиночные), 2) реверсивные (двойные) с устройством механической и электрической блокировки, компактно собранные на



**А. Воронецкий, к. т. н.,
главный инженер проектов
ЗАО «Премиум инжиниринг»**

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ

Авторами рассмотрены две различные точки зрения на проблему посвященные повышению эффективности работы и снижению потерь в системах воздухообеспечения промышленных объектов. Первая предполагает установку новой системы на старые компрессоры, находящиеся в эксплуатации как минимум 10 - 15 лет. Вторая предлагает концепцию поэтапной замены оборудования и обновление парка компрессорных мощностей

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ

Первый способ реконструкции сводится к установке новой системы управления АСУТП «Воздух» на находящиеся в эксплуатации компрессоры типа К(250 и К500 (как наиболее распространенные модели в системах воздухообеспечения металлургических заводов) [2]. Авторы приводят анализ экономии электроэнергии, основанный на расширении диапазона регулирования этих компрессоров по сравнению с их первоначальными данными. Аналогичную концепцию предлагает компания «ССС» — известный мировой лидер по системам управления для компрессоров, паровых и газотурбинных установок. На основании их расчетов энергозатраты должны существенно снизиться. Но так ли это в реальности?

Проведенные авторами [2] расчеты основаны на паспортных данных новых компрессоров, а не машин, находящихся в эксплуатации более 20 лет, техническое состояние которых сильно зависит от условий, продолжительности эксплуатации и других факторов. Даже самая современная система управления не может улучшить аэродинамических характеристик изношенного компрессора.

Поэтому для получения реальной экономии необходимо полностью заменить проточную часть компрессора, сделать его характеристики оптимальными для существующей сети; всю механическую часть (мультипликатор, подшипники); теплообменные аппараты. В результате понесенные затраты будут сопоставимы с покупкой нового компрессора. Единственный аргумент сторонников данной концепции — «не требуется проводить строительные-монтажные работы, а всю начинку можно поменять» — весьма неоднозначен, и вот почему:

■ Эксплуатация здания компрессорной должна сопровождаться периодическим проведением экспертиз состояния строительных конструкций и, в первую очередь, фундаментов оборудования, которые со временем разрушаются от воздействия механических нагрузок и масла.

■ Механическое состояние корпусов оборудования, которые «не нужно менять», также может оказаться непригодным к дальнейшей эксплуатации.

Это уже было отмечено в публикации [1], где был предложен альтернативный и более надежный вариант реконструкции – установка нового, более эффективного оборудования, в которое уже интегрирована современная система управления.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ КОМПРЕССОРОВ К-500

В качестве подтверждения вышеприведенных аргументов рассмотрим результаты обследования компрессоров К-500, прослуживших более 30 лет на одном из металлургических предприятий (весьма типичный срок эксплуатации оборудования на таких объектах). Обследование проводилось специалистами компании «Премиум инжиниринг» в рамках работ по пневмоаудиту системы воздухообеспечения предприятия.

В ходе обследования была проведена оценка состояния механической части, а также были замерены газодинамические характеристики компрессоров, которые проводились с использованием калиброванного вихревого расходомера (Вихревая система измерения расхода PROline rowirl 72.// Техническая информация TI 062D/D6/ru N 50103356 Endress+Hauser GmbH+Co).

Компрессор К-500-61-5 (и его аналоги) был разработан в СССР в середине 50-х годов прошлого века (Компрессор К-500-61-5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 608.ТО.Н). По тем временам это был очень высокий уровень развития техники и технологии, поскольку данный компрессор шел на замену существующим в эксплуатации поршневым и центробежным компрессорам и нагнетателям с прямым приводом, которые имели гораздо большее удельное потребление электроэнергии из-за больших потерь на трение в рабочих колесах.

Газодинамическая схема компрессора представляет собой шесть последовательных ступеней центробежного сжатия с двумя ступенями промежуточного охлаждения. Все рабочие колеса расположены на одном валу, что определяет силовую схему компрессора, действующие нагрузки, основные тенденции износа оборудования.

Благодаря разности давлений, действующих на переднюю и заднюю поверхности рабочего колеса компрессора (всас – нагнетание), в компрессоре возникает осевая сила, стремящаяся сдвинуть ротор вперед – в сторону всаса. Для снижения этой осевой силы в компрессоре предусмотрены полости разгрузки, выравнивающие давление спереди и сзади рабочего колеса, которые ограничены лабиринтными уплотнениями, имеющими небольшой проток воздуха. Собственно сами полости сформированы поверхностями ротора и статора, а остаточная осевая сила определяется конструктивным расположением уплотнений, отделяющими полость всаса от полости нагнетания каждой ступени.

Соответственно, от состояния и работоспособности этих лабиринтных уплотнений зависит осевое усилие, воспринимаемое опорно-упорным подшипником компрессора, и при их сильном износе это усилие становится чрезмерно высоким, что в свою очередь приводит к быстрому износу самого подшипника.

На состояние уплотнений, радиального и радиально-упорного подшипников влияет прежде всего балансировка ротора, кроме того, частота циклов пуск/остановка за период межремонтного обслуживания и ремонта этих элементов, поскольку в процессе разгона и торможения вал компрессора проходит резонансную частоту (1 тон — 2680 об./мин).

Компрессор К-500 имеет привод от электродвигателя через повышающую передачу. Повышающая передача состоит из одноступенчатого косозубого (шевронного) зубчатого зацепления. Повышающий мультипликатор соединен с компрессором и с электродвигателем через зубчатые муфты. Состояние этих муфт позволяет определить состояние валов и подшипников (заднего подшипника компрессора и переднего подшипника мультипликатора, точность взаимного расположения валов). При большом износе зубьев на муфте можно сделать выводы о биении валов (износе подшипников), превышении допуска на взаимное расположение валов, возможных дефектах опор компрессора и мультипликатора. По механической части электромотора – аналогичные выводы.

В целом состояние механической части обследованных компрессоров едва было признано удовлетворительным, поскольку состояние шеек валов, поверхностей зубьев и упорных подшипников близки к максимально допустимому износу. Лабиринтные уплотнения сильно изношены, входной воздушный фильтр практически отсутствует, детали корпуса имеют трещины и сколы.

Это не могло не отразиться на аэродинамических характеристиках компрессоров, что и было доказано проведением измерений производительности. Для этого была собрана измерительная схема с применением вихревого расходомера, задвижка в сеть перекрывалась, воздух, вырабатываемый компрессором, сбрасывался через измерительный участок, на котором был установлен расходомер, манометр и термометр. Влияние сети на работу компрессора, таким образом, было исключено, так же как и риск случайного входа в помпажный режим в процессе эксперимента. Гидравлическое сопротивление сети (подпор) моделировался при помощи задвижки. В ходе измерений были сняты значения расхода и давления на различных напорных кривых, соответствующих различным положениям входной заслонки компрессора.

Наилучший из осмотренных компрессоров показал реальную производительность 475 $\text{нм}^3/\text{мин}$ при давлении 7,2 бар при паспортном значении 540 $\text{нм}^3/\text{мин}$, соответствующем данной точке. Для других компрессоров это значение составило 360 $\text{нм}^3/\text{мин}$, а в отдельные компрессоры

даже не выдавали расхода в сеть, потребляя при этом электрическую мощность. При этом температура воздуха на всасе компрессора составляла (12°C, температура охлаждающей воды +5°C, атмосферное давление 753 мм рт.ст., относительная влажность воздуха 73%). Погрешность прибора Prowirl 72 в данном диапазоне не превышает 1,5%, для пересчета измеренного расхода на нм^3 были использованы показания датчика температуры (макс. отн. погрешность 1,5%) и манометр класса точности 0,4. В результате относительная погрешность измерения расхода данной измерительной системой составляет 2%.

Результаты данного исследования, конечно, не могут отражать всей статистики по компрессорному парку данных моделей на промышленных предприятиях, но дают основания для более серьезного подхода при оценке путей реконструкции системы воздухообеспечения крупного предприятия и реальных затратах на нее.

Основные вопросы, которые следует учитывать при рассмотрении концепции реконструкции пневмосети, выбирая между двумя точками зрения:

- Компрессоры K-500, K-250 и другие модели аналогичной конструкции имеют максимальную эффективность на режиме близком к расчетному — таковым является режим номинальной производительности и расчетного давления (в основном, 8 бар). Они незначительно снижают потребляемую мощность при дросселировании и работе на пониженном давлении. Поэтому наиболее эффективное их использование — на постоянном рабочем режиме — без выключений и дросселирования. Все центробежные компрессоры сохраняют постоянным удельное энергопотребление при снижении давления ниже расчетного — поэтому все современные компрессоры выпускаются широким модельным рядом, разбитым на различные поддиапазоны по давлению. Для K-250 и K-500 существуют только два — 6 и 8 бар.
- Силовая схема компрессора бочечного типа (такowymi являются все компрессоры типа К) хорошо работает на номинальном режиме. Пусковые режимы для нее весьма нежелательны даже при снижении нагрузок при пуске. Попадание в помпажный режим (если даст сбой система управления — по любой причине — что весьма вероятно при сбоях в электроснабжении) может привести к разрушению такого компрессора. Силовая схема компрессора Cooper Compression механически устойчива в режиме помпажа и выдерживает его без каких-либо повреждений, даже если выключилось противопомпажное регулирование. Это является еще одним серьезным аргументом в пользу установки нового оборудования, которое будет работать на переменных режимах.
- Количество пусков/остановов для компрессоров типа К ограничено их техническими условиями, поскольку снижает ресурс. Основания для снятия таковых ограничений, упомянутые авторами [2] пока неочевидны, поскольку нет достаточной статистики. Современные компрессоры

производства Cooper Compression (обеспечивающие производительность, как K-500, K-250) позволяют производить более 1000 пусков/остановов в год (это ограничение накладывает электродвигатель) и имеют диапазон регулирования (в среднем) от 60 до 100% производительности с пропорциональным снижением потребляемой мощности. Модельный ряд по давлению и производительности весьма широк — можно найти оптимальное решение для любой задачи.

- Компрессоры типа К имеют двухэтажную компоновку. Разместить их в другом помещении проблематично. Современные компрессоры представляют собой полностью комплектный агрегат, смонтированный на общем рамном основании, и не требуют такого сложного фундамента как компрессоры типа К. Это означает, что компрессорные мощности при проведении реконструкции могут быть распределены по сети (установлены локально вблизи основных нагрузок) и потери, связанные с утечками воздуха из труб будут минимизированы, что весьма немаловажно при оценке эффективности реконструкции систем воздухообеспечения, поскольку потери сжатого воздуха с утечками из магистралей составляют (по статистике) от 10 до 30%.
- Регламент эксплуатации современного компрессорного оборудования значительно проще, чем у старых моделей — регламентный осмотр механической части производится через 40 000 часов наработки, а не раз в 2 года, как требуют технические условия K-500.
- Полная стоимость капитального ремонта компрессора типа К (замена механической и аэродинамической частей, маслосистемы и теплообменников) практически сопоставима с покупкой нового оборудования.
- При планировании различных подходов к реконструкции воздухообеспечения предприятия следует рассматривать эту систему целиком. Компрессор, а тем более его АСУ, — всего лишь элемент в ней.
- Для оптимизации системы воздухообеспечения целесообразно провести комплексный пневмоаудит, включающий оценку состояния оборудования.
- Большинство эксплуатирующихся в настоящее время компрессоров K-250 и K-500 имеют средний срок службы более 10—15 лет, а значит, могут иметь износ, который не позволит серьезным образом поднять их эффективность за счет применения новой системы регулирования.
- При изготовлении современных центробежных компрессоров их характеристики, определяемые профилем рабочего колеса, можно оптимизировать под поставленную задачу.

Александр ЯКИМЕНКО



РЕМОНТ БЕЗ ПРОБЛЕМ. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТОВ

Эффективное управление техническим обслуживанием и ремонтом — важный фактор в повышении конкурентоспособности компаний. Особенно актуально это для предприятий, связанных с транспортом, техническим сервисом, энергетикой

Механизмы, как и организмы, любят уход и заботу. Успехи медицины, профилактические мероприятия, повышение качества воды и воздуха позволили увеличить среднюю продолжительность жизни в развитых странах Европы на десятки лет. Точно также и надлежащее техническое обслуживание и своевременный — по факту состояния, а не после аварий — ремонт способны существенно продлить срок службы промышленного оборудования. А также сократить затраты на его содержание (например, за счет снижения расходов на устранение последствий внеплановых остановов), повысить общую надежность работы предприятия и т. д.

Для крупных предприятий, особенно использующих сложное и дорогое оборудование, вопросы ТОиР — технического обслуживания и ремонтов — играют крайне важную роль. Затраты таких предприятий на ТОиР могут составлять более половины общих расходов на производство продукции. Энергетика, транспорт и транспортные узлы

(порты, станции), горнодобывающие и горно-обогащательные предприятия — этот список можно продолжать.

В СНГ дополнительное значение ТОиР придает высокая изношенность производственной базы многих предприятий, а также повышение в последнее время требований к экологической безопасности их деятельности.

РУЧНОЙ ТРУД НА ПЛЕЧИ МАШИН

При наличии на предприятии десятков тысяч единиц оборудования, подлежащего контролю состояния, обслуживанию, периодическим ремонтам и модернизации, эффективно выполнять ТОиР непросто. Еще сложнее, если это оборудование «разбросано» по множеству территориально удаленных объектов.

Облегчить управление ТОиР, повысить его эффективность призваны специализированные компьютерные программы. Автоматизированные системы такого рода уже свыше 20 лет разрабатываются и применяются на запад-

ных предприятиях. Для их обозначения используется аббревиатура CMMS (Computerized Maintenance Management Systems), то есть компьютерные системы управления ТОиР. В настоящее время все более широкое распространение получают так называемые EAM-системы (Enterprise Asset Management), обобщающие концепцию CMMS и комплексно охватывающие весь объем процессов, связанных с управлением основными фондами и полным жизненным циклом оборудования (от проектирования до списания).

Работы по автоматизации управления предприятиями велись в свое время и в СССР, в частности, в ЦНИИКА (Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации). Но интерес к этим, да и не только к этим информационным системам совпал с периодом начала глобальных политических преобразований, приведших к распаду СССР. В этих условиях вопросы автоматизации отошли на второй план.

В то же время западные предприятия, чтобы найти достойный ответ экономическому наступлению японских и других азиатских компаний, активно искали пути повышения конкурентоспособности.

Основная задача, стоящая перед CMMS-системами, — это уменьшение затрат на обслуживание оборудования и повышение надежности его работы, что в конечном счете призвано снизить себестоимость производимой продукции и обеспечить стабильность работы предприятия. Последнее отнюдь немаловажно — ведь это в том числе и имидж в глазах партнеров, потребителей и инвесторов, то есть обеспеченный сбыт и перспективы развития.

Если говорить о количественных оценках, то здесь приходится опираться преимущественно на западный опыт — в СНГ статистика такого рода фактически отсутствует. Так, корпорация Technology for Energy проанализировала в 1998 году деятельность более 500 предприятий энергетики США и Европы.

Выяснилось, что применение диагностического мониторинга в EAM-системах может обеспечить сокращение затрат на ремонт оборудования до 50—80 %, расходов на техническое сопровождение до 50—80 %, объемов материально-производственных запасов до 30 % и повышение рентабельности производства до 20—60 %. С учетом опыта других отраслей и данных других источников, можно говорить о характерном уменьшении на 20 и более процентов затрат на ТОиР. При этом средняя окупаемость внедрения CMMS- и EAM-систем — 1,5—2 года. Даже с учетом возможных погрешностей при анализе, скидок на чрезмерный «рекламный энтузиазм» поставщиков EAM-систем, а также различий в экономических условиях СНГ и стран Запада, все это весьма впечатляет.

ВМЕСТЕ ИЛИ ПОРОЗНЬ?

Почему EAM-системы выделяют в отдельный класс и почему бы не объединить все в рамках уже достаточно при-

вычных ERP-систем (Enterprise Resources Planning — планирование и управление ресурсами предприятия)?

Дело в том, что техническое обслуживание и ремонты оборудования, или — в более широком варианте — управление основными фондами, не просто большой и достаточно самостоятельный бизнес-процесс, «достойный» собственной системы автоматизации. Это еще и свой подход к организации работ, далеко не во всем созвучный основным положениям концепции MRP/ERP.

Действительно, ERP-системы изначально ориентировались на дискретное производство с заданным циклом операций определенной длительности. При этом основная задача ERP-системы состояла в том, чтобы максимально способствовать производству заданного объема определенной номенклатуры продукции в заданный срок и с минимально возможными издержками.

В случае ремонтов задача несколько другая — не просто снизить до минимума издержки при выполнении определенных процедур, но и сократить сами работы — как по видам, так и по объему (добиться в идеале полного отсутствия внеплановых остановов и связанных с ними аварийных ремонтов). Кроме того, ремонтная деятельность проводится в условиях существенной неопределенности данных — даже при всестороннем мониторинге состояния и износа оборудования объем и номенклатура необходимых запасных частей все равно носит вероятностный характер — в отличие от конвейера (зона «ответственности» ERP-системы), где все необходимые детали строго определены (и исходя из заказа, можно точно рассчитать, сколько и чего должно быть в то или иное время на складе).

Из-за этих и других особенностей ремонтная деятельность часто выделена на предприятиях организационно. Впрочем, не только на предприятиях — вспомним автосервис как самостоятельную отрасль, специализированные предприятия по ремонту и модернизации авиационной техники, в конце концов — «Рембытсервис».

С другой стороны, модули автоматизации ТОиР (или ТОПО — технического обслуживания и ремонтов оборудования) присутствуют в целом ряде ERP-систем западного производства (SAP R/3, IFS Applications) и интегрированных систем управления предприятиями, разработанных в СНГ («Галактика», «Парус», «IT-Предприятие»).

Причины востребованности специализированных CMMS- и EAM-систем в том, что они являются экспертными разработками, что с учетом отмеченной выше специфики крайне важно. Система-специалист, как и любой профи, предоставляет, как правило, более полное, всестороннее, глубокое решение поставленной задачи. Комплексная же система (в данном случае ERP) дает более широкий охват задач в одной «упаковке», хотя порой и ценой меньшей проработанности отдельных направлений.

Сегодня право на жизнь вполне успешно доказывают оба подхода к автоматизации ТОиР. Какой из них выбрать для конкретного предприятия — во многом зависит от зна-

чения ТООР в его хозяйственной деятельности. Здесь, как в медицине, если вам нужно общее обследование и наблюдение, вы идете в поликлинику. Но если вас беспокоит важная и постоянная проблема, то вы предпочитаете обратиться в специализированные центры, где и нужное оборудование есть, и практика специалистов по данному профилю больше, и комплекс услуг обычно шире.

В СНГ есть и своя специфика в проблеме «выбрать специализированную систему или ERP». Обычно внедрение ERP-систем происходит по схеме, когда в первую очередь речь идет о финансовых модулях, модулях расчета зарплаты, снабжения и сбыта, ведения складского хозяйства, отношений с клиентами. К собственно производственным участкам, особенно носящим «вспомогательный» характер, приступают позже всего, когда уже затрачены немалые временные, людские, финансовые ресурсы, где-то энтузиазм уже не тот и т. д. В результате автоматизация такого важного участка, как ТООР, нередко переносится на перспективу. Приобретение же специализированной CMMS- или EAM-системы позволяет не откладывать автоматизацию ТООР в долгий ящик.

ПРАКТИКА АВТОМАТИЗАЦИИ ТООР

В качестве примера рассмотрим программный комплекс АСУ РТО (автоматизированная система управления ремонтно-техническим обслуживанием), разработанный харьковской компанией «ЭнТехЭко». Причины такого выбора просты — пожалуй, это единственное представленное на Украине специализированное решение для автоматизации управления ТООР, для которого есть опыт практической эксплуатации на отечественных предприятиях в течение сколько-нибудь продолжительного времени.

Система АСУ РТО была создана в 2000 году. Она спроектирована и разработана с участием специалистов, ранее работавших в ХИКА (Харьковском институте комплексной автоматизации, бывший филиал ЦНИИКА), и опирается на мощную теоретическую и практическую базу (перечни и регламенты работ по ТООР; нормативную и техническую документацию, базы комплектующих, узлов и агрегатов промышленного оборудования и т. д.). В ней учтены также подходы, заложенные в лучших западных аналогах. Как следствие, в АСУ РТО сочетаются развитые функциональные возможности с детальным учетом специфики и норм организации производства, принятых в СНГ.

В настоящее время система АСУ РТО используется на таких предприятиях, как Угледорская, Змиевская, Трипольская ТЭС, продолжается внедрение второй очереди системы на ТЭЦ-5 АК «Киевэнерго». Накопленный опыт практической эксплуатации очень важен — не секрет, что для создания эффективной системы автоматизации необходимы серьезные финансовые и людские ресурсы. Поэтому реально любая система проходит ряд этапов зрелости, с каждым годом «обрастая» все более развитыми возмож-

ностями, предоставляя лучшие сервисы, повышая удобство пользования и т. д.

Существенным отличием системы АСУ РТО является наличие ГИС-модуля. ГИС — технология геоинформационных систем — позволяет АСУ РТО эффективно работать с территориально распределенными объектами. Благодаря ГИС пользователь не только видит, где и какой объект находится на местности (на карте), какое оборудование на нем установлено, каковы его характеристики, текущее состояние и т. д., но и может выполнять целый ряд операций по поиску и сортировке объектов, перемещению оборудования.

Для повышения эффективности планирования работ по ТООР система АСУ РТО может быть интегрирована с системой Microsoft Project. Это позволяет выполнять тонкую доводку календарно-сетевых графиков работ и планов использования ресурсов в процессе выполнения ТООР.

Среди относительных недостатков АСУ РТО — отмеченная выше и присущая в принципе всем специализированным системам сосредоточенность на одном бизнес-процессе. Понимая это, разработчики предусмотрели возможности интеграции системы с финансово-экономическими программными комплексами и ERP-системами — как производимыми самой компанией «ЭнТехЭко» (в частности, комплексом «Финансовая Коллекция»), так и разработками сторонних производителей. Возможен также интерфейс с системами уровня АСУ ТП, что создает основы для перехода к обслуживанию и ремонтам оборудования по его состоянию — наиболее прогрессивному и эффективному способу ведения ТООР на сегодня.

Справка

Возможности системы

Система АСУ РТО позволяет предприятию решать такие задачи, как:

- ведение реестра оборудования предприятия;
- ведение баз данных нормативных документов по ремонтам и техническому обслуживанию оборудования;
- ведение баз данных графической, технологической и конструкторской документации (схемы, чертежи и т. д.);
- текущий контроль состояния оборудования предприятия, регистрация технологических нарушений, дефектов и отказов оборудования, отслеживание их устранения, анализ причин возникновения;
- планирование ремонтных работ;
- планирование потребностей в материальных и трудовых ресурсах при ремонтах оборудования;
- учет и анализ фактических затрат на проведение ремонтных кампаний;
- ведение архивов отказов оборудования и проведенных ремонтов и др.



В. Н. Колчанов,
инженер НПО «Мир», г. Омск

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ МИР ПЧ-01 В МУП «ТЕПЛОКОММУНЭНЕРГО» г. ОМСКА

Сегодня очевидно возрастание интереса предприятий к энергосберегающим технологиям. Одним из перспективных направлений в этой области является применение приводов с частотным регулированием. Научно-производственным объединением «Мир» с сентября 2004 г. проводится опытная эксплуатация преобразователя частоты МИР ПЧ-01 в МУП «Теплокоммунэнерго» г. Омска, некоторым итогам которой посвящена эта статья.

Для проведения опытной эксплуатации преобразователя частоты МИР ПЧ-01 был выбран привод повысительного насоса ГВС на ЦТП-503 МУП «Теплокоммунэнерго» г. Омска. На ЦТП была установлена станция управления с частотным преобразователем МИР ПЧ-01. Задачами опытной эксплуатации были:

- ✦ проверить работоспособность ПЧ-01 в качестве технологического регулятора АСУ ТП;
- ✦ показать потенциальным заказчикам преимущества применения частотного преобразователя для управления приводом насосного оборудования;
- ✦ осуществление контроля потребляемой мощности.

Автоматика ГВС на ЦТП должна обеспечивать заданный уровень давления в прямом трубопроводе (на ЦТП-503 - 6.3 кгс/см²). Так как потребление горячей воды меняется в течение суток, то система ГВС на ЦТП имеет в

своем составе рычажный регулятор давления прямого действия.

Существует два основных метода регулирования давления в прямом трубопроводе: метод дросселирования и метод изменения скорости вращения насоса. Известно, что регулирование давления в трубопроводе методом дросселирования по энергозатратам превышает метод изменения скорости вращения при вариациях расхода (см. рис.1). Потребляемая мощность при использовании изменения скорости вращения:

$$N/N_2 = (n/n_2)^3,$$

где: n - частота вращения;

N - мощность, потребляемая электродвигателем.

Рычажный регулятор давления прямого действия осуществляет регулирование давления методом дросселирования. В связи с тем что регулятор давления выполняет

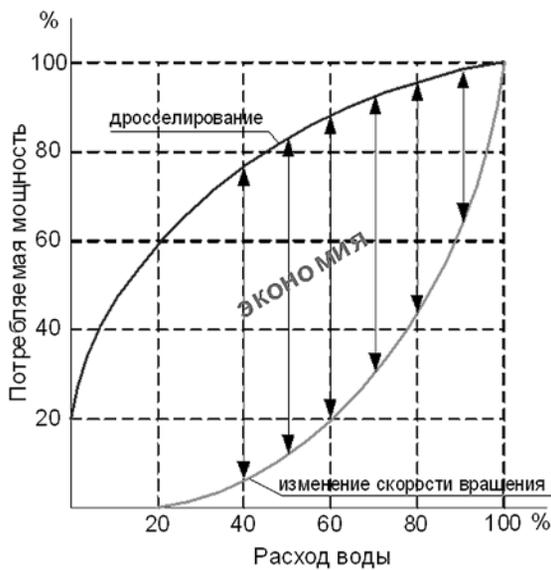


Рис.1. Потребляемая мощность приводом насоса при регулировании давления различными методами

свои функции в ограниченном диапазоне расходов, то для защиты насосного оборудования используется местная автоматика (рис.2). Функции, возлагаемые на местную автоматику:

- ❶ Отключение насоса с 0:00 до 6:00 (малый расход горячей воды).
- ❷ Гистерезисный закон управления насосом (включение — давление в трубопроводе менее 5,0 кгс/см², отключение — давление в трубопроводе более 8,0 кгс/см²);
- ❸ 20 - минутный таймаут на повторное включение насоса.

Работа местной автоматики обеспечивает щадящий режим работы насосного оборудования, экономит электроэнергию в ночное время и защищает оборудование потребителя от повышенного давления. Конечно, качество услуг населению при этом страдает.

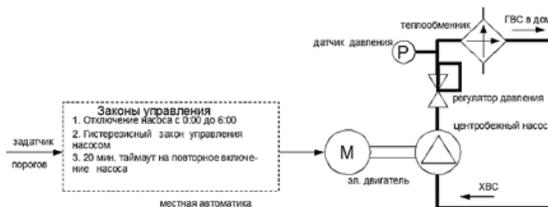


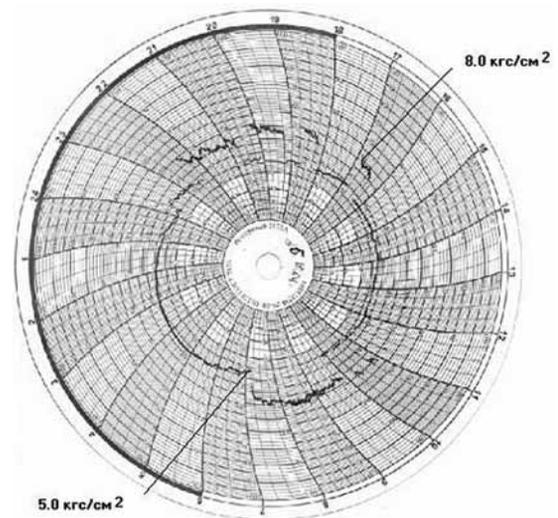
Рис.2. Структурная схема управления насосом ГВС без преобразователя частоты

Из суточных графиков давления в прямом трубопроводе при работе насосного оборудования без преобразователя частоты (рис.3) видно, что:

- ❖ давление в прямом трубопроводе меняется от 5.0 кгс/см² до 8.0 кгс/см²;
- ❖ количество выключений насоса по верхнему порогу давления более 12.

Перепады давления и количество циклов включений/отключений привода насоса определяются, как уставками местной автоматики, задаваемыми службой КИП МУП «Теплокоммунэнерго», так и давлением ХВС на вводе.

Установив дополнительный груз на рычажный регулятор давления, мы исключили его и системы управления ГВС. Затем, включив частотный преобразователь в систему управления приводом насоса с настроенным ПИ-регулятором и гистерезисом, мы получили регулятор давления по методу изменения скорости вращения (рис.4).



Масштаб линейный, 100% - 16 кгс/см²

Рис.3. Суточный график давления в прямом трубопроводе при работе насоса без преобразователя частоты

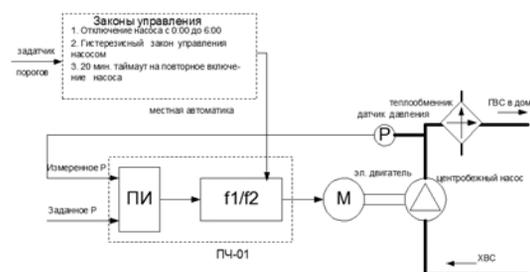


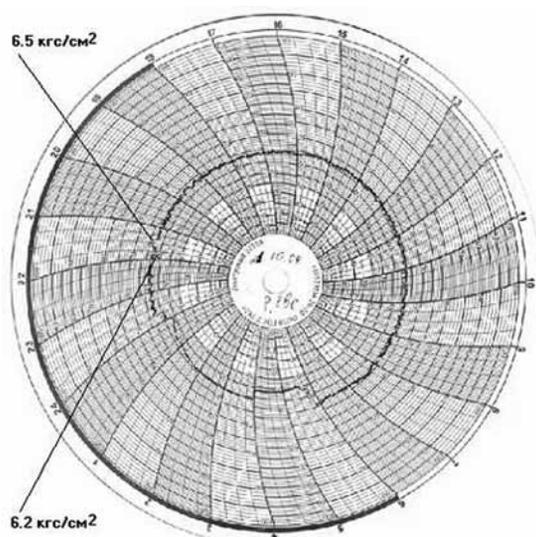
Рис.4. Структурная схема управления насосом ГВС с преобразователем частоты ПЧ-01

Работа насоса с преобразователем частоты характеризуется (рис.5):

- ❖ перепадами давления в прямом не превышающими 0,3 кгс/см² от уставки;
- ❖ отсутствием выключения по верхнему порогу давления.

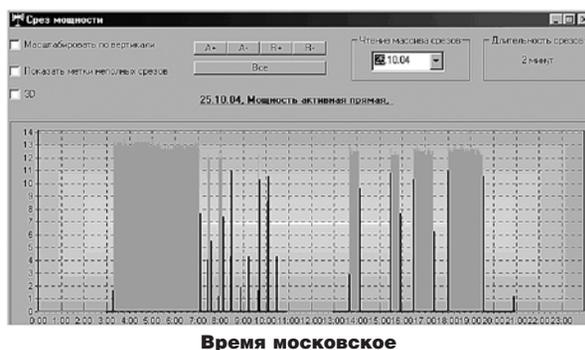
Проанализируем графики среза активной прямой мощности потребляемой насосом при работе без преобразователя частоты и с преобразователем частоты.

Характер работы оборудования без преобразователя частоты (рис.6) отличается так называемым старт - стопным режимом работы (сперва почти стопроцентная загрузка, за-



Масштаб линейный, 100% - 16 кгс/см²

Рис.5. Суточный график давления в прямом трубопроводе при работе с преобразователем частоты



Время московское

Рис.6. Суточный график среза активной прямой мощности за 25.10.04 (без преобразователя частоты)

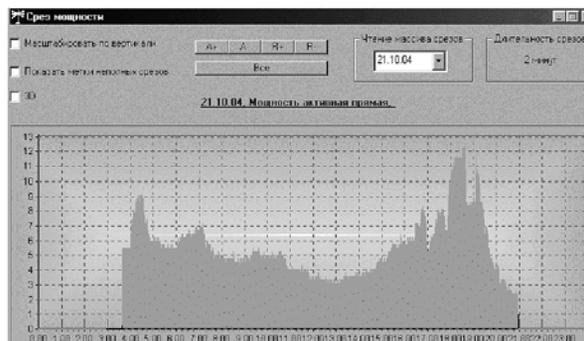
тем отключение). Время работы и время простоя привода сильно меняются от расхода воды, уставок местной автоматики, давления на вводе (так, потребление электроэнергии 25.10.04, отраженное на рис.6 составило около 95 кВт·ч).

Напротив, при работе с преобразователем частоты (рис.7), насос постоянно находится во включенном состоянии, пиковая нагрузка по длительности не превышает 10% суточного времени работы, средняя нагрузка за сутки не превышает 50% от пиковой нагрузки.

В ходе опытной эксплуатации был обнаружен интересный эффект, заключающийся в отсутствии экономии электроэнергии при совместной работе частотного управления привода насоса и локальной автоматики.

Причина отсутствия экономии электроэнергии при работе от преобразователя частоты связана в отличиях режимов работы насоса:

- ❖ если насос с преобразователем частоты включен местной автоматикой, то он поддерживает давление в тру-



Время московское

Рис.7. Суточный график среза активной прямой мощности за 21.10.04 (с преобразователем частоты)

бопроводе 6,3 кгс/см² во всем диапазоне расходов и не может быть отключен местной автоматикой по верхнему порогу давления. Таким образом, насос практически все время находится во включенном состоянии, поддерживая указанные параметры водоснабжения;

- ❖ при работе без преобразователя частоты, если нет расхода, давление в трубопроводе быстро достигает величины верхнего порога давления, что вызывает немедленное отключение привода насоса. В дальнейшем, чтобы избежать частого включения привода насоса, если давление меньше нижнего порога, включается таймаут, запрещающий включать привод насоса в течение 20 минут после отключения. Поэтому вследствие колебаний давления насос долгое время может находиться в отключенном состоянии (и это хорошо видно на рис.6). При этом горячая вода в дома жильцов подается со значительно более слабым напором или не подается вообще. Разумеется, в условиях значительных колебаний давления, характерных для горячего водоснабжения, данный режим работы значительно экономичнее с точки зрения затрат электроэнергии. Но с точки зрения комфорта жильцов он совершенно неприемлем.

Выводы

Поставленные задачи для опытной эксплуатации частотного преобразователя МИР ПЧ-01 выполнены.

- 1 Преобразователь частоты МИР ПЧ-01 может успешно использоваться в качестве технологического регулятора АСУ ТП.
- 2 Изменение давления в прямом трубопроводе ГВС удалось снизить более чем в 6 раз. Это фактор улучшения качества предоставляемых услуг населению и более надежной работы оборудования системы ГВС.
- 3 Исключены аварийные остановки двигателя привода насоса по достижению верхнего порога давления в трубопроводе. От количества пусков - остановов и плавности разгона напрямую зависит долговечность работы оборудования (подшипниковые узлы электродвигателя и насосного оборудования). Так, подшипники в двигателях и насосах меняются в среднем один раз в сезон, тогда как при работе с частотным преобразователем это время увеличивается до пяти - семи лет.



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОБАЛАНСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРЕДПРИЯТИЯ

Энергетические балансы промышленных предприятий должны обеспечить решение следующих основных задач:

- ✓ определение направлений, способов и размеров использования подведенных и побочных энергетических ресурсов;
- ✓ оценка эффективности использования отдельных видов энергетических ресурсов и в целом энергетического хозяйства предприятия;
- ✓ выявление и оценка потерь энергии, определение резервов хозяйства в области производства и использования энергоносителей;
- ✓ определение нормативов по энергетическому хозяйству, используемых в процессе принятия проектно-плановых решений (межотраслевые балансы, плановые энергетические балансы, планы развития отраслей, предприятий - проекты систем энергоснабжения и т.п.);
- ✓ обеспечение информацией научно-исследовательских и проектных разработок, связанных с созданием новой энергетической техники, совершенствованием методов и средств планирования и управления энергетическим хозяйством.

Наиболее простым направлением анализа является исследование структуры приходной и расходной частей баланса и тенденций ее изменения. Изучение структуры энергетического баланса позволяет объяснить различия в уровнях энергопотребления и эффективности использования ресурсов по отдельным предприятиям.

Эффективным направлением исследования энергетических балансов является метод, основанный на расчете коэффициентов полезного использования (К.П.И.) отдельных энергоносителей и всего энергетического хозяйства предприятия. Расчет К.П.И. проводится по данным расходной части баланса, составленного по целевым расходам топлива и энергии.

Следующее направление анализа энергетического баланса промышленного предприятия заключается в определении связи энергетики с основными показателями хозяйственной деятельности и оценке взаимного влияния энергетики и экономики производства. Это направление анализа предусматривает расчет обобщенных энерго-экономических характеристик предприятия, из которых наиболее важными являются: электро- и энерговооруженность труда; энерго-, электро- и теплоемкость продукции; энерго-, электро- и теплоосна-

ценность основных производственных фондов; тепло-электрический и электротопливный коэффициенты и ряд других показателей.

Общую эффективность хозяйственной деятельности предприятия характеризуют три показателя: производительность труда, рентабельность, фондовооруженность. В нормальных условиях работы предприятия они должны иметь тенденции к росту.

Если электровооруженность труда на отдельном предприятии превышает среднеотраслевой уровень, то причинами этого могут быть: более высокий, чем средний, уровень техники и организации производства, большой удельный вес электроэнергии в технологическом энергопотреблении (например, за счет замены пламенных печей электродочагами). В этом случае следует провести экономический анализ целесообразности такой замены энергоносителей.

Более низкая электровооруженность труда может иметь ряд причин, которые целесообразно объединить в три группы:

- ✓ общепроизводственные, сюда относятся: низкий уровень механизации вспомогательных, сборочных, наладочных работ и ремонтов; большой возраст основных фондов, препятствующий комплексной механизации и рациональной организации производства;
- ✓ энергетические, например, широкое применение топлива в высокотемпературных процессах; наличие парового привода в силовых процессах (паровые молоты, прессы, паровозные краны, маневровые паровозы), низкая степень низкая степень электрификации среднетемпературных производственных процессов и т. п.;
- ✓ электрические, например, недостаточный уровень электропотребления из-за слабого развития вентиляции, кондиционирования воздуха, освещения и т. п.; недостаточная мощность электроснабжения и другие факторы.

Электрификация народного хозяйства неразрывно связана с техническим прогрессом, поэтому коэффициент электрификации должен постепенно расти. Снижение коэффициента электрификации может происходить по тем же причинам, что и показатели электровооруженности труда. При систематическом снижении обоих показателей необходимо проводить тщательный анализ вызывающих их причин.

ТОПЛИВНЫЕ БАЛАНСЫ, ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА

Энергетический баланс представляет собой комплексную характеристику расходов теплоты, энергии, пара, потерь конденсата и их покрытия в определенных условиях эксплуатации системы энергоснабжения промышленного предприятия.

Основными элементами энергетического баланса являются расходные и приходные части. Расходная часть характеризует энергопотребление при определенных условиях, приходная часть - покрытие потребностей предприятия в энергии.

Энергетические балансы промышленных предприятий делятся на топливно-энергетические и пароконденсатные; полные и частичные. Полные составляются для выбора оптимального варианта энергоснабжения предприятия в целом,

частичные - при решении отдельных вопросов энергоснабжения промышленного предприятия. Топливо-энергетические балансы промышленных предприятий характеризуют потребление и производство различных видов энергии.

При применении на промышленных предприятиях в качестве теплоносителя, водяного пара важную роль в оценке использования энергии играют пароконденсатные балансы. Их задачей является определение пароконденсатных условий потребления и транспорта пара, что дает возможность составить четкую и полную картину использования пара и возвращения конденсата на ПП. Следовательно, составление пароконденсатного баланса промышленного предприятия является обязательным при контроле и наладке его системы пароснабжения.

Под оптимальной структурой топливно-энергетического баланса промышленного предприятия понимают такую структуру использования различных видов топлива и энергии отдельными категориями потребителей и предприятием в целом, при которой общая сумма затрат на энергоресурсы и их использование на производство заданного планом объема продукции была бы минимальной при строгом соблюдении ограничений по ресурсам различных видов топлива и энергии.

Выбор оптимальной структуры топливно-энергетического баланса промышленного предприятия требует большого объема информации о технико-экономических показателях производства продукции при использовании различных видов энергетических ресурсов, о возможности их взаимозаменяемости, межцеховых связей по использованию топлива, ограниченности одних и обязанности полного использования других энергетических ресурсов и т. д. Обычные методы решения задач оптимизации топливно-энергетического баланса предприятия путем перебора вариантов оказываются непригодными, так как требуют большого количества операций. Поэтому в настоящее время разработаны новые методы планирования топливно-энергетического баланса промышленного предприятия - методы математического моделирования. Их сущность заключается в составлении экономико-математической модели - системы уравнений и неравенств, описывающих структуру топливно-энергетического баланса предприятия в количественных индексах. Задача линейного программирования включает три пункта: цель, возможные способы достижения цели и объемы производства продукции, ресурсы топлива и энергии.

При решении задачи оптимизации топливно-энергетического баланса промышленного предприятия необходимо предусматривать возможность выбора способов достижения цели. Однако если заданной цели нельзя добиться более чем одним способом, то решать задачу нет смысла. При этом надо рассматривать только те категории потребителей, для которых можно использовать два или более технологических способа применения энергоресурсов, то есть имеется возможность полной или частичной взаимозаменяемости различных видов энергоресурсов. При составлении топливно-энергетических балансов промышленных предприятий огромное значение играет точность исходной информации.

Согласно литературным данным, для составления экономико-математической модели топливно-энергетического баланса промышленного предприятия необходимо иметь следующее:

- а) план производства различных видов продукции;
- б) данные по возможным технологическим способам производства каждого вида продукции;
- в) технико-экономические показатели по каждому технологическому способу;
- г) данные о возможных ресурсах различных видов топлива и энергии, которые могут быть использованы для производства продукции.

Для каждого технологического способа надо определить удельные расходы энергетических ресурсов. После их определения находят сумму денежных затрат на топливо и энергию в объеме заданного вида продукции.

Составить пароконденсатный баланс установки потребления пара или предприятия в целом - значит определить количество поступающего потребителям пара и количество возвращаемого от них конденсата. Эту задачу можно выполнить либо по отдельным цехам и предприятию в целом, рассматривая при этом общее количество поступающего пара и возвращаемого конденсата, либо по каждому потребителю отдельно с последующим суммированием по цехам и предприятию в целом.

ПАРОКОНДЕНСАТНЫЕ БАЛАНСЫ

Причины возникновения дисбалансов.

Расходы производственного пара потребителями сильно изменяются как по сезонам года, так и в пределах месяцев, суток и даже часов. Изменяются в течение суток и приходы пара от утилизационных установок (УУ).

Приходы пара от УУ прокатных цехов могут сильно колебаться из-за изменений режимов работы нагревательных печей и прокатных станов. Так, если количество нагретого в печах металла в данный момент превышает по тем или иным причинам потребность стана, то редко снижают количество топлива, сжигаемого в печах. Соответственно сильно снижается паропроизводительность КУ, установленных за этими печами. При текущих ремонтах станов, которые могут длиться от нескольких часов до нескольких суток, паропроизводительность КУ падает, например, от 300 т/ч практически до нуля.

Такое снижение производительности сильно влияет на баланс производственного пара по заводу. Со снижением производительности печей уменьшается, хотя и в меньшей степени, выход пара из СИО печей, который у крупных станов составляет до 100 т/ч. Это снижение суммируется с уменьшением поступления пара от КУ этих печей. Коксовые батареи на многих заводах планово-периодически останавливают примерно на сутки для ремонта обслуживающих печи механизмов. Аналогично колебания паропроизводительностей КУ и СИО в пределах суток наблюдаются и на УУ других технологических агрегатов. Поэтому для обеспечения надежного, бесперебойного пароснабжения потребителей совершенно недостаточно свести баланс завода по средним значениям расходов и приходов за месяц и тем более за год,

а надо обязательно учитывать реальные графики расходов пара в течение месяца, суток, часа. Баланс пара должен сходиться в любой, хотя бы и короткий отрезок времени.

Практически на всех предприятиях различных отраслей промышленности есть потребители производственного пара, для которых перерывы в подаче пара или резкое уменьшение его подачи, а также снижение давления недопустимы. У этих потребителей снижение давления пара, а следовательно и температуры в теплообменниках, может резко снизить производительность установки по основному технологическому продукту и даже приостановить течение технологического процесса. При этом может снижаться качество продукции и даже наблюдается ее порча. Снижение давления пара в системе общезаводских паропроводов наблюдается при недостаточном поступлении в нее пара. Вспомогательные механизмы, работающие на паре, могут при этом не обеспечивать работу технологического агрегата, который они обслуживают.

Наряду с такими потребителями могут быть агрегаты и установки, которые менее чувствительны к не слишком продолжительным перерывам в подаче пара и снижениям его параметров. Это обстоятельство можно учитывать при сведении балансов пара по заводу, если полное его сведение по каким-либо причинам связано со слишком большими затратами. Для сведения балансов производственного пара по заводу в любой отрезок времени необходимо иметь резервные, мобильные пиковые парогенерирующие мощности или применять другие средства компенсации дебаланса. Необходимо также предусматривать возможность использования периодических избытков пара, во избежание вынужденного их сброса.

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЭНЕРГОБАЛАНСОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Одна из основных проблем управления заключается в значительном возрастании темпов производственных процессов. Поэтому традиционные способы сбора, переработки информации и методы принятия решений не успевают отражать все изменения в производстве или фиксируют их с большим запозданием.

Это приводит к возникновению определенных неувязок в планировании, снабжении и обслуживании, снижает производительность общественного труда, ухудшает экономические показатели производства.

Использование экономико-математических методов и вычислительных средств позволяет создать комплексную человеко-машинную систему управления, в которой автоматизированы расчеты по обработке технико-экономической информации, а в ряде случаев и процессы принятия решений. Главная цель такой системы повышение эффективности производства при обязательном выполнении плановых заданий и рациональном использовании производственных мощностей, материальных трудовых и денежных ресурсов.

Процесс управления осуществляется путем непрерывного обмена информацией между элементами системы управ-

ления. При этом по характеру следует различать основные виды потоков информации: плановой, отчетной, нормативно-справочной и научно-технической.

Плановая информация осуществляет управляющее воздействие путем задания целей и внешних условий развития и функционирования объекта управления для обеспечения нормальной и целенаправленной деятельности объекта. По своему характеру плановая информация делится на директивную и рекомендательную. Директивная информация содержит задание в виде утвержденных планов, указаний, распоряжений и т. п., подлежащих обязательному выполнению. Рекомендательная информация не имеет обязательного характера, она раскрывает общее направление развития объекта и используется при выработке окончательного решения.

Отчетная информация характеризует состояние управляемого объекта за определенный период времени или на определенный момент времени. Отчетная информация со строгой периодичностью образует статистическую информацию. Отчетная информация всегда направлена снизу вверх по иерархической структуре управления.

Нормативно-справочная информация включает необходимые данные о внутренних и внешних условиях развития и функционирования объекта управления. К ним относятся технические условия, стандарты, инструкции, нормативы и другие сведения, необходимые для выработки оптимального решения.

Научно-техническая информация в целом характеризует технический процесс в области методов и средств производства, новых видов сырья и материалов, новые социальные, экономические, культурные явления в развитии общества.

Информационные потоки независимо от своего содержания характеризуются следующими признаками: источником возникновения конкретными элементами системы управления, между которыми существует информационная связь; направлением; периодичностью возникновения; характером; взаимосвязью с другими видами информации; носителем информации; методом обработки; условиями хранения.

В общем случае информация должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- ✓ направленности четко указывать источник возникновения и объекты, которые ее используют;
- ✓ достаточности быть исчерпывающей для принятия решений по управлению объектами;
- ✓ достоверности удовлетворять принятым критериям качества, например иметь доверительные пределы, не превышающие заданного уровня погрешности;
- ✓ сопоставимости позволять проводить сравнения объектов или исследовать их поведение в динамике;
- ✓ стабильности сохранять неизменным экономическое содержание основных понятий, характеризующих сущность информации в течение длительного времени;
- ✓ своевременности обеспечить поступление информации к отдельным объектам системы управления с периодич-

ностью и в сроки, которые не нарушают нормального функционирования всей системы;

- ✓ доступности позволять использовать централизованную информацию во всех необходимых случаях.

При построении рациональной информационной системы следует учитывать отмеченные выше требования. В соответствии с ними можно сформулировать следующие основные принципы организации такой информационной системы.

Первый принцип – минимум первичной информации, максимум производной вторичной информации. Цель создания информационной системы заключается не в том, чтобы загрузить производственный объект разработкой и составлением огромного числа исходящих данных. Напротив, он должен выдавать минимально необходимую информацию, которая способна удовлетворять требованию управления на всех уровнях народного хозяйства.

Второй принцип – полное удовлетворение требований, предъявляемых всеми звеньями и уровнями управления народным хозяйством.

Третий принцип – организация передачи однородной информации по единому каналу. Основу таких систем образуют срочные донесения об отклонениях показателей хозяйственной деятельности от запланированного уровня.

Четвертый принцип – повышение абстрактности информации путем образования синтезированных показателей при переходе на более высокие уровни иерархии планирования и управления.

Пятый принцип – единство показателей планирования и отчетности.

Шестой принцип – периодическое обновление значений показателей и оценка их достоверности. Частота обновления показателей зависит от скорости изменения характеристик наблюдаемого объекта и принятой точности метода их определения.

Седьмой принцип – сохранение определенной устойчивости показателей в течение длительного времени.

Восьмой принцип – стандартизация форм документов и методов их обработки. Выбор правильной формы документа и расположения на нем информации является важным условием рационализации всей информационной системы.

Девятый принцип – механизированная обработка информации. Технической базой современного управления являются системы обработки данных, которые в своем развитии проходят ряд этапов.

Рассмотренные девять принципов рациональной организации информационной системы не являются исчерпывающими.

Между энергетическим балансом и технико-экономическими характеристиками энергетического оборудования существуют тесные взаимосвязи, которые должны учитываться при формировании информации и контроле за ее достоверностью.

*При подготовке статьи были использованы материалы:
www.mgn.ru/~dimka*

**В. Н. Курятов, А. П. Мальцев,
А. А. Злобин, Г. А. Романов**



ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЕГО ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Практика проведения энергетических обследований промышленных предприятий дает основание утверждать, что имеют место ощутимые трудности в понимании термина «потенциал энергосбережения» и, следовательно, проблемы с выбором подходов к количественной оценке данного показателя.

В настоящей статье будет предпринята попытка снять остроту возникающих проблем за счет соотнесения потенциальных и реальных возможностей повышения энергоэффективности производства.

Уместно заметить, что здесь и в дальнейшем термины энергоэффективности, энергосбережения и т. д. используются в силу сложившейся традиции вместо более общих понятий финансовой эффективности производства, экономии финансовых средств и т. п.

ПОСТАНОВОЧНЫЕ АСПЕКТЫ

На практике потенциал энергосбережения реализуется через конкретные энергосберегающие мероприятия. Поэтому любое численное значение потенциала не является абсолютным критерием для принятия кардинальных мер и декларируется на начальном этапе энергоаудита с целью выбора направлений дальнейшего обследования, перспективных, в смысле последующей разработки энергосберегающих мероприятий.

В контексте высказанных замечаний можно предложить следующее определение. Под потенциалом энергосбережения будем понимать максимальные потери топлива, тепловой, механической и электрической энергии на уровне установки, процесса, цеха, завода, которые возможно полностью или частично вернуть в энерготехнологический

цикл с помощью соответствующих энергосберегающих мероприятий. Определение не является строгим, однако не содержит внутренних противоречий и, как представляется, вполне соответствует интуитивному восприятию проблемы. Необходимые уточнения и комментарии будут внесены по ходу изложения материала.

Ключевым аспектом предложенного определения является подчеркнутая связь потенциала энергосбережения с итоговым результатом энергетического обследования.

В частности, известные проблемы практической реализации энергосберегающих мероприятий могут рассматриваться в качестве ограничений или критериев выбора того или иного подхода к оценке потенциала. В свою очередь, результаты сравнения эффективности возможных мер экономии энергоресурсов, могут послужить основой для сопоставительного анализа различных технических приемов вычисления потенциала энергосбережения.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ

Энергосберегающие мероприятия можно классифицировать по различным признакам: виду ресурса, принадлежности к конкретным энерготехнологическим системам, ожидаемой экономии ТЭР и т. п. Очевидно каждая фирма, проводящая энергетическое обследование, вправе самостоятельно выбрать ту или иную классификацию.

Тем не менее в любом случае целесообразно разделить рекомендуемые к внедрению проекты на:

❖ *организационно-технические*, предполагающие повышение культуры производства, наведение должного порядка

в энергохозяйстве, строгое соблюдение номинальных режимов эксплуатации, обеспечение оптимального уровня загрузки агрегатов, своевременное выполнение наладочных и ремонтно-восстановительных работ

❖ и *инвестиционные*, связанные с замещением морально устаревших производственных мощностей, внедрением современной энергоэффективной техники, модернизацией процессов и технологий.

Практический опыт показывает, что реализация энергосберегающих мероприятий выполняется заказчиком, как правило, в два этапа, в строгом соответствии с объемами требуемых финансовых вложений.

В первую очередь снижение энергоемкости производства достигается за счет организационно-технических мер с минимальными сроками окупаемости. Напротив, проекты, требующие значительных инвестиций, даже высокоэффективные, чаще всего увязываются между собой в рамках программ технического перевооружения и обуславливаются не всегда четкими перспективами производственной деятельности. По этой причине их реализация весьма часто откладывается на неопределенное время.

Отмеченное обстоятельство отражает объективные проблемы, возникающие на предприятиях при любых инновациях. Однако если сложности реализации организационно-технических мероприятий ограничиваются отсутствием заинтересованности эксплуатационно-производственного персонала, то проблемы дорогостоящих проектов – это проблемы собственника и высшего менеджмента. В последнем случае решающую роль играют:

- ❖ низкая достоверность перспективных прогнозов производственной активности предприятий, обусловленная в частности переходным периодом экономики (волонтаризм в ценообразовании, нестабильность сбыта...),
- ❖ отсутствие аналитической информации об ограничениях и условиях применения современных энергосберегающих технологий и техники наряду с обилием агрессивной некачественной рекламы,
- ❖ дефицит свободных финансовых средств, в ряде случаев обусловленный наличием заманчивых, непроизводительных схем получения прибыли.

Более высокая ценность организационно-технических мероприятий по отношению к инвестиционным определяется не только проблемами практической реализации проектов, но и более высокими показателями роста энергоэффективности. По данным различных источников, отечественных и иностранных, примерно 50 – 70% реализуемого потенциала энергосбережения приходится на малозатратные и, в первую очередь, организационные мероприятия.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Основная проблема при определении потенциала энергосбережения заключается в выборе базового значения, некоторого эталона максимальной эффективности, с которым производится сравнение фактического показателя расходования ТЭР. В специальной литературе и отдельных регламентирующих документах можно найти разнообразные примеры базовых показателей, имеющих свои

«за» и «против» при решении конкретных научных и прикладных задач.

В данном разделе сопоставительный анализ возможных подходов к выбору эталона сравнения и, следовательно, к количественной оценке потенциала энергосбережения будет проведен с учетом практической ценности декларируемого потенциала для разработки и последующего внедрения в производство энергосберегающих мероприятий и технических решений.

Наиболее естественным, наглядным и логически строгим является выбор базы сравнения, основанный на анализе физических особенностей энерготехнологических установок и процессов.

Для элементарных звеньев производственных комплексов подобный анализ выполняется предельно просто. Например, если в промышленной технологической установке для нагрева 1 кг воды с 15 до 65°C затрачивается 350 кДж, то, выбирая в качестве эталона показатель теплоемкости, равный 4,19 кДж/кг°C, можно определить максимально возможное снижение энергозатратности процесса в размере

$$DЭ = 350 - 4,19 \cdot 1 \cdot (65 - 15) = 350 - 209,5 = 140,5 \text{ кДж}$$

что соответствует примерно 20 % фактического энергопотребления.

Гораздо сложнее определить потенциал энергосбережения для установки, цеха, завода, так как в общем случае современные производства характеризуются многостадийностью технологических процессов, использованием различных теплоносителей, протеканием тепло- и массообменных процессов с выделением и поглощением тепла, с вовлечением нескольких сырьевых потоков и выпуском широкого спектра готовой продукции и т. д. Несомненно, подобный теоретический анализ, априори требующий значительных финансовых расходов и продолжительного времени, неприемлем для практического аудита.

Кроме того, на современном уровне развития технологии в энерготехнологический цикл реально можно вернуть лишь незначительную часть располагаемого теоретического потенциала. Поэтому практическая ценность рассмотренного подхода, в смысле перспектив разработки и последующего внедрения энергосберегающих мероприятий, стремится к нулю.

В качестве разумной альтернативы «теоретическому» подходу к оценке потенциала энергосбережения выступает многократно проверенное и широко используемое в практике энергетических обследований сравнение фактических показателей энергозатратности конкретных технологических установок с заявленными характеристиками энергоэффективности известных действующих или рекламируемых новейших аналогов.

Возможность разработки конкретных энергосберегающих мероприятий и рекомендаций к практическому использованию при подобном подходе к оценке потенциала энергосбережения очевидна. Практическая ценность заявленного потенциала энергосбережения ограничивается только вероятно высокими затратами на реализацию проекта.

Нельзя обойти вниманием весьма модный среди некоторых специалистов, подход к оценке потенциала энергосбережения с привлечением экспертных методов анализа по-

терь работоспособности. По частоте упоминания в монографиях и серийных изданиях, посвященных энергосбережению, понятие эксергии безусловно занимает ведущее место.

Методы, успешно используемые на стадиях проектирования отдельного энерготехнологического оборудования, будучи привлеченными (притянутыми) к решению практических задач энергоаудита поражают своей научной образностью. Неестественность сочетания задач эксергетического анализа и энергетического обследования наглядно проявляется при попытках формулировать итоговые, результирующие заключения.

На самом деле в настоящее время отсутствуют даже минимальные предпосылки практического использования эксергетического анализа как на этапе оценки потенциала энергосбережения, так и на последующих стадиях обследования, т. к. систем коммерческого учета потока эксергии не существует и для оценки ожидаемой экономии денежных средств от внедрения конкретных мероприятий и срока окупаемости любого проекта потребуются, в конечном счете, переход к традиционным энергетическим показателям (топливо, теплота, электроэнергия). Практическая ценность потенциала энергосбережения, рассчитанного с привлечением эксергетического анализа, ограничена.

Не так уж редки заявления о том, что проблемы выбора базового эталона при оценке потенциала вообще не существует. При этом ссылаются на наличие на каждом предприятии так называемых «норм рационального расходования энергоресурсов» и на непрекращающуюся работу различных организаций по нормированию расходования ТЭР.

По нашему мнению, подобные утверждения не более чем попытка выдать желаемое за действительное, основанная на недостаточном практическом опыте.

На самом деле само понятие «нормы», не является определенным. Нормирование и нормы используются в различных целях, что предполагает различие конкретных числовых значений (норма как отражение существующего уровня состояния технологий и технологического оборудования, проектная норма, норма как атрибут краткосрочного планирования, норма как рычаг административного давления...). В ряде случаев нормирование невозможно по чисто формальным причинам и наличие на ряде производств соответствующих числовых показателей представляется типичным шаманством.

Чаще всего в качестве нормы расходования ТЭР используются слегка скорректированные показатели энергозатратности производства на предшествующем отрезке времени.

Иллюстрацией подобного положения дел может служить информация, представленная на рис. 1. Ее характерной особенностью является значительное (в среднем $\approx 20\%$) превышение так называемой «нормы» над фактическими удельными показателями. Можно сказать, что предприятие работает как бы с экономией электроэнергии (относительно «нормы») и, возможно, некоторые подразделения получают премию за экономию ТЭР.

Как уже отмечалось, в смысле практической реализации наибольшую ценность имеют организационно-технические мероприятия. Соответственно, на начальном этапе аудита максимальный интерес представляют оценки потенциальных



Рис. 1.

возможностей снижения энергозатратности производства, ориентированные на последующий поиск малозатратных и организационных мер.

В свою очередь, подобная постановка вопроса предлагает сравнительный анализ данных о фактических показателях энергозатратности, характеризующих эффективность технологических процессов и установок в различных реально наблюдаемых производственных ситуациях.

На основе анализа ретроспективных сведений о тех или иных показателях энергопотребления, тривиальным образом устанавливаются реальные факты, подтверждающие неоспоримую возможность осуществления технологического процесса с минимальными издержками. Не требуется ни каких усилий, чтобы установить интенсивность изменений удельного потребления электрической энергии на производство сухого газа (см. рис. 1) в размере 32% от минимального показателя и 90% разброс значений удельного потребления природного газа на производство чугуна (рис. 2).

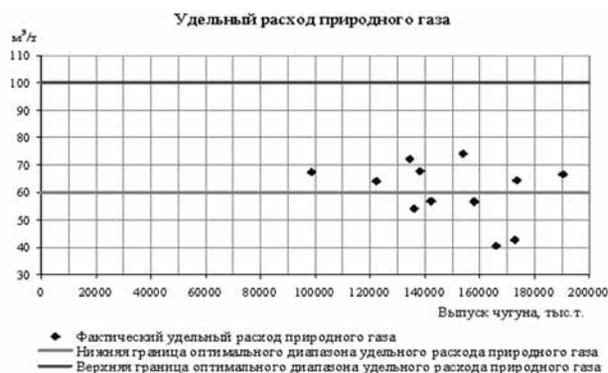


Рис. 2

Тем не менее подобные числовые оценки, очевидно, не являются потенциалом энергосбережения. Согласно ранее предложенному определению, необходимо установить возможность хотя бы частичной реализации декларируемого значения с помощью каких-либо конкретных мероприятий и технических решений. В то же время наблюдаемые различия могли явиться следствием форсмажорных обстоятельств или неустраняемых дестабилизирующих факторов (сезонные явления, изменение качества сырья). В частности, анализ изменения удельного потребления природного газа (см. рис. 2) некорректен без учета изменений расходов кокса за тот же период времени и т. д. Нельзя забывать и о тривиальных ошибках

ках в учетной документации, пренебрегать существованием на промышленных предприятиях так называемых балансовых комиссий.

Следовательно, констатация потенциала энергосбережения на основе сопоставления ретроспективных данных без детального анализа многочисленных факторов, определяющих производственную ситуацию, также будет лишена практической значимости.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА И РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ КАК ЕДИНЫЙ ПРОЦЕСС

На протяжении всего материала статьи, начиная с определения понятия, потенциал энергосбережения постоянно соотносился с энергосберегающими мероприятиями без заметных смысловых различий. Это обстоятельство вполне соответствует опыту практической деятельности авторов по проведению энергетических обследований.

При оценке потенциала энергосбережения на этапе предварительного обследования, ограниченного жесткими временными рамками, и при последующей разработке энергосберегающих мероприятий логика рассуждений и действия энергоаудитора идентичны. Различие наблюдается только в количестве и жесткости внешних факторов и обстоятельств, принятых в расчет на указанных стадиях обследования.

На начальном этапе работы аудитор самостоятельно, хотя и при участии производственного персонала предприятия, решает, какие потери можно, а какие нельзя вернуть в энерготехнологический цикл, оценивает перспективность установленных фактов снижения эффективности энергопользования в смысле дальнейшей разработки практически значимых энергосберегающих мероприятий. На этапе технико-экономической оценки и согласования энергосберегающих мероприятий с заказчиком уже последний принимает во внимание только ему известные финансовые возможности и другие особенности производственно-хозяйственной деятельности предприятия, о которых аудиторы могут только догадываться. В результате совокупная ожидаемая эффективность комплекса энергосберегающих мероприятий всегда оказывается ниже заявленного потенциала энергосбережения.

Незначительность и непринципиальность отличий в подходах и критериях, используемых при оценке потенциала энергосбережения и при составлении согласованного перечня энергосберегающих мероприятий, можно проиллюстрировать следующими примерами.

❖ На этапе экспрессаудита, в процессе анализа ретроспективной информации был установлен факт возможного снижения энергозатратности технологического участка. Оппонирующие специалисты предприятия не смогли доказать, что наблюдаемые факты были стечением обстоятельств и действием неуправляемых внешних факторов. С другой стороны, обнаруженная незамкнутость информационно-учетной схемы не позволила определить доминирующие причины наблюдаемых изменений удельных расходов ТЭР. Тем не менее обнаруженный факт нашел отражение в заявленном потенциале энергосбережения с учетом возможностей в дальнейшем разработать конкретные предложения по модернизации

учетной схемы технологического участка и организации целевого энергетического мониторинга. Заказчик, однако, посчитал более эффективными меры административного воздействия, в результате чего соответствующая позиция была вычеркнута из согласованного перечня энергосберегающих мероприятий.

❖ После примерной оценки простого срока окупаемости на этапе экспрессаудита в заявленный потенциал энергосбережения была включена позиция ожидаемой экономии ТЭР за счет модернизации технологической установки. Однако в дальнейшем, при уточнении технико-экономических оценок проекта модернизации, обнаружилось серьезное расхождение между расчетной ожидаемой эффективностью и параметрами, почерпнутыми из рекламных изданий. Кроме того, за время выполнения обследования обнаружилось, негативные для предприятия, тенденции изменения конъюнктуры. В итоге согласованный список мероприятий лишился позиции, связанной с модернизацией технической установки.

❖ По нашему мнению, обязательным направлением работы на этапе экспрессаудита является оценка потерь, связанных со снижением выпуска товарной продукции и неритмичностью производства. Как правило, по данным направлениям обнаруживается максимальный потенциал энергосбережения. Однако соответствующие предложения в перечне энергосберегающих мероприятий появляются крайне редко. Например, тогда, когда организация производственного процесса параллельными технологическими линиями позволяет вывести из работы незагруженное оборудование при одновременной номинальной загрузке агрегатов оставшихся в эксплуатации. В основном же обнаруживаемые по данным направлениям высокие потенциальные возможности энергосбережения, не находят отражения в перечне мероприятий по той простой причине, что функции планирования производственной деятельности и ритмичности работы предприятия реализуется высшим менеджментом компаний, а не эксплуатационно-производственным персоналом.

Заключение

Поднятые в статье вопросы являются далеко не тривиальными, как полагают некоторые практики и теоретики энергосбережения. Соответственно авторы не считают высказанную в статье точку зрения безусловной, единственно возможной и абсолютно верной.

Тем не менее наша практическая деятельность дает все основания определить разработку практически реализуемых энергосберегающих мероприятий главной целью всякого энергетического обследования и рассматривать оценку потенциала энергосбережения в качестве начального этапа работы, в качестве первого приближения к конечной цели.

В свою очередь, известные проблемы практической реализации заявленного потенциала энергосбережения через соответствующие мероприятия позволяет утверждать, что ретроспективный анализ накопленной информации о фактических показателях производственной деятельности предприятий является наиболее эффективным подходом к решению задач энергетического обследования.

**На вопрос читателей отвечает
доцент МГАУ им. В. П. Горячкина,
кандидат технических наук
Юрий Владимирович Харечко**



**ВОПРОСЫ МОЖНО ЗАДАВАТЬ ПО ПОЧТОВОМУ АДРЕСУ РЕДАКЦИИ ИЛИ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОЧТЕ:
GLAVENERGO@MAIL.RU**

Вопрос: Как правильно выполнить монтаж электроустановки здания в системе TN-C-S? Есть вводно-распределительное устройство (ВРУ), в нем установлены три фазные шины, шина N (на изоляторах) и шина PE (без них). ВРУ подключено к питающему кабелю, содержащему три фазных жилы и жилу PEN. Куда должна подключаться жила PEN – сначала к шине N или к шине PE? Нужно ли соединять эти шины перемычкой. Что она из себя представляет? Какие требования по сечению проводников? Андрей Юрин.

Ответ: Для выполнения электроустановки здания, соответствующей типу заземления системы TN-C-S, разделение PEN-проводника линии электропередачи (PEN-жилы кабеля), как правило, необходимо провести на вводе в электроустановку здания (см. рисунок). Для этого в ВРУ следует установить вводной зажим, предназначенный для подключения PEN-жилы кабеля (ее сечение должно быть не менее 10 мм² по меди и 16 мм² по алюминию), на котором будет выполнено разделение PEN-проводника на защитный проводник (PE) и нейтральный проводник (N). ВРУ должно быть оснащено защитной шиной (PE) и изолированной от нее нейтральной шиной (N).

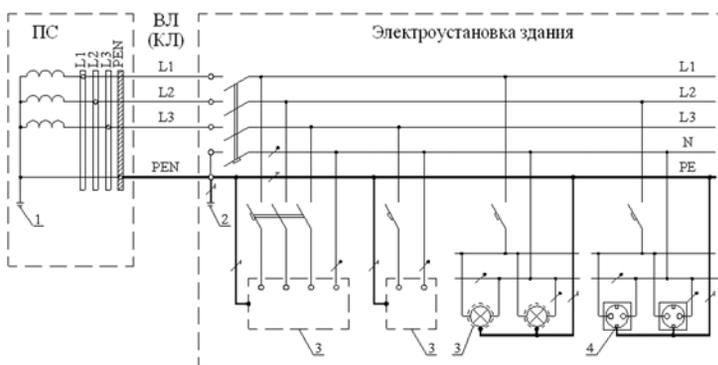
Защитную шину ВРУ соединяют с указанным вводным зажимом защитным проводником, сечение которого целе-

сообразно принять равным сечению PEN-жилы кабеля. Нейтральную шину ВРУ также соединяют с вводным зажимом с помощью нейтрального проводника, сечение которого также целесообразно принять равным сечению PEN-жилы кабеля. Если на вводе в вводно-распределительное устройство установлен четырехполюсный автоматический выключатель, то в электрическую цепь указанного нейтрального проводника следует включить коммутирующий нейтральный полюс автоматического выключателя.

Защитную шину ВРУ следует соединить защитным проводником с главной заземляющей шиной электроустановки здания. В том случае, если функции главной заземляющей шины выполняет защитная шина ВРУ, к ней должен быть присоединен заземляющий проводник заземляющего устройства электроустановки здания.

Защитные и нейтральные проводники распределительных и групповых электрических цепей электроустановки здания «начинаются» соответственно на защитной и нейтральной шинах ВРУ. Нейтральные проводники должны быть надежно изолированы от защитных проводников для того, чтобы исключить их случайное электрическое соединение. После разделения PEN-проводника (по току электроэнергии) запрещено соединять защитный и нейтральный проводники.

Ю. В. Харечко



Тип заземления системы TN-C-S. PEN-проводник разделяется на вводе в электроустановку здания:
1 - заземляющее устройство источника питания;
2 - заземляющее устройство электроустановки здания;
3 - открытая проводящая часть;
4 - защитный контакт штепсельной розетки;
ПС - трансформаторная подстанция; ВЛ (КЛ) - воздушная (кабельная) линия электропередачи



УДК 62-783:614.8:331.454:001.4:006.354

ГОСТ ЕН 1070-2003
Т51

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Safety of machinery. Terms and definitions

МКС 13.110
ОКСТУ 0012

Дата введения 2004—07—01

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН Всероссийским научно-исследовательским институтом стандартизации и сертификации в машиностроении (ВНИИНМАШ) Госстандарта России

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 23 от 22 мая 2003 г.)

За принятие проголосовали:

3 Настоящий стандарт представляет собой идентичный текст европейского стандарта ЕН 1070—98 «Безопасность оборудования. Термины и определения»

4 Постановлением Государственного комитета Российской Федерации по стандартизации и метрологии от 5 декабря 2003 г. № 346-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ЕН 1070—2003 введен в действие непосредственно в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 июля 2004 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азстандарт
Грузия	Грузстандарт
Кыргызская Республика	Кыргызстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Беларусь	Госстандарт Республики Беларусь
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Республика Молдова	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикстандарт
Республика Узбекистан	Узстандарт
Туркменистан	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Украина	Госпотребстандарт Украины

ВВЕДЕНИЕ

Цель разработки настоящего стандарта, содержащего идентичный текст европейского стандарта EN 1070—98, — предоставить конструкторам, изготовителям оборудования и другим заинтересованным сторонам современную непротиворечивую и недвусмысленную терминологию в области безопасности оборудования для достижения соответствия с европейским законодательством.

Настоящий стандарт объединяет понятия, относящиеся к безопасности оборудования, взятые из стандартов типа А (основополагающих стандартов по безопасности), стандартов типа В (групповых стандартов по безопасности) и из Международного электротехнического словаря (МЭС).

В стандарте приведены эквиваленты стандартизованных терминов на немецком (de), английском (en) и французском (fr) языках.

Стандартизованные термины набраны полужирным шрифтом.

1. Область применения

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения понятий в области безопасности оборудования.

Термины, установленные настоящим стандартом, обязательны для применения во всех видах документации и литературы по вопросам безопасности оборудования, входящих в сферу работ по стандартизации и/или использующих результаты этих работ.

2. Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ ИСО/ТО 12100-1—2001 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 1. Основные термины, методика

3. Термины и определения

<p>3.1 Стандарты типа А: Основополагающие стандарты по безопасности, содержащие основные концепции, принципы конструирования и общие аспекты, которые могут быть применены к оборудованию всех видов (См. 3.1 EN414 [1].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Typ A-Normen type A standards normes de type A</p>
<p>3.2 Стандарты типа В: Групповые стандарты по безопасности, которые относятся к одному аспекту безопасности или к одному типу защитного устройства и которые могут быть применены к оборудованию широкого диапазона: стандарты типа В1 распространяются на определенные аспекты безопасности (например, безопасное расстояние, температура поверхности, шум); стандарты типа В2 распространяются на устройства, обеспечивающие безопасность (например, двуручное устройство управления, блокирующее устройство). (См. 3.2 EN 414 [1].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Typ B-Normen type B standards normes de type B</p>
<p>3.3 Стандарты типа С: Стандарты по безопасности машин, содержащие детальные требования по безопасности отдельных видов машин или группы однородных машин. (См. 3.3 EN414 [1].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Typ C-Normen type C standards normes de type C</p>
<p>3.4 Оборудование: Совокупность связанных между собой частей или устройств, из которых по крайней мере одно движется, а также элементы привода, управления и энергетические узлы, которые предназначены для определенного применения, в частности для обработки, производства, перемещения или упаковки материала. К термину «оборудование» относят также машину и совокупность машин, которые так устроены и управляемы, что они функционируют как единое целое для достижения одной и той же цели. <i>Примечание. В приложении А ГОСТ ИСО/ТО 12100-1 представлено общее схематическое изображение машины.</i> (См. 3.1 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Maschine machinery machine</p>

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

<p>3.5 Надежность: Способность оборудования безотказно выполнять заданные функции при определенных условиях и в заданном интервале времени. (См. 3.2 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Zuverlässigkeit en reliability fr fiabilité</p>
<p>3.6 Ремонтпригодность машины: Возможность содержать машину в таком состоянии или вернуть ее в такое состояние, в котором она могла бы выполнять функции в области предназначенного применения (см. 3.12 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1), причем содержание машины в исправности может быть обеспечено инструкцией изготовителя и с помощью предусмотренных для этого средств. (См. 3.3 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Instandhaltbarkeit en maintainability of a machine fr maintenabilité d'une machine</p>
<p>3.7 Безопасность машины: Способность машины выполнять функции и иметь возможность быть транспортируемой, устанавливаемой, регулируемой, обслуживаемой, демонтируемой и утилизируемой в условиях предназначенного использования (см. 3.15) согласно инструкции изготовителя (а в некоторых случаях, в течение заданного интервала времени, согласно руководству по эксплуатации) без травмирования или нанесения другого вреда здоровью. (См. 3.4 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Sicherheit einer Maschine en safety of a machine fr securite d'une machine</p>
<p>3.8 Опасность: Источник возможных травм или нанесения другого вреда здоровью. <i>Примечание. Понятие «опасность» применяют в общем сочетании с другими понятиями, которые связаны с ожидаемыми травмами или другим вредом для здоровья: опасностью удара электрическим током, опасностью раздавливания, опасностью пореза, опасностью отравления и т. д. Опасности, которые исходят от оборудования, описаны в разделе 4 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.</i> (См. 3.5 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Gefährdung en hazard fr phenomene dangereux</p>
<p>3.9 Опасная ситуация: Любая ситуация, в которой человек подвержен опасности или опасностям. (См. 3.6 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Gefährdungssituation en hazardous situation fr situation dangereuse</p>
<p>3.10 Риск: Комбинация вероятностей и степени тяжести возможных травм или нанесения другого вреда здоровью в опасной ситуации. (См. 3.7 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Risiko en risk fr risque</p>
<p>3.11 Оценка риска: Оценка вероятности и степени тяжести возможного травмирования или нанесения другого вреда здоровью в опасной ситуации с целью выбрать необходимые меры безопасности. <i>Примечание. Раздел 6 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1 рассматривает оценку риска.</i> (См. 3.8 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Risikobewertung en risk assessment fr estimation du risque</p>
<p>3.12 Опасная функция машины: Любая функция машины, которая во время работы вызывает опасность. (См. 3.9 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de gefahrdende Maschinenfunktion en hazardous machine function fr fonction dangereuse d'une machine</p>
<p>3.13 Опасная зона: Зона внутри и (или) вокруг машины, в которой человек подвергается риску травмирования или нанесения другого вреда здоровью. <i>Примечание. Опасности, которые вызывают риск в соответствии с этим определением: либо постоянно действующие при предназначенном использовании машины (опасное движение ее подвижных частей, электрическая дуга при сварке и т. д.); либо возникающие неожиданно (неожиданный пуск и т. д.).</i> (См. 3.10 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de Gefahrbereich en danger zone fr zone dangereuse</p>

<p>3.14 Конструкция машины: Ряд действий, включая:</p> <p>а) исследование самой машины, учитывая все стадии ее жизненного цикла:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) конструирование; 2) транспортирование и ввод в эксплуатацию: <ul style="list-style-type: none"> сборка, установка, регулировка; 3) применение (использование): <ul style="list-style-type: none"> настройка, обучение/программирование или процесс переналадки, эксплуатация (работа), очистка, поиск последствий отказов и повреждений, техническое обслуживание; 4) вывод из эксплуатации, демонтаж, утилизацию; <p>б) разработку руководства по эксплуатации относительно всех вышеупомянутых стадий (исключая конструирование) по 5.5 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2]. (См. 3.11 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Konstruktion einer Maschine design of a machine conception d'une machine</p>
<p>3.15 Предназначенное использование машины:</p> <p>Применение, при котором машину используют согласно назначению, предусмотренному изготовителем, или которое является обычным для конструкции и назначения машины. К предназначенному использованию относят, кроме того, соответствие техническим инструкциям, изложенным в руководстве по эксплуатации (см. 5.5 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2]), где должны быть описаны возможные случаи неправильного использования.</p> <p><i>Примечание. В числе возможных случаев неправильного использования при оценке риска должны быть учтены следующие случаи поведения:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - возможное ошибочное поведение вследствие обычной невнимательности, но не вследствие преднамеренного неправильного использования машины; - реакция персонала в случае ошибки в работе, простоя и т. д. во время использования машины; - поведение, которое можно определить как «путь наименьшего сопротивления» при решении задачи; - преднамеренное поведение на некоторых машинах (особенно на машинах для непроизводственного назначения) определенной категории людей, например детей или людей с замедленной реакцией. (См. 5.7.1 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.) <p>(См. 3.12 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>bestimmungsgemäße Verwendung einer Maschine intended use of a machine utilisation normale d'une machine</p>
<p>3.16 Критические функции безопасности: Функции машины, нарушение которых привело бы к повышению риска травмирования или нанесения другого вреда здоровью.</p> <p>Имеются две категории критических функций безопасности:</p> <p>а) специфические функции безопасности, которые специально предусмотрены для обеспечения безопасности.</p> <p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - предотвращающие неожиданный пуск (блокировка в сочетании с отдельными защитными устройствами), - препятствующие повторению рабочего цикла, - двуручное управление; <p>б) функции самой машины, обеспечивающие безопасность, но не являющиеся специфическими функциями.</p> <p>Например:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ручное управление одним опасным механизмом во время наладки при отключенных защитных устройствах. <p>(См. 3.7.9 и 4.1.4 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2].),</p> <ul style="list-style-type: none"> - управление скоростью или температурой, которые поддерживаются машиной в безопасном диапазоне. <p>(См. 3.13.1 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>direkt wirkende Sicherheitsfunktionen safety critical functions fonctions de securite directe</p>

<p>3.17 Дублирующие функции безопасности: Функции, отказ которых не ведет непосредственно к опасности, однако уменьшает уровень безопасности. Они охватывают автоматический контроль (см. 3.7.6 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2]) любой критической функции безопасности (например, контроль правильной работы позиционного переключателя, относящегося к блокирующему устройству). (См. 3.13.2 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>indirekt wirkende Sicherheitsfunktionen back-up functions fonctions de securite indirecte</p>
<p>3.18 Автоматический контроль: Дублирующая функция безопасности, которая обеспечивает заданный уровень безопасности, если способность составной части или элемента машины выполнять свои функции уменьшается или условия работы изменяются до опасного уровня. Есть две категории автоматического контроля: непрерывный автоматический контроль путем немедленного включения мер безопасности, если наступает отказ; дискретный автоматический контроль, когда функция безопасности включается во время последующего рабочего цикла машины, если произошел отказ. (См. 3.14 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>automatische Uberwachung automatic monitoring auto-surveillance</p>
<p>3.19 Ведущий к опасному состоянию отказ: Любой отказ машины или перебой в ее энергоснабжении, который приводит к опасному состоянию. (См. 3.16 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Ausfall, der zum gefahrlichen Zustand fuhr failure to danger defaillance dangereuse</p>
<p>3.20 Снижение риска путем конструирования: К снижению риска относят: устранение или уменьшение как можно большего числа опасностей путем соответствующего выбора конструкции; ограничение возможности подвергнуть человека неустрашимым опасностям или опасностям, которые могут быть достаточно снижены. Снижение риска может быть достигнуто также сокращением времени проведения работ в опасных зонах. <i>Примечание. Раздел 3 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2] рассматривает снижение риска путем конструирования.</i> (См. 3.18 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Risikominderung durch Konstruktion risk reduction by design prevention intrmsequ</p>
<p>3.21 Технические меры защиты: Использование специальных технических средств (защитных или предохранительных устройств), чтобы защитить персонал от опасности, которая не может быть полностью устранена или достаточно ограничена конструированием. <i>Примечание- Раздел 4 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2] рассматривает технические меры защиты.</i> (См. 3.19 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>technische Schutzmaßnahmen safeguarding protection</p>
<p>3.22 Информация для потребителя: Меры безопасности, состоящие из коммуникативных элементов, таких как тексты, слова, знаки, сигналы, символы или диаграммы, применяемые вместе или по отдельности для передачи информации потребителю. Они предназначены для профессиональных и (или) непрофессиональных потребителей. <i>Примечание. Раздел 5 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2 [2] содержит информацию потребителю.</i> (См. 3.20 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Benutzerinformation information for use informations pour l'utilisation</p>
<p>3.23 Оператор: Лицо, которое занимается установкой и пуском в эксплуатацию, наладкой, техническим обслуживанием, очисткой, ремонтом или транспортированием оборудования. (См. 3.21 ГОСТ ИСОДО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Operator operator opérateur</p>

<p>3.24 Защитное ограждение: Часть машины, которую используют специально для обеспечения защиты посредством физического барьера. В зависимости от конструкции защитным ограждением можно назвать кожух, крышку, экран, дверцу и т.д.</p>	<p>de en fr</p>	<p>trennende Schutzeinrichtung guard protecteur</p>
<p><i>Примечания</i></p>		
<p>1. <i>Защитное ограждение может функционировать: самостоятельно, и оно является эффективным только в закрытом положении; совместно с блокирующим устройством с фиксацией или без нее, в этом случае защита обеспечивается независимо от положения защитного ограждения.</i></p>		
<p>2. <i>Неподвижное защитное ограждение считают «закрытым», когда оно закреплено в закрытом положении.</i></p>		
<p>(См. 3.22 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.25 Неподвижное защитное ограждение: Защитное ограждение, закрепленное на месте (т. е. закрыто):</p> <ul style="list-style-type: none"> либо постоянно (путем приваривания и т. д.); либо с помощью элементов крепления (болтов, гаек и т.д.), <p>которое невозможно снять или открыть без применения инструментов.</p>	<p>de en fr</p>	<p>feststehende trennende Schutzeinrichtung fixed guard protecteur fixe</p>
<p>(См. 3.22.1 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.26 Подвижное защитное ограждение: Защитное ограждение, которое в большинстве случаев механически соединено со станиной машины (например, посредством шарниров или прямолинейных направляющих) или с одним соседним неподвижным элементом и которое может быть открыто без применения инструментов.</p>	<p>de en fr</p>	<p>bewegliche trennende Schutzeinrichtung movable guard protecteur mobile</p>
<p>(См. 3.22.2 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.27 Регулируемое защитное ограждение: Защитное ограждение, регулируемое в целом или содержащее отдельные регулируемые части. Регулировка сохраняется неизменной в течение определенного технологического этапа.</p>	<p>de en fr</p>	<p>einstellbare trennende Schutzeinrichtung adjustable guard protecteur réglable</p>
<p>(См. 3.22.3 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.28 Управляемое защитное ограждение: Защитное ограждение с блокировкой (см. 3.23.1 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1), при применении которого: опасные функции машины, блокируемые указанным защитным ограждением, не могут быть осуществлены, пока это защитное ограждение не закрыто; закрытие указанного защитного ограждения делает возможным выполнение опасных функций машины.</p>	<p>de en fr</p>	<p>steuernde trennende g Schutzeinrichtun control guard protecteur commandant la mise en marche</p>
<p>(См. 3.22.6 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.29 Предохранительное устройство: Устройство без функции ограждения, которое исключает или уменьшает опасность самостоятельно или совместно с защитным ограждением.</p>	<p>de en fr</p>	<p>nicht trennende Schutzeinrichtung safety device dispositif de protection</p>
<p>(См. 3.23 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.30 Сопутствующее устройство управления: Дополнительное ручное устройство управления, используемое совместно с органом управления пуском, которое при непрерывном воздействии на него позволяет машине функционировать.</p>	<p>de en fr</p>	<p>Zustimmungseinrichtung enabling control device dispositif de validation</p>
<p>(См. 3.23.2 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		
<p>3.31 Устройство управления с автоматическим возвратом в исходное положение: Устройство управления, которое приводит в действие и поддерживает работу элементов машины только при воздействии на орган ручного управления. Орган ручного управления автоматически возвращается в позицию останова, когда его отпускают.</p>	<p>de en fr</p>	<p>Steuereinrichtung mit selbsttatiger Ruckstellung hold-to-run control device commande necessitant une action maintenue</p>
<p>(См. 3.23.3 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>		

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

<p>3.32 Двуручное устройство управления: Устройство управления с автоматическим возвратом, которое для пуска и функционирования машины требует совместного действия двух органов ручного управления, создавая, тем самым, защиту для оператора, воздействующего на органы ручного управления. (См. 3.23.4 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion two-hand control device commande bimanuelle</p>
<p>3.33 Включающее устройство: Устройство, которое останавливает машину или элементы машины (или иным способом обеспечивает безопасное состояние) в тех случаях, когда оператор или часть его тела оказались в пределах опасной зоны. Выключающие устройства с реакцией на приближение могут быть: механического действия: телескопический датчик, устройства, реагирующие на давление, и т. д.; немеханического действия: фотоэлектрические устройства, устройства с использованием емкостных и ультразвуковых датчиков и т. д. (См. 3.23.5 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Zweihandschaltung trip device dispositif sensible</p>
<p>3.34 Механическое ограничивающее устройство: Устройство, которое создает механическое препятствие (клин, стержень, стопор, распорка и т. д.) для машины и, благодаря своей прочности, может препятствовать любому опасному движению (например, падению копра из-за отказа нормального опорного устройства). (См. 3.23.6 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>durch Formschluß wirkende Schutzeinrichtung mechanical restraint device dispositif de retenue mecanique</p>
<p>3.35 Ограничивающее устройство: Устройство, которое препятствует машине или элементам машины перейти заданные границы (например, пространственные границы, предельное давление). (См. 3.23.7 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Begrenzungseinrichtung limiting device dispositif limiteur</p>
<p>3.36 Устройство управления ограниченным движением: Устройство управления, которое при воздействии на него ограничивает движение элемента машины, тем самым, по возможности, уменьшая риск. Дальнейшее движение исключается до тех пор, пока не произойдет последующее и дополнительное воздействие на орган управления. (См. 3.23.8 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Schrittschaltung limited movement control device dispositif de commande de marche par a-coups</p>
<p>3.37 Защитное ограждение для ограничения доступа: Физическое препятствие, которое не исключает полностью доступ к опасной зоне, но затрудняет свободный доступ. (См. 3.24 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1.)</p>	<p>de en fr</p>	<p>abweisende Schutzeinrichtung detering device dispositif deflecteur</p>
<p>3.38 защитная конструкция: Физическая преграда, например защитное ограждение, часть машины, которая ограничивает перемещение оператора и (или) частей его тела. (См. 3.1 ЕН294 [3].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>schutzende Konstruktion protective structure structure de protection</p>
<p>3.39 Безопасное расстояние: Минимальное расстояние от опасной зоны, на котором должна быть расположена защитная конструкция. (См. 3.2 ЕН 294 [3].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Sicherheitsabstand safety distance distance de securite</p>
<p>3.40 Аварийный останов: Функция, которая предусмотрена для того, чтобы: предотвращать возникающие и уменьшать существующие для оператора опасности, повреждения машин или обрабатываемых деталей; быть вызванной одним единственным действием оператора в тех случаях, когда функция нормального останова не может быть использована. Опасности, рассматриваемые в настоящем стандарте, - те опасности, которые могут являться результатом: функциональных нарушений (неправильное функционирование машины, недопустимые свойства обрабатываемых материалов, ошибки оператора); нормальной эксплуатации.</p>	<p>de en fr</p>	<p>NOT-AUS emergency stop arret d'urgence</p>
<p><i>Примечание. Функции, такие как реверсирование или ограничение движения,</i></p>		

отклонение, экранирование, торможение, разъединение, могут быть частью функции аварийного останова. В настоящем стандарте эти функции не рассматривают. (См. 3.1 ЕН418 [4].)		
3.41 Устройства аварийного останова: Совокупность устройств, предусмотренных для выполнения функции аварийного останова (см. рисунок 2 ЕН 418 [4].) (См. 3.2 ЕН 418 [4].)	de en fr	NOT-AUS-Einrichtung emergency stop equipment equipement d'arret d'urgence
3.42 Орган ручного управления: Элемент управляющего устройства, который при воздействии на него включает управляющее устройство и который спроектирован таким образом, чтобы им управлял оператор (см. 4.4.1 ЕН 418 [4]). (См. 3.4 ЕН 418 [4].)	de en fr	Stellteil manual control organe de service
3.43 Орган управления: Часть системы привода, подвергаемая внешнему силовому воздействию (см. [5]). <i>Примечания</i> 1. Орган управления может иметь форму ручки, рукоятки, нажимной кнопки, ролика, плунжера и т. д. 2. Есть несколько способов приведения в действие, которые не требуют внешнего силового воздействия, а только какого-либо действия. 3. См. также 3.32 ЕН 60204-1 [6]. (См. 3.1 ЕН 60204-1 [6].)	de en fr	Bedienteil actuator organe de commande
3.44 Цепь управления: Цепь, служащая для управления работой машины и защиты силовых цепей. (См. 3.8 ЕН 60204-1 [6].)	de en fr	Steuerstromkreis control circuit circuit de commande
3.45 Управляющее устройство: Устройство, включенное в цепь управления и используемое для управления работой машины (например, датчик положения, ручной контрольный переключатель, реле, электромагнитный клапан). (См. 3.9 ЕН 60204-1 [6].)	de en fr	Steuergerat control device appareil de commande
3.46 Контролируемый останов: Останов движения машины в результате, например, уменьшения значения электрического сигнала управления до нуля после того, как сигнал останова был распознан управляющим устройством, но при сохранении подачи электроэнергии на исполнительные механизмы машины во время процесса останова. (См. 3.11 ЕН 60204-1 [6].)	de en fr	gesteuertes Stillsetzen controlled stop arret controle
3.47 Прямой контакт: Контакт людей или домашних животных и скота с частями оборудования, находящимися под напряжением (см. [7]). (См. 3.13 ЕН 60204-1 [6].)	de en fr	direktes Beruhren direct contact contact direct
3.48 Оболочка: Элемент, обеспечивающий защиту оборудования от определенных внешних воздействий, а также защиту со всех сторон от прямых контактов (см. [7]). <i>Примечание. Определение, взятое из МЭС, требует следующих пояснений относительно области применения настоящего стандарта (см. ГОСТ 14254 [8]):</i> а) оболочки обеспечивают защиту людей или домашних животных и скота от доступа к опасным частям; б) барьеры, решетки или любые другие средства, либо присоединенные к оболочке, либо размещенные под ней и приспособленные для предотвращения или ограничения проникновения специальных испытательных датчиков, рассматривают как части оболочки, кроме случаев, когда они могут быть демонтированы без применения ключа или другого инструмента. Оболочка может быть в виде: шкафа или коробки, установленного(ой) либо на машине, либо отдельно от нее; отсека, представляющего собой закрытое пространство и являющегося частью конструкции машины. (См. 3.18 ЕН 60204-1 [6].)	de en fr	Gehause enclosure enveloppe

<p>3.49 Эквипотенциальное соединение: Электрическое соединение, подводящее к одному и тому же потенциалу различные открытые и внешние токопроводящие части (см. [7]). (См. 3.20 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Potentialausgleich equipotential bonding liaison equipotentielle</p>
<p>3.50 Открытая токопроводящая часть: Токопроводящая часть электрического оборудования, к которой можно прикоснуться и которая обычно не находится под напряжением, но в случае повреждения может оказаться под напряжением. <i>Примечание. Токопроводящую часть электрического оборудования, которая в результате повреждения может оказаться под напряжением через открытую токопроводящую часть, не считают открытой токопроводящей частью (см. [7]).</i> (См. 3.21 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Korper (eines elektrischen Betriebsmittels) exposed conductive part masse (partie conductrice accessible)</p>
<p>3.51 Внешняя токопроводящая часть: Токопроводящая часть, не входящая в состав электрического устройства, но способная вводить электрический потенциал, который обычно является потенциалом земли (см. [7]). (См. 3.22 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>fremdes leitfähiges Teil extraneous conductive part element conducteur</p>
<p>3.52 Отказ: Нарушение способности оборудования выполнять требуемую функцию. <i>Примечания</i> 1. После отказа оборудование находится в неисправном состоянии. 2. «Отказ» является событием, в отличие от «неисправности», которая является состоянием. 3. Это понятие, как оно определено, не применяют к оборудованию, состоящему только из программных средств (см. МЭК 60050-191 [9]). 4. На практике термины «отказ» и «неисправность» часто используют как синонимы. (См. 3.23 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Ausfall failure defaillance</p>
<p>3.53 Неисправность: Состояние оборудования, характеризующее его неспособностью выполнять требуемую функцию, исключая профилактическое обслуживание или другие планово-предупредительные действия, а также исключая неспособность выполнять требуемую функцию из-за недостатка внешних ресурсов. <i>Примечание. Неисправность часто является следствием отказа самого оборудования, но может существовать и без предварительного отказа.</i> (См. 3.24 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Fehler fault default</p>
<p>3.54 Косвенный контакт: Контакт людей или домашних животных и скота с открытыми токопроводящими частями, которые оказались под напряжением в результате неисправности (см. [7]). (См. 3.27 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>indirekters Berühren indirect contact contact indirect</p>
<p>3.55 Находящаяся под напряжением часть: Провод или токопроводящая часть, находящаяся под напряжением при нормальной работе, а также нулевой провод, за исключением, при определенных условиях, PEN-провода (совмещенный нулевой рабочий и защитный провод). <i>Примечание. Под этим термином необязательно понимают риск от удара электрическим током (см. [7]).</i> (См. 3.31 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>aktives Teil live part partie active</p>
<p>3.56 Исполнительный механизм машины: Силовой механизм, используемый для приведения машины в движение. (См. 3.32 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Maschinen-Antriebsselement machine actuator actionneur</p>
<p>3.57 Нулевой провод (N): Провод, соединенный с нейтральной (нулевой) точкой сети и обладающий возможностью передачи электрической энергии (см. [7]). (См. 3.35 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Neutralleiter (N) neutral conductor (N) conducteur neutre (N)</p>
<p>3.58 Сверхток: Любой ток, значение которого превышает номинальное. Для проводов номинальным значением тока является значение предельно допустимого тока (см. [7]). (См. 3.37 ЕН 60204-1 [6].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Überstrom overcurrent surintensite</p>

<p>3.59 Перегрузка цепи: Отношение время / электрический ток для цепи, в которой превышена максимальная допустимая нагрузка, когда цепь находится в исправном состоянии. <i>Примечание. Не следует использовать термин «перегрузка» как синоним термина «сверхток».</i> (См. 3.38 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	Uberlast eines Stromkreises overload of a circuit surcharge d'un circuit
<p>3.60 Силовая цепь: Цепь, передающая энергию от сети к элементам оборудования, используемым для выполнения производственных операций, а также к трансформаторам, питающим цепи управления. (См. 3.41 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	Hauptstromkreis power circuit circuit de puissance
<p>3.61 Цепь защиты: Совокупность защитных проводов и токопроводящих частей, используемых для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции. (См. 3.42 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	Schutzleitersystem protective bonding circuit circuit de protection
<p>3.62 Защитный провод: Провод, необходимый в определенной мере в качестве защитного средства от поражения электрическим током и предназначенный для электрического соединения любых следующих частей: открытых токопроводящих частей; внешних токопроводящих частей; основного зажима заземления (см. [7]). (См. 3.43 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	Schutzleiter protective conductor conducteur de protection
<p>3.63 Резервирование: Применение дополнительных устройств и систем или элементов устройств и систем оборудования для того, чтобы в случае отказа одного из них выполнять требуемую функцию в распоряжении имелось другое устройство (или элемент устройства), готовое выполнять эту функцию. (См. 3.44 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	Redundanz redundancy redundance
<p>3.64 Коммутационное устройство: Устройство, предназначенное для обеспечения или прерывания подачи электрического тока в электрические цепи (см. [5]). <i>Примечание. Коммутационное устройство может выполнять одну или обе эти функции.</i> (См. 3.54 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	Schaltgerät switching device appareil de connexion
<p>3.65 Неконтролируемый останов: Останов движения машины в результате отключения подачи электроэнергии на исполнительные механизмы машины, в то время как все тормоза и механические устройства останова активизированы. (См. 3.56 ЕН 60204-1 [6].)</p>	de en fr	ungesteuertes Stillsetzen uncontrolled stop arret non controle
<p>3.66 Пуск машины: Переход машины или одной из ее частей из состояния покоя в состояние движения. <i>Примечание. Это определение включает в себя, помимо понятия функции движения, и другие функции, например включение лазерного луча.</i> (См. 3.1 ЕН 1037 [10].)</p>	de en fr	Maschinen-Anlauf machine start-up d'une machine
<p>3.67 Неожиданный пуск: Любой пуск, вызванный: командой на пуск, которая является результатом отказа в системе управления или внешнего воздействия на нее; командой на пуск, являющейся результатом несвоевременного воздействия на пусковое устройство или части машины, например на датчики или на элемент системы силового управления; восстановлением энергоснабжения после разрыва в цепи; внутренним/внешним воздействием на части машины (силой тяжести, ветром, самовоспламенением в двигателях внутреннего сгорания). <i>Примечание. Автоматический пуск машины при нормальной эксплуатации не является непреднамеренным, но, с точки зрения оператора, может быть понят как неожиданный. Предотвращение аварий в этом случае подразумевает применение технических мер защиты (см. раздел 4 ГОСТ ИСО/ТО 12100-2[2]).</i> (См. 3.2 ЕН 1037 [10].)</p>	de en fr	unerwarteter Anlauf unexpected start-up mise en marche intempestive

<p>3.68 Отключение и рассеяние энергии: Процедура, которая состоит из четырех следующих действий:</p> <p>а) отключения (отсоединения, отделения) машины (или ее частей) от всех источников энергоснабжения;</p> <p>б) в случае необходимости (например, на больших машинах или установках) – блокирования (или надежного закрепления иным путем) всех устройств отключения в отключенном состоянии;</p> <p>в) рассеяния или ограничения любой накопленной энергии, которая может вызывать опасность.</p> <p><i>Примечание. Энергия может быть накопленной:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - механическими частями, продолжающими двигаться по инерции; - механическими частями, способными двигаться под действием силы тяжести; - конденсаторами, аккумуляторами; - жидкостями под давлением; - пружинами; <p>г) проверки действенности мер, упомянутых в перечислениях а), б) и в), путем применения безопасных методов эксплуатации. (См. 3.3 ЕН 1037 [10].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Energietrennung und-ableitung isolation and energy dissipation consignation</p>
<p>3.69 Блокирующее устройство: Механическое, электрическое или другое устройство, которое при определенных условиях препятствует функционированию элементов машины (обычно до тех пор, пока защитное ограждение не закрыто). (См. 3.23.1 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1, 3.1 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Verriegelungseinrichtung interlocking device dispositif de verrouillage</p>
<p>3.70 Защитное ограждение с блокировкой: Защитное ограждение, принцип действия которого заключается в следующем:</p> <p>опасные функции машины, «блокируемые» этим защитным ограждением, не могут быть осуществлены до тех пор, пока не будет закрыто защитное ограждение;</p> <p>если защитное ограждение открыто при осуществлении опасных функций машины, то подается сигнал на ее останов;</p> <p>если защитное ограждение закрыто, то опасные функции машины, «блокируемые» этим защитным ограждением, могут быть осуществлены, однако закрытие защитного ограждения само по себе не приводило к проявлению опасных функций машины. (См. 3.2 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>verriegelte trennende Schutzeinrichtung interlocking guard protecteur avec dispositif de verrouillage</p>
<p>3.71 Защитное ограждение с блокировкой и фиксацией: Защитное ограждение, принцип действия которого заключается в следующем:</p> <p>опасные функции машины, «блокируемые» этим защитным ограждением, не могут быть осуществлены, если указанное защитное ограждение не закрыто и не зафиксировано;</p> <p>указанное защитное ограждение остается закрытым и заблокированным до тех пор, пока не будет исключена опасность травмирования, исходящая от опасных функций машины;</p> <p>если указанное защитное ограждение закрыто и заблокировано, то опасные функции машины, «блокируемые» этим защитным ограждением, могут быть осуществлены, однако сами по себе закрытие и блокирование защитного ограждения не приводят к проявлению опасных функций машины. (См. 3.3 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Zuhaltung interlocking guard with guard locking protecteur avec dispositif</p>
<p>3.72 Защитное запирающее устройство: Устройство, предназначенное удерживать защитное ограждение в закрытом положении и связанное с системой управления, при применении которого:</p> <p>машина не может функционировать, если защитное ограждение не закрыто и не зафиксировано;</p> <p>защитное ограждение остается в зафиксированном состоянии до тех пор, пока не минует угроза риска. (См. 3.4 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Zuhaltung guard locking device dispositif de blocage du protecteur</p>

<p>3.73 Принудительный режим приведения в действие: Режим приведения в действие, при котором движущееся механическое устройство вместе с собой приводит в движение другое устройство либо путем непосредственного контакта с ним, либо через жестко закрепленные элементы. Таким образом второе устройство будет приведено в движение в принудительном режиме (или принудительно) первым устройством. (См. 3.6 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>zwanglaufige Betätigung positive mode actuation action mecanique positive</p>
<p>3.74 Принудительное отключение контактного элемента: Операция размыкания контактов, являющаяся непосредственным результатом заданного движения переключателя, воздействующего на контакты через неупругие элементы (например, без пружин) (см. [12]). <i>Примечание. Для гидравлической и пневматической систем эквивалентным понятием может служить понятие «прерывание в принудительном режиме».</i> (См. 3.7 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Zwangsoffnung eines Kontaktelementes positive opening operation of a contact element manoeuvre positive d'ouverture d'un element de contact</p>
<p>3.75 Время останова: Интервал времени между моментом, когда блокирующее устройство вводит команду на останов, и моментом, когда угроза риска, исходящего от опасных функций машины, миновала. (См. 3.8 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Zeit bis zum Aufheben der Gefahrdung stopping time temps de mise a l'arret</p>
<p>3.76 Время доступа в опасную зону: Время, затраченное для доступа к опасным частям машины после команды «останов», поданной блокирующим устройством, и рассчитываемое на основе скорости приближения человека, значение которой может быть выбрано для каждого конкретного случая с учетом параметров, приведенных в ЕН 999 [13]. (См. 3.9 ЕН 1088 [11].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Zeit fur den Zugang bzw. Zugriff zum Gefahrenbereich time for access to a danger zone temps d'acces a la zone dangereuse</p>
<p>3.77 Зона раздавливания: Зона, в которой тело человека или его части подвергаются опасности раздавливания. Такая опасность может возникнуть, если: две подвижные части машины двигаются навстречу друг другу; одна подвижная часть двигается по направлению к неподвижной части. (См. 3.1 ЕН 349 [14].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Quetschstelle crushing zone zone d'ecrasement</p>
<p>3.78 Опасное вещество: Любой химический или биологический агент, который представляет собой опасность для здоровья человека, например вещества или составы, классифицированные как: очень токсичные; токсичные; вредные; коррозионные; раздражающие; сенсibiliзирующие; канцерогенные; мутагенные; тератогенные; патогенные; удушающие. (См. раздел 3 ГОСТ ИСО 14123-1 [15].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Gefahrstoff hazardous substance substance dangereuse</p>
<p>3.79 Основной стандарт по уровню шума: Стандарт, который устанавливает метод измерения уровня шума, исходящего от машин и оборудования, таким образом, чтобы получить надежные, воспроизводимые результаты с заданной степенью точности (стандарт типа В). (См. 3.1 ЕН ИСО 12001 [16].)</p>	<p>de en fr</p>	<p>Gerauschemissions-Grundnorm basic noise emission standard norme de base sur l'emission sonore</p>

<p>3.80 Нормы (и методы) измерения шума: Стандарт, который применяют к конкретному классу, семейству или типу машин или оборудования и который устанавливает все значимые данные, необходимые для того, чтобы эффективно осуществлять определение, декларирование и проверку шумовых характеристик в требуемых (этим стандартом) условиях (стандарт типа С). (См. 3.2 ЕН ИСО 12001 [16].)</p>	de en fr	Gerauschemßnorm noise test code code d'essai acoustique
<p>3.81 Звуковое давление (p): Звуковое давление в заданной точке рядом с источником шума, когда источник работает в типовых условиях эксплуатации и монтажа на поверхности звукоотражающей плоскости, исключая воздействие фонового шума и звуковых отражений, кроме тех воздействий и звуковых отражений, которые исходят от измерительной плоскости или плоскостей, допущенных для проведения испытаний. Звуковое давление выражают в паскалях. (См. 3.4 ЕН ИСО 12001 [16].)</p>	de en fr	Emissions-Schalldruck (p) emission sound pressure (p) pression acoustique d'emission (p)
<p>3.82 Звуковая мощность (W): Звуковая энергия, излучаемая источником звука в воздушной среде в единицу времени. Звуковую мощность выражают в ваттах. (См. 3.7 ЕН ИСО 12001 [16].)</p>	de en fr	Schalleistung (W) sound power (W) puissance acoustique (W)
<p>3.83 Декларация об уровне шума: Информация о шуме, издаваемом машиной, представленная в нормативных документах изготовителя или поставщика, содержащая сведения об уровне шума. Декларация об уровне шума может быть представлена либо в виде заявленного суммарного значения излучения шума, либо в виде заявленного спектрального значения излучения шума. (См. 3.11 ЕН ИСО 12001 [16].)</p>	de en fr	Gerauschemissionsangabe noise emission declaration declaration de l'emission sonore
<p>3.84 Отказ по общей причине: Отказ оборудования, вытекающий из единичного события, в тех случаях, когда этот отказ не является следствием другого отказа. <i>Примечание - Отказ по общей причине не следует смешивать с взаимосвязанным отказом.</i> (См. МЭК 60050-191 [9].)</p>	de en fr	Ausfalle infolge gemeinsamer Ursache common cause failure defaillances de cause commune
<p>3.85 Взаимосвязанный отказ: Отказ оборудования, характеризуемый одинаковым видом неисправности. <i>Примечание - Взаимосвязанный отказ не следует путать с отказом по общей причине, поскольку взаимосвязанные отказы могут вытекать из различных причин.</i> (См. МЭК 60050-191 [9].)</p>	de en fr	gleichartige Ausfalle common mode failure defaillances de mode commun
<p>3.86 Деградирующее состояние: Состояние оборудования, при котором оно продолжает выполнять свои функции в пределах ниже номинальных значений или продолжает выполнять только часть своих функций. (См. МЭК 60050-191 [9].)</p>	de en fr	Zustand eingeschränkter Brauchbarkeit degraded state fonctionnement en mode degrade
<p>3.87 Вред: Физические травмы и (или) нанесение другого вреда здоровью или имуществу (см. 3.4 [17]). (См. 3.1 ЕН 1050 [18].)</p>	de en fr	Schaden harm dommage
<p>3.88 Опасное событие: Событие, которое может причинить вред. (См. 3.2 ЕН 1050 [18].)</p>	de en fr	Gefährdungseignis hazardous event evenement dangereux
<p>3.89 Меры по обеспечению безопасности: Действия по устранению опасности или снижению риска (см. раздел 5 ГОСТ ИСО/ТО 12100-1). (См. 3.3 ЕН 1050 [18].)</p>	de en fr	Schutzmaßnahme safety measure mesure de securite
<p>3.90 Остаточный риск: Риск, остающийся после принятия мер, направленных на обеспечение безопасности. (См. 3.3 ЕН 1050 [18].)</p>	de en fr	Restrisiko residual risk risque residuel

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

3.91 Категория: Классификация элементов системы управления, связанных с обеспечением безопасности, по их устойчивости к неисправностям и последующему поведению при неисправном состоянии, достигаемая структурным построением указанных элементов и (или) определяемая их надежностью. (См. 3.2 ЕН 954-1 [19].)	de en fr	Kategorie category categorie
3.92 Безопасность систем управления: Способность элементов системы управления, связанных с обеспечением безопасности, выполнять функции безопасности систем управления в течение установленного срока в соответствии с их заданной категорией. (См. 3.3 ЕН 954-1 [19].)	de en fr	Sicherheit von Steuerungen safety of control systems securite des systemes de commande
3.93 Функция безопасности систем управления: Функция, включаемая входным сигналом и обрабатываемая элементами системы управления, связанными с обеспечением безопасности, и необходимая для достижения безопасного состояния машины (как системы). (См. 3.6 ЕН 954-1 [19].)	de en fr	Sicherheitsfunktion von Steuerungen safety function of control systems fonction de securite des systemes de commande
3.94 Приостановка: Временное автоматическое прекращение выполнения функции безопасности элементами системы управления, связанными с обеспечением безопасности. (См. 3.7 ЕН 954-1 [19].)	de en fr	Muting muting inhibition
3.95 Возврат в исходное положение вручную: Функция, свойственная элементам системы управления, связанным с обеспечением безопасности, и необходимая для восстановления вручную заданных функций безопасности до повторного пуска машины. (См. 3.8 ЕН 954-1 [19].)	de en fr	manuelle Ruckstellung manual reset rearmement manuel

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

безопасность машины	3.7	оболочка	3.48
безопасность систем управления	3.92	оборудование	3.4
вещество опасное	3.78	ограждение защитное	3.24
возврат в исходное положение вручную	3.95	ограждение защитное для ограничения доступа	3.37
вред	3.87	ограждение защитное неподвижное	3.25
время доступа в опасную зону	3.76	ограждение защитное подвижное	3.26
время останова	3.75	ограждение защитное регулируемое	3.27
давление звуковое (p)	3.81	ограждение защитное с блокировкой	3.70
декларация об уровне шума	3.83	ограждение защитное с блокировкой и фиксацией	3.71
зона опасная	3.13	ограждение защитное управляемое	3.28
зона раздавливания	3.77	опасность	3.8
информация для потребителя	3.22	оператор	3.23
использование машины предназначенное	3.15	орган ручного управления	3.42
категория	3.91	орган управления	3.43
конструкция защитная	3.38	останов аварийный	3.40
конструкция машины	3.14	останов контролируемый	3.46
контакт косвенный	3.54	останов неконтролируемый	3.65
контакт прямой	3.47	отказ	3.52
контроль автоматический	3.18	отказ, ведущий к опасному состоянию	3.19
меры защиты технические	3.21	отказ взаимосвязанный	3.85
меры по обеспечению безопасности	3.89	отказ по общей причине	3.84
механизм машины исполнительный	3.56	отключение и рассеяние энергии	3.68
мощность звуковая (W)	3.82	отключение контактного элемента	
надежность	3.5	принудительное	3.74
неисправность	3.53	оценка риска	3.11
нормы (и методы) измерения шума	3.80	перегрузка цепи	3.59

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

приостановка	3.94	устройство выключающее	3.33
провод защитный	3.62	устройство защитное запирающее	3.72
провод нулевой (N)	3.57	устройство коммутационное	3.64
пуск машины	3.66	устройство ограничивающее	3.35
пуск неожиданный	3.67	устройство ограничивающее механическое	3.34
расстояние безопасное	3.39	устройство предохранительное	3.29
режим приведения в действие принудительный	3.73	устройство управления двуручное	3.32
резервирование	3.63	устройство управления ограниченным движением	3.36
ремонтпригодность машины	3.6	устройство управления с автоматическим возвратом в исходное положение	3.31
риск	3.10	устройство управления сопутствующее	3.30
риск остаточный	3.90	устройство управляющее	3.45
сверхток	3.58	функции безопасности дублирующие	3.17
ситуация опасная	3.9	функции безопасности критические	3.16
снижение риска путем конструирования	3.20	функция безопасности систем управления	3.93
событие опасное	3.88	функция машины опасная	3.12
соединение эквипотенциальное	3.49	цепь защиты	3.61
состояние деградирующее	3.86	цепь силовая	3.60
стандарт по уровню шума основной	3.79	цепь управления	3.44
стандарты типа А	3.1	часть внешняя токопроводящая	3.51
стандарты типа В	3.2	часть, находящаяся под напряжением	3.55
стандарты типа С	3.3	часть открытая токопроводящая	3.50
устройства аварийного останова	3.41		
устройство блокирующее	3.69		

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ НА НЕМЕЦКОМ ЯЗЫКЕ

abweisende Schutzeinrichtung	3.37	Gerauschemissionsangabe	3.83
aktives Teil	3.55	Gerauschemissions-Grundnorm	3.79
Anhaltezeit	3.75	Gerauschemißnorm	3.80
Ausfall	3.52	gesteuertes Stillsetzen	3.46
Ausfall, der zum gefährlichen Zustand führt	3.19	gleichartige Ausfälle	3.85
Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache	3.84	Hauptstromkreis	3.60
automatische Überwachung	3.18	indirekt wirkende Sicherheitsfunktionen	3.17
Bedienteil	3.43	indirektes Berühren	3.54
Begrenzungseinrichtung	3.35	Instandhaltbarkeit einer Maschine	3.6
Benutzerinformation	3.22	Kategorie	3.91
bestimmungsgemäße Verwendung einer Maschine	3.15	Konstruktion einer Maschine	3.14
bewegliche trennende Schutzeinrichtung	3.26	Körper (eines elektrischen Betriebsmittels)	3.50
direkt wirkende Sicherheitsfunktionen	3.16	manuelle Rückstellung	3.95
direktes Berühren	3.47	Maschine	3.4
durch Formschluß wirkende Schutzeinrichtung	3.34	Maschinen-Anlauf	3.66
einstellbare trennende Schutzeinrichtung	3.27	Maschinen-Antriebselement	3.56
Emissions-Schalldruck (p)	3.81	Muting	3.94
Energietrennung und-ableitung	3.68	Neutralleiter (N)	3.57
Fehler	3.53	nicht trennende Schutzeinrichtung	3.29
feststehende trennende Schutzeinrichtung	3.25	NOT-AUS	3.40
fremdes leitfähiges Teil	3.51	NOT-AUS-Einrichtung	3.41
Gefahrbereich	3.13	Operator	3.23
gefährdende Maschinenfunktion	3.12	Potentialausgleich	3.49
Gefährdung	3.8	Quetschstelle	3.77
Gefährdungsereignis	3.88	Redundanz	3.63
Gefährdungssituation	3.9	Restrisiko	3.90
Gefahrstoff	3.78	Risiko	3.10
Gehäuse	3.48	Risikobewertung	3.11

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Risikominderung durch Konstruktion	3.20	trennende Schutzeinrichtung	3.24
Schaden	3.87	Typ A-Normen	3.1
Schalleistung (W)	3.82	Typ B-Normen	3.2
Schaltgerät	3.64	Typ C-Normen	3.3
Schrittschaltung	3.36	Überlast eines Stromkreises	3.59
Schutzeinrichtung mit Annäherungsreaktion	3.32	Überstrom	3.58
schützende Konstruktion	3.38	unerwarteter Anlauf	3.67
Schutzleiter	3.62	ungesteuertes Stillsetzen	3.65
Schutzleitersystem	3.61	verriegelte trennende Schutzeinrichtung	3.70
Schutzmaßnahme	3.89	verriegelte trennende Schutzeinrichtung mit Zuhaltung	3.71
Sicherheit einer Maschine	3.7	Verriegelungseinrichtung	3.69
Sicherheit von Steuerungen	3.92	Zeit bis zum Aufheben der Gefährdung	3.75
Sicherheitsabstand	3.39	Zeit für den Zugang bzw. Zugriff zum Gefahrenbereich	3.76
Sicherheitsfunktion von Steuerungen	3.93	Zuhaltung	3.72
Stellteil	3.42	Zustand eingeschränkter Brauchbarkeit	3.86
Steuereinrichtung mit selbsttatiger Rückstellung	3.31	Zustimmungseinrichtung	3.30
Steuergerät	3.45	Zuverlässigkeit	3.5
steuernde trennende Schutzeinrichtung	3.28	zwangsläufige Betätigung	3.73
Steuerstromkreis	3.44	Zwangsoffnung eines Kontaktelementes	3.74
technische Schutzmaßnahmen	3.21	Zweihandschaltung	3.33

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ

actuator	3.43	guard locking device	3.72
adjustable guard	3.27	harm	3.87
automatic monitoring	3.18	hazard	3.8
back-up functions	3.17	hazardous event	3.88
basic noise emission standard	3.79	hazardous machine function	3.12
category	3.91	hazardous situation	3.9
common cause failure	3.84	hazardous substance	3.78
common mode failure	3.85	hold-to-run control device	3.31
control circuit	3.44	indirect contact	3.54
control device	3.45	information for use	3.22
control guard	3.28	intended use of a machine	3.15
controlled stop	3.46	interlocking device	3.69
crushing zone	3.77	interlocking guard	3.70
danger zone	3.13	interlocking guard with guard locking	3.71
degraded state	3.86	isolation and energy dissipation	3.68
design of a machine	3.14	limited movement control device	3.36
detering device	3.37	limiting device	3.35
direct contact	3.47	live part	3.55
emergency stop	3.40	machine actuator	3.56
emergency stop equipment	3.41	machine start-up	3.66
emission sound pressure (p)	3.81	machinery	3.4
enabling control device	3.30	maintainability of a machine	3.6
enclosure	3.48	manual control	3.42
equipotential bonding	3.49	manual reset	3.95
exposed conductive part	3.50	mechanical restraint device	3.34
extraneous conductive part	3.51	movable guard	3.26
failure	3.52	muting	3.94
failure to danger	3.19	neutral conductor (N)	3.57
fault	3.53	noise emission declaration	3.83
fixed guard	3.25	noise test code	3.80
guard	3.24	operator	3.23

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

overcurrent	3.58	safety distance	3.39
overload of a circuit	3.59	safety function of control systems	3.93
positive mode actuation	3.73	safety measure	3.89
positive opening operation of a contact element	3.74	safety of a machine	3.7
power circuit	3.60	safety of control systems	3.92
protective bonding circuit	3.61	sound power (W)	3.82
protective conductor	3.62	stopping time	3.75
protective structure	3.38	switching device	3.64
redundancy	3.63	time for access to a danger zone	3.76
reliability	3.5	trip device	3.33
residual risk	3.90	two-hand control device	3.32
risk	3.10	type A standards	3.1
risk assessment	3.11	type B standards	3.2
risk reduction by design	3.20	type C standards	3.3
safeguarding	3.21	uncontrolled stop	3.65
safety critical functions	3.16	unexpected start-up	3.67
safety device	3.29		

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ НА ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКЕ

action mecanique positive	3.73	dispositif sensible	3.33
actionneur	3.56	distance de securite	3.39
appareil de commande	3.45	dommage	3.87
appareil de connexion	3.64	d'une machine	3.66
arret controle	3.46	element conducteur	3.51
arret d'urgence	3.40	enveloppe	3.48
arret non controle	3.65	equipement d'arret d'urgence	3.41
auto-surveillance	3.18	estimation du risque	3.11
categorie	3.91	evenement dangereux	3.88
circuit de commande	3.44	fiabilite	3.5
circuit de protection	3.61	fonction dangereuse d'une machine	3.12
circuit de puissance	3.60	fonction de securite des systemes de commande	3.93
code d'essai acoustique	3.80	fonctionnement en mode degrade	3.86
commande bimanuelle	3.32	fonctions de securite directe	3.16
commande necessitant une action maintenue	3.31	fonctions de securite indirecte	3.17
conception d'une machine	3.14	informations pour l'utilisation	3.22
conducteur de protection	3.62	inhibition	3.94
conducteur neutre (N)	3.57	liaison equipotentielle	3.49
consignation	3.68	machine	3.4
contact direct	3.47	maintenabilite d'une machine	3.6
contact indirect	3.54	manoeuvre positive d'ouverture d'un element de contact	
declaration de l'emission sonore	3.83	3.74	
defaillance	3.52	masse (partie conductrice accessible)	3.50
defaillance dangereuse	3.19	mesure de securite	3.89
defaillances de cause commune	3.84	mise en marche intempestive	3.67
defaillances de mode commun	3.85	norme de base sur l'emission sonore	3.79
defaut	3.53	normes de type A	3.1
dispositif de blocage du protecteur	3.72	normes de type B	3.2
dispositif de commande de marche par a-coups	3.36	normes de type C	3.3
dispositif de protection	3.29	operateur	3.23
dispositif de retenue mecanique	3.34	organe de commande	3.43
dispositif de validation	3.30	organe de service	3.42
dispositif de verrouillage	3.69	partie active	3.55
dispositif deflecteur	3.37	phenomene dangereux	3.8
dispositif limiteur	3.35	pression acoustique d'emission (p)	3.81

prevention intrinseque	3.20	risque residuel	3.90
protecteur	3.24	securite des systemes de commando	3.92
protecteur avec dispositif de verrouillage	3.70	securite d'une machine	3.7
protecteur avec dispositif d'interverrouillage	3.71	situation dangereuse	3.9
protecteur commandant la mise en marche	3.28	structure de protection	3.38
protecteur fixe	3.25	substance dangereuse	3.78
protecteur mobile	3.26	surcharge d'un circuit	3.59
protecteur réglable	3.27	surintensite	3.58
protection	3.21	temps d'acces a la zone dangereuse	3.76
puissance acoustique (W)	3.82	temps de mise a l'arret	3.75
rearmement manuel	3.95	utilisation normale d'une machine	3.15
redondance	3.63	zone dangereuse	3.13
risque	3.10	zone d'ecrasement	3.77

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное)

БИБЛИОГРАФИЯ

[1] ЕН 414—2000 Безопасность оборудования. Правила разработки и оформления стандартов по безопасности

[2] ГОСТ ИСО/ТО 12100-2—2002 Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования

[3] ЕН 294—92 Безопасность машин. Безопасные расстояния для предохранения верхних конечностей от попадания в опасную зону

[4] ЕН 418—92 Безопасность машин. Установка аварийного выключения. Функции. Принципы проектирования

[5] МЭК 60050/441—84 Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 441. Коммутационная аппаратура, аппаратура управления и предохранители

[6] ЕН 60204-1 —98 Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. Общие требования

[7] МЭК 60050/826—82 Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 826. Электроустановки зданий

[8] ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)

[9] МЭК 60050-191—90 Международный электротехнический словарь (МЭС). Глава 191. Надежность и качество услуг. Изменение 1—98

[10] ЕН 1037—95 Безопасность машин. Предотвращение неожиданного пуска

[11] ЕН 1088—95 Безопасность машин. Блокировочные устройства, связанные с защитными устройствами. Принципы конструирования и выбора

[12] МЭК 60947-5-1—97 (ЕН 60947-5-1—91) Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5.1. Аппараты и коммутационные элементы цепей управления. Электромеханические аппараты для цепей управления

[13] ЕН 999—98 Безопасность машин. Скорость перемещения кисти руки и руки от кисти до плеча. Скорость подвода частей тела человека для позиционирования предохранительных устройств

[14] ЕН 349—93 Безопасность машин. Минимальные расстояния для предотвращения защемления частей человеческого тела

[15] ГОСТ ИСО 14123-1—2000 Безопасность оборудования. Снижение риска для здоровья от опасных веществ, выделяемых оборудованием. Часть 1. Основные положения и технические требования

[16] ЕН ИСО 12001—96 Акустика. Шум, издаваемый машинами и оборудованием. Правила по разработке и представлению норм по проверке шума

[17] CEN/CLC Меморандум № 9, 1994. Руководство по включению аспектов безопасности в стандарты (идентичен с руководством № 51—1990 ISO/IEC)

[18] ЕН 1050—96 Безопасность машин. Принципы оценки и определения риска

[19] ЕН 954-1—96 Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с обеспечением безопасности. Часть 1. Общие принципы конструирования

Ключевые слова: безопасность оборудования, термины, определения

Содержание

1 Область применения

2 Нормативные ссылки

3 Термины и определения

Алфавитный указатель терминов на русском языке

Алфавитный указатель терминов на немецком языке

Алфавитный указатель терминов на английском языке

Алфавитный указатель терминов на французском языке

Приложение А Библиография



ЦИФРОВАЯ ДИСТАНЦИОННАЯ ЗАЩИТА: ПРИНЦИПЫ И ПРИМЕНЕНИЕ

М.: Энергоиздат, 2005 г. - 328 с.

Предлагаемая читателю книга является переводом книги известного немецкого электроэнергетика Г. Циглера, вышедшей в 2005 г. в Германии.

Дистанционная защита – это универсальная защита от токов коротких замыканий. Она является основной в системе защиты линий электропередачи и распределительных сетей.

Хотя классические дистанционные защиты на электромеханической или статической базе до сих пор широко распространены, наиболее современными считаются многофункциональные микропроцессорные устройства. Они связаны с централизованной системой управления, и ими можно управлять как с персонального компьютера, так и дистанционно. В новых устройствах применяются те же принципы работы, что и в устройствах предыдущего поколения. Цифровая обработка сигнала и интеллектуальные алгоритмы оценки позволили значительно повысить точность и селективность

действия устройств. Большая степень функциональной интеграции, наряду со способностью самодиагностики, позволили значительно уменьшить габариты устройств, а также сократить расходы на техническое обслуживание.

В книге описаны общие принципы работы дистанционных защит, особое внимание уделено цифровой технологии. В основу положено практическое применение цифровых дистанционных реле в энергосистемах; проанализировано поведение дистанционной защиты при различных коротких замыканиях и режимах работы системы, выведены уравнения для практического применения и описаны алгоритмы работы.

Так как для каждого производителя характерны свои особенности конструктивного исполнения устройств, которые очень быстро изменяются, они описаны настолько, насколько это необходимо для понимания. В качестве примеров использова-

ны устройства фирмы СИМЕНС серии 7SA5, 7SF6. Однако существуют некоторые общие особенности, характерные для всех производителей. В книге также даны фрагменты из технической документации, представленной фирмами-производителями.

Рассмотрены вопросы современного практического использования дистанционных защит в распределительных и промышленных сетях. Выбор тем и примеров основан на большом опыте работы авторов в области релейной защиты энергосистем. Поэтому многие проблемы и вопросы пользователей прямо или косвенно отражены в этой книге.

Книга ориентирована на студентов, инженеров, аспирантов, преподавателей, разработчиков, проектировщиков и эксплуатационников, желающих ознакомиться с цифровой дистанционной защитой. Книга может также служить пособием по решению проблем защит этого типа.

**ЗАКАЗАТЬ КНИГУ МОЖНО В ЗАО НТФ «ЭНЕРГОПРОГРЕСС»
ПО ТЕЛ. (095) 911-71-82, 911-73-24**



УТВЕРЖДАЮ
Начальник Управления по надзору в
электроэнергетике Ростехнадзора РФ
Н. П. Дорофеев
23 мая 2005 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ О ПОРЯДКЕ ДОПУСКА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИСПЫТАНИЙ (ИЗМЕРЕНИЙ) – ЭЛЕКТРОЛАБОРАТОРИЙ

Методические рекомендации о порядке допуска в эксплуатацию электроустановок для производства испытаний (измерений) – электролабораторий разработаны в соответствии с п. 5.3.1.6. «Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401 и «Положения об Управлении по надзору в электроэнергетике», введенного в действие приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 октября 2004 г. № 147.

Методические рекомендации (далее – рекомендации) разработаны с целью упорядочения организации деятельности электроиспытательных и измерительных станций (стендов, лабораторий), повышения требований к квалификации обслуживающего персонала, а также предупреждения случаев электротравматизма.

Данные рекомендации определяют порядок допуска в эксплуатацию электроустановок для производства испытаний (измерений) – электролабораторий организаций любой формы собственности и ведомственной принадлежности в Российской Федерации, а также индивидуальных предпринимателей, организующих и выполняющих электрические испытания и измерения в процессе производства, монтажа, наладки, ввода в эксплуатацию, эксплуатации и ремонта электрооборудования, электроустановок и средств защиты, используемых в электроустановках.

Под электролабораторией понимается стационарная или передвижная станция, стенд, установка, предназначенные для производства испытаний (измерений), оснащенные соответствующим испытательным (измерительным) оборудованием, средствами измерений и защиты, имеющие необходимых специалистов (не менее двух), допущенных к испытани-

ям (измерениям) и имеющих право оформления протоколов.

Переносное испытательное оборудование или средства измерений приравниваются к передвижной электролаборатории.

1. До ввода электролаборатории в эксплуатацию разрабатывается положение, определяющее порядок и область использования электролаборатории, программы и методики проведения испытаний (измерений) электрооборудования, электроустановок и средств защиты. Указанные документы утверждаются руководителем организации (техническим директором).

Электролаборатории зарубежных фирм должны иметь утвержденные руководством фирмы программы и методики проведения испытаний и измерений (в том числе протоколы испытаний и измерений), оформленные на русском языке.

Программы и методики проведения испытаний (измерений) согласо-

<<71

общей платформе, для облегчения электромеханического монтажа.

Также компания наладила выпуск трансформаторов тока серии ТТЭ. Трансформаторы применяются для монтажа на панель при помощи кронштейнов или на шину при помощи специальной распорки в стационарных установках частоты 50 Гц напряжением до 660 В включительно, где необходимо осуществить учет электроэнергии, либо передать информационный сигнал измерительным приборам и устройствам управления и защиты. Отличительные особенности:

– Неразборный корпус трансформатора выполнен из самозатухающей пластмассы, что делает невозможным доступ ко вторичной обмотке и отвечает требованиям электробезопасности при эксплуатации –

– Возможность опломбирования прозрачной крышки клеммных зажимов вторичной обмотки, что является обязательным при установке в схемах учета электроэнергии, т. к. исключает несанкционированный доступ к вышеуказанным клеммам и отвечает требованиям электробезопасности при эксплуатации.

<http://www.ruscable.ru>

ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО MOELLER В ТУЛЕ

Moeller по-прежнему укрепляет свои позиции в Центральном регионе России. 1 ноября открылось очередное представительство компании в городе Тула. Экономика и промышленность этого крупного центра с каждым годом развиваются, увеличивается доля строительства и, соответственно, растет потребность в надежном и качественном оборудовании. Но деятельность нового представительства не будет ограничиваться только городом Тула. Сфера деятельности данного филиала распространяется на Калужскую, Орловскую, Липецкую, Рязанскую и Брянскую области.

Региональное Представительство
в г. Тула

111>>

вываются с органами по надзору в электроэнергетике.

2. Допуск в эксплуатацию электроустановок для производства испытаний (измерений) – электролабораторий производится на основании акта комиссии, назначаемой территориальным Управлением Ростехнадзора РФ по результатам проведения ее осмотра и оформляется путем регистрации электролаборатории в «Журнале регистрации допуска в эксплуатацию электролабораторий», с выдачей свидетельства о регистрации. Рекомендуемая форма Свидетельства приведена в приложении.

В каждом территориальном Управлении внутренним распоряжением назначается подразделение, ответственное за ведение «Журнала регистрации допуска в эксплуатацию электролабораторий».

Комиссии должны быть представлены:

- Приказ о создании электролаборатории и назначении должностных лиц;
- Перечень осуществляемых видов испытаний (измерений);
- Документы по квалификации персонала и допуску его к испытаниям (измерениям);
- Техническая документация;
- Утвержденный комплект средств защиты и плакатов по безопасности.

Территориальные Управления не вправе потребовать другие документы, определяющие готовность и способность электролаборатории и ее персонала выполнять возложенные на них функции.

3. Работу по испытаниям и измерениям может проводить персонал, специально подготовленный в соответствии с Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации, Правилами эксплуатации электроустановок потребителей, Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок и Правилами техники безопас-

ности при эксплуатации электроустановок потребителей, прошедший проверку знаний и получивший соответствующую группу по электробезопасности, а также право на проведение специальных работ. Результаты испытаний оформляются протоколами.

4. Проверка знаний у персонала электролаборатории предприятия проводится установленным порядком с обязательным участием специалиста, допущенного к проведению испытаний (измерений) электрооборудования, электроустановок и средств защиты.

При отсутствии на предприятии возможности создания квалификационной комиссии, проверка знаний у персонала проводится в комиссии, создаваемой органами по надзору в электроэнергетике.

5. Срок действия регистрационного свидетельства электролаборатории не может быть менее чем три года. Срок действия регистрационного свидетельства по его окончании может быть продлен по заявлению руководителя организации.

6. Продление срока действия регистрационного свидетельства осуществляется в порядке переоформления документа, подтверждающего наличие регистрационного свидетельства.

7. Оформление регистрационного свидетельства производится в территориальном Управлении по месту регистрации юридического лица или индивидуального предпринимателя.

8. В случае преобразования юридического лица, изменения его наименования или места его регистрации, либо изменения имени или места жительства индивидуального предпринимателя, либо утраты документа, подтверждающего наличие регистрационного свидетельства, а также при модернизации испытательного оборудования или изменении ее назначения, предприятие обязано не позднее чем через пятнадцать дней подать заявление

- о переоформлении регистрационного свидетельства с приложением указанных в п. 2 настоящих Методических рекомендаций документов.
9. При переоформлении регистрационного свидетельства территориальным Управлением вносятся соответствующие изменения в «Журнал регистрации допуска в эксплуатацию электролабораторий».
 10. Свидетельство о регистрации электролаборатории действительно на всей территории Российской Федерации.
 11. Регистрация электролаборатории не требуется, если испытания и

измерения в процессе монтажа, наладки и эксплуатации электрооборудования не требуют оформления протоколов или других официальных документов.

12. Орган надзора осуществляет контроль за деятельностью электролабораторий. При обнаружении нарушений требований норм, правил, вида деятельности и настоящей инструкции выдает предписания об их устранении или при необходимости аннулирует Свидетельство о регистрации электролабораторий.

Приложение
(Рекомендуемая форма)



Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору
Управление по надзору в электроэнергетике

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о регистрации электролаборатории

Регистрационный № _____ от «__» _____ 200__ г.

Настоящее свидетельство удостоверяет, что, _____

(стационарная, передвижная, с переносным комплектом приборов)

электролаборатория _____

(полное наименование организации)

(юридический адрес предприятия, телефон, факс)

допущена в эксплуатацию и зарегистрирована в Управлении _____

с правом выполнения испытаний и (или) измерений электрооборудования и (или) электроустановок напряжением _____

(до и (или) выше 1000 В)

Перечень разрешенных видов испытаний и (или) измерений: _____

Свидетельство выдано на основании акта комиссии № _____ от «__» _____ 200__ г., назначенной распоряжением начальника Управления _____

Срок действия Свидетельства установлен до «__» _____ 200__ г.

Начальник Управления _____

(подпись) (Ф.И.О.)

м.п.

Продлено действие Свидетельства до «__» _____ 200__ г.

Начальник Управления _____

(подпись) (Ф.И.О.)

м.п.

**В РОССИИ ОТКРЫТО
ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМАТИЧЕСКИХ
ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ EATON**

В России, в г. Дубна, компанией «Тензор - Вымпел» открыто производство автоматических выключателей Eaton Electrical по лицензии и на оборудовании Eaton Electrical. Предприятие обеспечивает производство до 5000 единиц выключателей каждой из 7 серий Eaton на рабочий ток от 16 до 2500 А.

Продукция компании Eaton отличается высокой надежностью и широко применяется в мире в тех проектах, где требуется особая ответственность в энергоснабжении.

Источник: Тензор - Вымпел

**НОВОЕ МОДУЛЬНОЕ
КОМПЛЕКТНОЕ
УСТРОЙСТВО «АССОЛЬ»
ЗАО «ЭЛЕКТРОНМАШ»**

Система низковольтного комплектного устройства «АССОЛЬ» предназначена для приема и распределения электроэнергии в сетях переменного тока 0,4 кВ, а также управления электроприводами, освещением, электрообогревом.

НКУ «АССОЛЬ» является продукцией нового поколения в России, разработанной на новых принципах построения систем распределения электроэнергии и управления механизмами промышленных предприятий и объектов энергетики. Данное изделие сравнимо с мировыми аналогами, в частности, с устройствами SIVACON 8PT производства фирмы SIEMENS; MD и MNS производства фирмы ABB; Masterblock MB100, 200 фирмы Merlin Gerin и других зарубежных аналогов; однако выполнено с учетом специфики всех действующих норм и правил Российской Федерации.

Преимуществом данного НКУ, по сравнению с импортными аналогами, является возможность сочетания аппаратуры нескольких производителей в пределах одного НКУ.

<<111

Система НКУ «АССОЛЬ» имеет сертификат соответствия №РОСС RU.МЕ05.В02942 и соответствует требованиям нормативных документов ГОСТ Р 51321.1-2000 и ГОСТ Р 51732-2001.

Наименование параметра	Значение
Номинальное напряжение главных цепей,	В400
Номинальное напряжение вторичных цепей, В	по требованию Заказчика
Номинальная частота,	Гц50
Номинальный ток сборных шин, А	до 4000
Номинальный ток распределительных шин шкафов, А	до 1200
Номинальный ток унифицированных модулей, А	До 630
Ток термической стойкости, кА/1сек	до 90
Внутреннее секционирование (IEC 439-1, поправка 2 1996-11)	Формы 1-4
Степень защиты оболочкой по ГОСТ-14254	до IP55
Стойкость к воздействию механических факторов внешней среды по ГОСТ 17516.1-90	М6
Климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ 15150-69	УХЛ, Т категория размещения 3
Расположение шкафов	Однорядное/двухрядное/многорядное /угловое
Обслуживание щита	Одностороннее
Габаритные размеры, мм:	В зависимости от схемы главных цепей
Масса, кг	

Шкафы НКУ «АССОЛЬ» поставляются в виде самостоятельно транспортируемых секций полной заводской готовности «под ключ». Высокие надежность и ресурс применяемого оборудования, качество заводского изготовления позволяют значительно увеличить срок работоспособности изделия и сократить объем эксплуатационных работ. Установленный гарантийный срок эксплуатации НКУ составляет 2 года с момента ввода в эксплуатацию, но не более 3-х лет с момента отгрузки. Установленный срок службы НКУ – не менее 30 лет.

CONTENTS
№1/2006

ENERGETICS NEWS

PROBLEMS AND SOLUTIONS

Correct service organization of complex equipment

MARKET AND PROSPECTS

Storage cell of new generation for electrical transport

POWER FACILITIES

Self contained supply for industrial works.

Dynamic compensator of voltage distortion for reliable power supply of consumer.

Circuit-breakers – basic definitions.

Modern factory-assembled switchgears for high and low voltage.

Systematic approach to reliable service of insulation of electrical equipment in networks of middle and high voltage.

HEAT SUPPLY

Traditional and alternative heat supply for consumer of low power.

Methodical references for design and assembling of node for metering of heat energy.

Control and interchangeability of pumps.

AIR SUPPLY

Approaches to reconstruction of air supply system.

ORGANIZATION AND MANAGEMENT

Repair without problems.

EXPERIENCE EXCHANGE

Results of test service of frequency converter MIR PCh-01 at MUP «Teplokommunenergo» Omsk.

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Basic formation principles for energy distribution monitoring system of industrial works.

ENERGY SAVING

Energy saving – potential and practical realization.

QUESTION – ANSWER

ACCIDENT PREVENTION

Safety of equipment. Terms and definitions.

BOOKSHELF

STANDARDS DOCUMENTS

Methodical references for allowance order to service of electrical tests (metering) equipment - electrical facilities.

ПРАЙС-ЛИСТ НА РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЖУРНАЛЕ

Размер модуля	Стоимость публикации, руб
1/1 полосы	10 000
1/2 полосы	5 000
1/4 полосы	2 500
1/8 полосы	1 250
1/16 полосы	625
Строчка таблицы	660
2-я полоса обложки	30 000
3-я полоса обложки	25 000
4-я полоса обложки	35 000
Размещение рекламы в блоке журнала, с указанием страницы, где она размещена, в оглавлении	+50% к стоимости 1 (одной) полосы

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПРЕДУСМАТРИВАЕТ СКИДКИ

ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ РЕКЛАМЫ ПАКЕТАМИ:

№1 ПАКЕТ **ПРОБА**: 3 ВЫХОДА – 5%

№2 ПАКЕТ **СОТРУДНИЧЕСТВО**: 6 ВЫХОДОВ – 10%

ОПЫТ РЕКЛАМНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОКАЗЫВАЕТ,

ЧТО РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМЫ В ПАКЕТЕ

Позволяет получить

МАКСИМАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ

АДРЕС И ТЕЛЕФОНЫ: 119 602, РОЖДЕСТВЕНКА, Д.5/7, ОФИС 3. ФАКС 921-99-98

УВЕРЕНЫ, ЧТО СОТРУДНИЧЕСТВО С ЖУРНАЛОМ ПОМОЖЕТ ДОНЕСТИ ДО НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ОБРАЗ НАШЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ, А ТАКЖЕ, ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ, ПРИВЛЕЧЬ НОВЫХ КЛИЕНТОВ.

БЛАГОДАРИМ ЗА ДОВЕРИЕ К ЖУРНАЛУ И НАДЕЕМСЯ НА СОТРУДНИЧЕСТВО!