

ЭНЕРГЕТИК·5²⁰¹¹

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-МАССОВЫЙ ЖУРНАЛ

FLIR®

ОВОЙ ЛИДЕР В ОБЛАСТИ ИК-ТЕХНОЛОГИЙ

Тепловизоры FLIR серия T620/640

для профессионалов



640
480

Разрешение изображения 640x480 пикселей



Встроенная цифровая видеокамера



Сенсорный ЖК-дисплей



Встроенный видеоискатель



Meterlink для подключения
внешних устройств



Wi-Fi для подключения iPhone/iPad

Заказ № 30 Пор. №. 27

Журнал/книга имеет: _____ стр.

_____ табл. _____ карт.

№ № вып. 2011 № 5-8

Примечания:

НЕ ОБРЕЗАТЬ!

Расписка отв. за подготовку в перепл.

Интеллектуальные,
компактные и мощные

Электрические и механические
испытания, прежде чем
мощью тепловизора
можно увидеть мгновенные
изменения. Эта технология позволяет
обнаружить различия в температуре
объекта, которые невооруженным
глазом обнаружить невозможно.
Как они приведут к повреждению

ПЕРГАМ
www.pergam.ru

Официальный представитель FLIR в России и СНГ:

(495) 775-75-25
(495) 682-13-89
(495) 682-70-54

129085, г. Москва,
пр-д Ольминского, 3А
Факс: (495) 616-66-14
E-mail: flir@pergam.ru

Сервисный центр:
Тел./ф.: (495) 686-05-78
E-mail: support@pergam.ru
http://www.myservice.ru

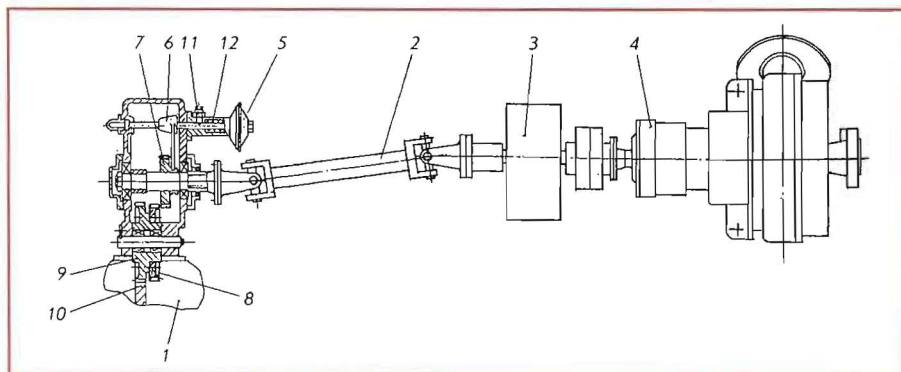


Рис. 4. Конструкция привода водяного насоса:

1 — вал раздаточной коробки; 2 — карданный вал; 3 — редуктор; 4 — водяной насос; 5 — камера включения; 6 — вилка; 7, 8, 9 — шестерни; 10 — шестерня коробки отбора мощности автомобиля; 11 — конечный выключатель; 12 — пружина

смонтированные на автомобилях повышенной проходимости. Обмывочный агрегат состоит из телескопической вышки ТВ-26Е на шасси полноприводного автомобиля ЗИЛ-131. На рабочей площадке вышки установлен аппарат, направляющий струю воды, в кузове вышки расположены два барабана для намотки рукавов подачи воды и один барабан для заземляющего провода.

Оператор во время обмыва изоляторов находится внутри металлического каркаса, который заземлен и надёжно предохраняет его от электромагнитного поля. При необходимости навесное оборудование может быть с вышки демонтировано, а вышка использована для монтажных и ремонтных работ. Насосный агрегат состоит из автоцистерны ЦР-7АПС ёмкостью 7,5 м³, которая располагается на шасси автомобиля КрАЗ-255. Для заземления автоцистерны на время обмыва на ней закреплён барабан с заземляющим проводом. Установки испытаны и внедрены в Жигулевских электрических сетях Куйбышевэнерго.

Таким образом, установки УМ-110 и УМ-500 имеют следующие достоинства: выполняют очистку изоляции под напряжением (без отключения электрооборудования), обладают высокой производительностью (быстрой очистки) при небольших материальных и финансовых затратах по сравнению с другими способами очистки изоляции от загрязнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. ПОТ РМ-016-2001 (РД 153-34.0-03.150-00). — М.: ДЕАН, 2004.
2. Типовая инструкция по обмыву изоляторов ВЛ 500 кВ включительно под напряжением непрерывной струей воды. СО 153-34.51.501. — М.: СПО «Союзтехэнерго», 1982.
3. Барг И. Г., Бессолицын А. Г. О безопасности персонала при работах на отключенных ВЛ 35 — 220 кВ, находящихся под наведённым напряжением // Энергетик. 2008. № 5.

Энергосберегающая установка для диагностики изоляции

АДАМ А. А. И., МЕЛКАУИ Х., инженеры, ПРИХОДЬКО В. М., канд. техн. наук
ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций»; 198035, Санкт-Петербург, Двинская ул., д. 5/7
rector@spbuwc.com
КРАВЧЕНКО В. И., инженер
ОАО «Дальневосточная распределительная сетевая компания»

Приведён принцип действия мобильной энергосберегающей установки для диагностики изоляции электрооборудования, разработанной и внедрённой в ОАО «Дальневосточная распределительная сетевая компания» — филиале «Приморские электрические сети». Опыт длительной эксплуатации этой установки показал, что её использование обеспечивает существенное энерго- и ресурсосбережение.

Ключевые слова: установка для диагностики, энергосберегающая технология, поиск дефектной изоляции, тиристорный преобразователь, переключатель, асинхронный двигатель.

В современной рыночной экономике необходимы разработка новых технических решений для методов диагностирования и прогнозирования изменения состояния изоляции электрических машин (в том числе асинхронных двигателей), а также создание опытных образцов диагностических приборов и энергосберегающих мобильных установок с тиристорным (симисторным) управлением в целях профилактических испытаний, диагностики и определения скрытых мест повреждения (пробоя) изоляционных систем [1, 2].

В связи с этим была изготовлена на одном из энергопредприятий ОАО «Дальневосточная распределительная сетевая компания» — филиала «Приморские электрические сети» мобильная, компактная, передвижная, экологически чистая, энергосберегающая установка для диагностики повреждения изоляции, применяемая при комплексных испытаниях обмоток статоров асинхронных двигателей.

Установка предназначена для проведения комплекса работ по испытанию, профилактике, пробое, дожиганию, диагностике и обнаружению скрытых мест повреждения изоляции асинхронных двигателей, кабельных и воздушных линий (ВЛ) электропередачи, аппаратов и прочего электрооборудования. С её помощью измеряются токи утечки изоляции жил кабелей временных электрических распределительных сетей в системах электроснабжения при испытаниях автономных электростанций по энергосберегающей технологии.

Кроме того, установка позволяет: повысить эффективность обнаружения мест повреждения изоляции; увеличить производительность труда; снизить трудовые, материальные и энергетические затраты; обеспечить электро- и пожаробезопасность; улучшить санитарно-гигиенические условия; сократить время и затраты труда обслуживающего персонала при эксплуатации, обнаружении дефектной изоляции и ремонте электрооборудования.

Рассматриваемая установка эффективно применяется в целях дожигания изоляции кабельных коммуникаций при большом переходном сопротивлении в месте замыкания до значения, необходимого для обнаружения скрытого места повреждения изоляционной системы. Структурная схема установки, представленная на рис. 1, состоит из высоковольтного трансформатора Т, выпрямителя V1 — V4, резисторов R1 — R4 на напряжение 25 кВ и ток 10 А, переключателя ступеней регулирования и выбора ответвления повышающей обмотки трансформатора S1, переключателя вида работы S2 «поиск — испытание — прожигание» и выбора фазы испытуемого объекта — асинхронного двигателя М (кабеля, аппарата, ВЛ).

Установка используется совместно со следующим оборудованием: блоком входных цепей 1 (его основной элемент — автоматический выключатель с

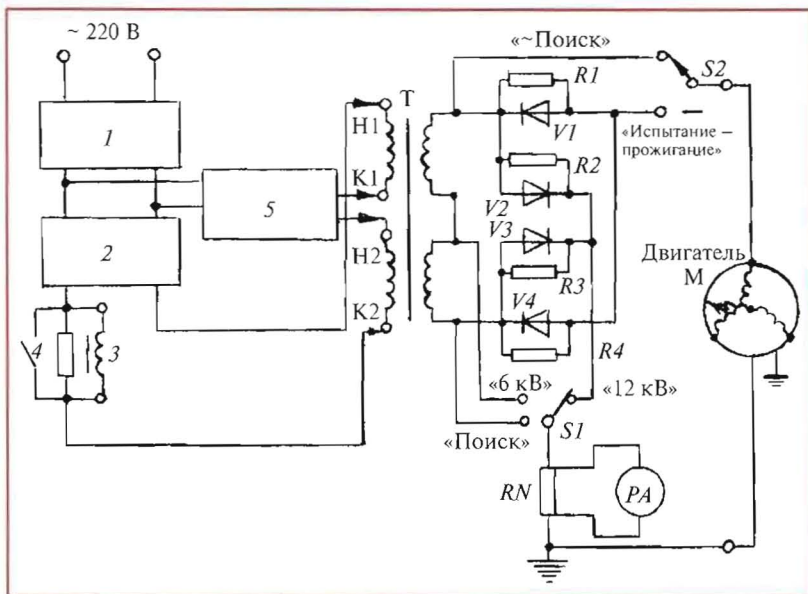


Рис. 1. Структурная схема энергосберегающей мобильной установки для диагностики изоляции

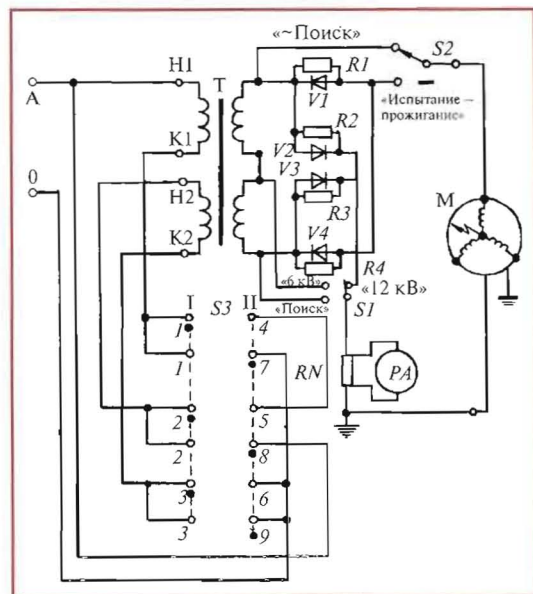


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема блока ВН мобильной установки

видимым разрывом); переносным тиристорным преобразователем (ТП) 2 (предназначенным для бесконтактного непрерывного регулирования тока пробоя или прожигания и наложения высокочастотных гармонических составляющих тока на обмотку статора асинхронного двигателя, кабель, ВЛ); дросселем 3 (можно заменить проволочным резистором 1,5 – 2 Ом на ток до 100 А) и шунтирующим выключателем 4. Напряжения ступеней вторичной обмотки трансформатора мощностью 20 кВ · А составляют 12, 6, 3 кВ при напряжении на первичной — 220 В. Ток прожигания контролируется амперметром РА (М4203) по шкале 0 – 10 А, который включён на стороне высокого напряжения (ВН) через шунт RN с параметрами 75 мВ, 10 А.

Принципиальная электрическая схема блока ВН мобильной установки показана на рис. 2. Высоковольтный прожигающий трансформатор Т представляет собой отечественный типовой повышающий трёхфазный силовой трансформатор ТН 3010, включённый по однофазной схеме. Его вторичная обмотка имеет ступенчатую конструкцию. Однофазный мостовой двухполупериодный выпрямитель V1 – V4 собран на высоковольтных полупроводниковых диодах КД203Д (1000 В, 10 А), соединённых последовательно по 25 штук в каждом «плече». Для выравнивания обратных напряжений полупроводниковые высоковольтные диоды зашунтированы резисторами R1 – R4 типа МЛТ-2 (180 кОм).

В качестве переключателя изменения ступеней прожигания S3 используется широко распространённый и серийно выпускаемый силовой стандартный переключатель ППМЗ-60/H2 на ток 63 А. Переключатель S3 имеет два положения соединения обмоток: последовательное I и параллельное II. При переключении первичных обмоток прожигающего трансформатора с последовательного на

параллельное соединение обеспечивается промежуточная дополнительная ступень прожигания 3 кВ. В случае перевода переключателя S3 в положение I осуществляется последовательное включение обмоток низкого напряжения H1K1, H2K2 и разгрузка питающего провода установки диагностики повреждения изоляции при сохранении неизменной силы тока на стороне ВН прожигающего трансформатора.

Изменение испытательного напряжения на выходе блока ВН и регулирование выпрямленного тока пробоя (прожигания) производится плавно в ручном режиме управления с помощью портативного ТП (рис. 3). Силовой блок ТП реализован по схеме ключа переменного тока из встречно-последовательно соединённых тиристоров VS1, VS2, шунтированных полупроводниковыми диодами VD1, VD2.

Вентилятор с электродвигателем М осуществляет принудительное охлаждение силовых тиристоров и диодов штыревого типа.

Для защиты мощных силовых тиристоров VS1, VS2 и диодов VD1, VD2 от перенапряжений установлены фильтры C2R13, C3R14, C4R15, C5R16. Неоновая лампа HL1 с последовательно включённым резистором R12 сигнализирует о подаче напряжения на ТП. Ток и напряжение контролируются по амперметру РА и вольтметру PV, принадлежащим ТП. На рис. 4 показаны разновидности электрических схем силового вентиляционного модуля универсального энергосберегающего ТП.

Источник управляющего напряжения включает в себя (см. рис. 3) разделительный согласующий трансформатор TV1 (380/220/42 В, 30 Вт) с переключа-

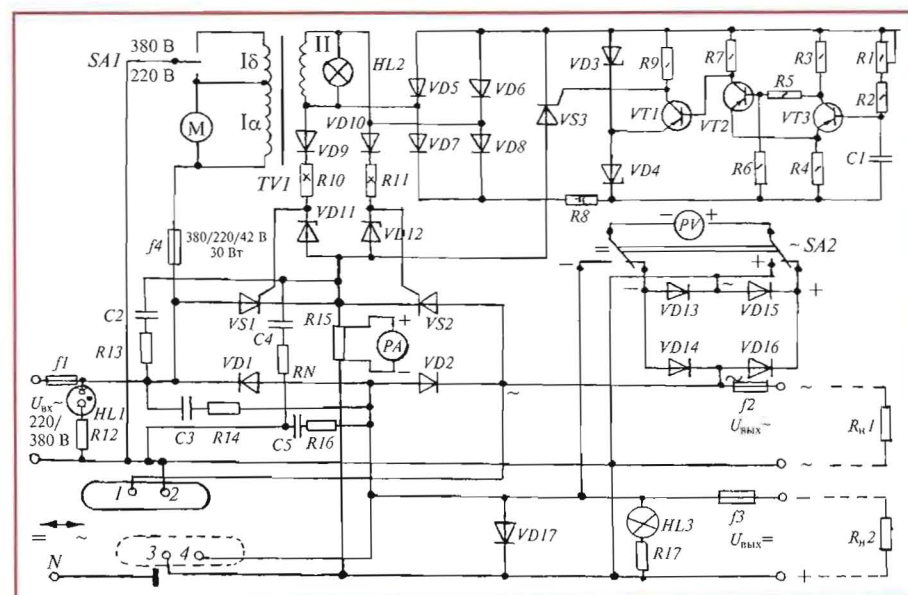


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема энергосберегающего универсального ТП

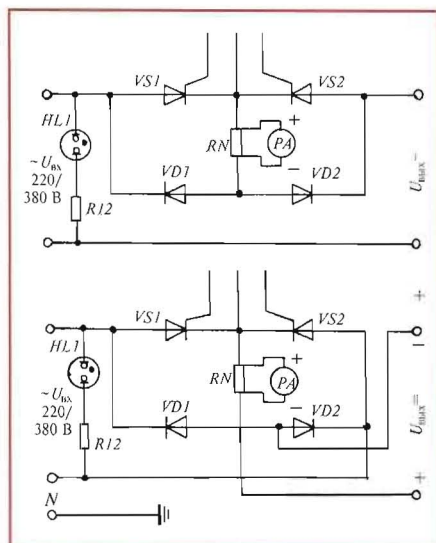


Рис. 4. Разновидности электрических схем силового вентиляционного модуля для универсального ТП

телем SA1; выпрямительный мост VD5 – VD8; стабилитроны VD3, VD4, VD11, VD12; тиристор VS3; разделительные диоды VD9, VD10; транзисторы VT1 – VT3; конденсатор C1; резисторы R1 – R11. Силовые тиристоры VS1, VS2 управляются с помощью тиристора VS3, включённого последовательно с выпрямительным мостом. Управляющее устройство состоит из триггера Шмитта VT2, VT3 и выходного транзисторного каскада VT1, работающего в ключевом режиме.

Регулирование в процессе испытаний и обнаружение дефектной изоляции осуществляются посредством ручки, механически связанной с переменным резистором R1 и выведенной на переднюю панель ТП «регулировка тока» М (меньше) и Б (больше). При подаче напряжения на схему управления появляется сигнал в виде свечения лампы HL2.

Схема управления миниатюрным, энергосберегающим, управляемым, экологически чистым ТП переносного типа выдаёт прямоугольные импульсы положительной полярности необходимой мощности для управления мощными силовыми тиристорами VS1, VS2 (см. рис. 4), а также осуществляет временный сдвиг импульсов управления, обеспечивая регулирование в широких пределах выходного напряжения ($U_{\text{вых}}$) преобразователя.

Система управления силовыми тиристорами выполнена по одноканальной схеме и согласует подачу управляющих импульсов на них в соответствии с половинной напряжения питающей сети таким образом, чтобы отпирающий импульс с требуемыми параметрами поступал на управляющий электрод того тиристора, анод которого находится под положительным потенциалом.

В схеме управления автономного портативного ТП реализована одна из разновидностей фазоимпульсного метода управления маломощным тиристором VS3 — интегральное управление, полу-

чившее в настоящее время широкое распространение наряду с вертикальным. Сопrotивлением переменного резистора R1 можно изменять время заряда конденсатора C1 и, соответственно, момент открывания управляющего тиристора VS3.

Вольтметр PV подключён к выходу ТП через однофазную мостовую схему неуправляемого выпрямителя, собранного на полупроводниковых диодах VD13 – VD16. Выходной каскад на транзисторе VT1 обеспечивает необходимое усиление по току. При использовании в портативном переносном ТП в качестве нагрузки управляющих переходных силовых мощных тиристоров VS1 или VS2 в каждый полупериод приложенного напряжения $U_{\text{вх}}$ осуществляется управление тиристорами VS1, VS2 тиристорно-диодного регулируемого преобразователя.

В случае открытия тиристора VS3 через стабилитроны VD11, VD12 проходит ток, создающий на них падение напряжения, которое через разделительные полупроводниковые диоды VD9, VD10 и резисторы R10, R11 поочередно поступает на электроды управления мощных силовых тиристоров VS1, VS2. Силовые тиристоры ТП, открываясь поочередно в оба полупериода приложенного напряжения сети, проводят регулируемый в широких пределах переменный электрический ток через последовательно или параллельно соединённые с помощью переключателя S3 обмотки высоковольтного прожигающего трансформатора и, следовательно, ток прожигания через объект испытаний (асинхронный двигатель, кабель, ВЛ, аппарат и пр.).

Для определения скрытого места повреждения, диагностики дефектной изоляции и её прожигания миниатюрный ТП используется вместе с блоком ВН передвижной установки (см. рис. 2). Тиристорное управление с помощью ТП вместо штатного электромагнитного регулирующего элемента (автотрансформатора или трансформатора с магнитным шунтом) обеспечивает повышение электро- и пожаробезопасности, культуры испытаний, а также улучшение условий работы [3].

Перед испытаниями мобильную установку заземляют и подсоединяют к сети 220 В. К её выходным зажимам подключают проводники, соединённые с корпусом асинхронного двигателя и повреждённой обмоткой, и включают автоматический выключатель в блоке 1 (см. рис. 1). Через блок управления 5 к выводам ТП ($U_{\text{вых}}$) подключают первичную обмотку высоковольтного трансформатора. Переключатель S2 устанавливают в положение «испытание – прожигание» и с помощью ТП увеличивают напряжение в целях испытания изоляции.

Для дожигания дефектной изоляции при указанных исходных условиях переключатель S1 переводят в положение «12 кВ». При этом включается ТП и через блок управления параллельно подсоединяются обмотки на первичной стороне трансформатора. Затем ручкой «регули-

ровка тока» на ТП устанавливают необходимый ток (до 100 А по низкой стороне трансформатора). С помощью ТП увеличивают напряжение и определяют по амперметру PA момент наступления пробоя. Если необходимо увеличить силу тока пробоя, переключатель S1 устанавливают в положение «6 кВ». Для дальнейшего увеличения тока прожигания посредством блока управления 5 первичная обмотка трансформатора переключается на последовательное соединение.

После пробоя изоляции, что определяется по увеличению тока при неизменном положении регулирующей ручки, переключатель S2 переводят в положение «поиск». При этом включают ТП и через блок управления осуществляют параллельное или последовательное соединение первичных обмоток трансформатора. Затем устанавливают необходимую для этого режима силу тока на ТП до 50 А и визуально определяют место повреждения в статоре асинхронного электродвигателя.

Передвижная установка проста в изготовлении, её применение достаточно эффективно в процессе испытательных и особенно поисковых работ. При этом трудоёмкость снижается в 3 – 4 раза, а электро- и пожаробезопасность повышается. Установка с миниатюрным, портативным, переносным, управляемым, экологически чистым ТП состоит из небольшого числа недефицитных отечественных элементов, компонентов и деталей. Её схема проста, электро- и пожаробезопасна, надёжна при транспортировании на значительные расстояния к объекту испытаний и имеет широкий диапазон регулирования тока прожигания (пробоя) дефектной изоляции в ручном режиме управления. Кроме того, установка экономична, универсальна, компактна и удобна в управлении. Технология её изготовления не вызывает затруднений и доступна для производства в электроцехах предприятий, а срок окупаемости всего один год.

Опыт длительной эксплуатации показывает, что внедрение мобильной установки обеспечивает оптимизацию комплексных испытаний с минимальным числом выходов на испытательное поле. При этом исключается необходимость повторной сборки схем испытаний для обнаружения скрытых мест повреждения изоляции асинхронных двигателей и диагностики пробоя изоляции во временных электрических распределительных сетях при испытаниях автономных электростанций по энергосберегающей технологии.

Практика внедрения свидетельствует, что использование рассматриваемой установки значительно упрощает организацию и снижает стоимость комплексных испытаний, обеспечивая энергоресурсосбережение. Опытная продолжительная эксплуатация в различных климатических условиях доказывает, что методика и предложенная методология применения передвижной установки с тиристорным управлением позволяют эффективно,

оптимально и в кратчайшие сроки приобрести практические навыки в производстве комплексных испытаний и диагностике повреждения изоляции электрооборудования.

Значительное уменьшение массы и габаритных размеров мобильной установки достигнуто использованием полупроводникового регулирующего элемента вместо традиционного электромагнитного (автотрансформатора или трансформатора с магнитным шунтом). Тиристорное управление обеспечивает бесконтактную непрерывную коммутацию без перерыва питания при переключении ступеней высоковольтного трансформатора, значительно более широкий диапазон выходного напряжения, высокий уровень высокочастотных составляющих несинусоидального тока, информативность индикации и надёжность работы установки в целом.

Оперативная и достоверная оценка состояния изоляции электрических машин в процессе эксплуатации позволяет значительно повысить их надёжность, исклю-

чив непредвиденные отказы из-за разрушения изоляционных систем. При этом возможно своевременное планирование ремонта электрических машин, в том числе асинхронных двигателей, в оптимальном объеме с учётом их фактического состояния. Диагностическое обеспечение для оценки состояния изоляционных систем существенно повышает её эффективность в условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приходько В. М. Методы и технические средства комплексных испытаний элементов судовых электроэнергетических систем в судостроении и судоремонте: монография. — СПб.: ИПЦ СПГУВК, 2005. — 348 с.
2. Приходько В. М. Повышение электропожаробезопасности при электрооборудовании судов от береговых сетей. — СПб.: СПГУВК, 2009. — 218 с.
3. Приходько В. М. Энергосберегающий универсальный тиристорный преобразователь // Судостроение. 2000. № 1. С. 44 — 45.

кладках, плиты теплоизоляционные минераловатные на синтетическом связующем плотностью от 50 до 125 кг/м³, изделия из стеклянного штапельного волокна. В небольшом объеме выпускаются изделия из супертонкого стеклянного или базальтового волокна с применением различных связующих веществ и без них. Коэффициент теплопроводности перечисленных материалов находится в диапазоне 0,042 — 0,052 Вт/(м · °С), стоимость составляет 2000 — 6500 руб/м³ [1, 2].

Эти материалы сравнительно дешёвы и доступны, однако гарантийный срок их эксплуатации невелик. В реальных условиях под воздействием перепадов температур, вибрации, ремонтного обслуживания стандартные теплоизоляционные покрытия практически через 3 — 4 года теряют свои теплоизоляционные свойства, расслаиваясь и осыпаясь.

В последние годы всё большее применение находят жидкокерамические теплоизоляционные материалы (ЖКТМ), такие как TC Ceramic HB (Thermal Coat), Mascoat, TSM Ceramic, Изолпат, Альфатек, Астратек [3]. Все жидкокерамические теплоизоляционные материалы схожи по своей структуре и способу изготовления — это микроскопические, заполненные разреженным воздухом керамические и силикатные шарики, которые находятся во взвешенном состоянии в жидкой полимерной композиции. Специальные добавки и модификаторы повышают стойкость материала к агрессивным средам. Главное достоинство жидкокерамических теплоизоляционных материалов — низкая теплопроводность. Основные технические характеристики некоторых из них приведены в таблице.

По консистенции ЖКТМ напоминают обычную краску, которую можно наносить на любую поверхность, в том числе металлическую. Толщина одного слоя покрытия составляет от 0,38 до 3 мм. После высыхания образуется эластичное полимерное покрытие, которое обладает уникальными теплоизоляционными свойствами и обеспечивает антикоррозионную защиту. Покрытие ЖКТМ обеспечивает также гидро- и звукоизоляцию (оно обладает шумопоглощающими свойствами) и сохраняет эти и другие полезные качества более 15 лет [3, 4].

Самый сложный вопрос, возникающий при сравнительном анализе традиционной изоляции и ЖКТМ, состоит в оценке коэффициента теплопроводности последней. В информации производителей со-

Сравнительная оценка материалов тепловой изоляции

АНТОНОВА А. М., ВОРОБЬЁВ А. В., кандидаты техн. наук

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

634034, г. Томск, пр. Ленина, д. 30, корп. 4

anton@tpu.ru

Рассмотрены традиционные и жидкокерамические материалы для тепловой изоляции трубопроводов и оборудования ТЭС и АЭС. Проанализированы преимущества и недостатки различных изоляционных материалов, некоторые специфические достоинства тепловой изоляции на основе жидкокерамических материалов. Проведён сравнительный расчётный анализ стоимости тепловой изоляции, приведены расчётные зависимости стоимости материала изоляции от температуры изолируемой поверхности.

Ключевые слова: материалы теплоизоляционные, жидкокерамические материалы, теплопроводность, стоимость.

Теплоизоляционные конструкции оборудования и трубопроводов ТЭС и АЭС при монтаже и в процессе эксплуатации подвергаются воздействию влаги, температурным, влажностным, вибрационным воздействиям, которые определяют требования, предъявляемые к изоляции [1].

Основные показатели, характеризующие физико-технические и эксплуатационные свойства теплоизоляционных материалов, следующие: теплопроводность, плотность, вибрационная стойкость, стабильность формы, горючесть, водостойкость и т. п.

Теплопроводность теплоизоляционного материала определяет требуемую толщину теплоизоляционного слоя, а следовательно, и нагрузки на изолируемый объект, конструктивные и монтаж-

ные характеристики теплоизоляционного покрытия.

Номенклатура отечественных волокнистых теплоизоляционных материалов, предназначенных для тепловой изоляции оборудования, включает традиционно применяемые маты минераловатные прошивные безобкладочные или в об-

Вид материала	Технические характеристики жидкокерамических теплоизоляционных материалов			
	Плотность в жидком (сухом) виде, кг/м ³	Температура эксплуатации, °С	Теплопроводность, Вт/(м · °С)	Стоимость 1 л, руб.
Mascoat «л»	587 (360 — 400)	от —60 до +204	0,001 — 0,0012	590 — 650
TC Ceramic HB (Thermal Coat)	590 (430)	от —60 до +200	0,001; эффективная 0,005 — 0,04	650 — 750
TSM Ceramic	490 — 590 (380 — 430)	от —47 до +260	0,001 — 0,003	450 — 500
Изолпат 1,2	550 — 750 (300 — 550)	от —50 до +170	Эффективная 0,002 — 0,007	500 — 565
Астратек	590 (430)	от —60 до +200	0,0011	460 — 500