

ОБ УМЕНЬШЕНИИ ЭНЕРГОЗАТРАТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЗДАНИЙ

В. В. МАКЕЕВ, С. Г. ДОДОЛЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время на отопление и горячее водоснабжение в Республике Беларусь ежегодно приходится свыше трети расходуемых ресурсов. С учетом этого энергосбережение в зданиях и сооружениях становится стратегическим условием дальнейшего роста экономики страны.

Нужно отметить, что через конструктивные элементы здания осуществляются следующие поте-ри теплоты: крыша – 15–20 %, стены – 20–25 %, окна – 20–25 %, пол – 5–10 %. Тепловая защита зданий позволит значительно повысить энергоэффективность всей организации, поскольку в этом случае можно обеспечить снижение первичных энергоресурсов на системы климатизации зданий. Потери теплоты в зданиях обусловлены теплопередачей и инфильтрацией, т. е. проникновением холодного наружного воздуха в помещение через неплотности ограждения.

Основная часть эксплуатируемых зданий производственного и административного назначения была построена в период 1961–1995 гг., когда уровень требований по теплозащитным свойствам наружных ограждений зданий был в 2–4 раза ниже уровня, устанавливаемого ныне действующими нормативными документами. В процессе эксплуатации зданий происходило дальнейшее естественное снижение теплозащитных свойств наружных ограждений, которое не компенсировалось доста-точным объемом капитального ремонта. В результате – основная часть зданий отрасли может быть обоснованно отнесена к разряду энергорасточительных.

В начале 70-х годов XX в. в зарубежную практику проектирования и строительства зданий было введено понятие «энергоэффективное здание». Энергопотребление зданий, которое раньше не было определяющим показателем, стало доминирующим критерием качества проекта. При проектирова-нии энергоэффективных зданий должны использоваться только такие решения, которые осуще-ствимы технически, обоснованы экономически и приемлемы с экологической и социальной точек зрения. Для систем климатизации зданий используется теплота, выделяемая людьми и оборудова-нием, а также возобновляемые источники энергии (солнечная энергия, энергия ветра, теплота ис-точников и верхних слоев грунта).

Теплообмен может осуществляться, как известно, тремя элементарными видами: теплопровод-ностью, конвекцией и излучением.

В реальности указанные процессы передачи теплоты протекают одновременно и влияют друг на друга. Обычно результат одновременного действия отдельных элементарных процессов приписы-вается одному из них, который считается главным. Влияние же остальных (второстепенных) явлен-ий сказывается лишь на количественной характеристике основного процесса.

Уравнение теплопередачи через многослойную плоскую стенку имеет вид

$$Q_{T,} = k \Delta t F = \left(\frac{1}{\alpha_{в}} + R + \frac{1}{\alpha_{н}} \right)^{-1} (t_{в} - t_{н}) F,$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К); Δt – температурный напор; $t_{н}$ – температура наружного воздуха, °С; $t_{в}$ – температура воздуха внутри помещения, °С; F – площадь поверхности стенки, м²; $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи воздуха со стороны помещения; $\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи наружного воздуха, Вт/(м²·К); R – термическое сопротивление многослойного огражде-ния, (м² · К)/Вт.

Для лучшего понимания требований по теплозащитным свойствам наружных ограждений рас-смотрим следующий пример. Для наружных стен рекомендуемое термическое сопротивление равно 1,5142 м² · °С/Вт. Термическое сопротивление стены можно определить по формуле

$$R = 1 / \alpha_{в} + \sum \delta_i / \lambda_i + 1 / \alpha_{н},$$

где $\alpha_{в}$ и $\alpha_{н}$ – коэффициенты теплоотдачи на внутренней и наружной поверхности ограждения, при-нимаемые $\alpha_{в} = 8,7$ Вт/(м² · °С), $\alpha_{н} = 23$ Вт/(м² · °С); $\sum \delta_i / \lambda_i$ – суммарное термическое сопротивление теплопередачи конструктивных слоев ограждения.

Если принять, что стена однослойная и выполнена из керамического кирпича (коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°С})$), то необходимую толщину такой стены можно определить по формуле

$$\delta = \lambda(R_{\text{ред}} - 1/\alpha_{\text{в}} - 1/\alpha_{\text{н}}) = 0,81(1,5142 - 1/8,7 - 1/23) = 1,1 \text{ м},$$

т. е. такая стена должна иметь толщину 4,5 кирпича.

Подобная конструкция не только рациональна с точки зрения технологии строительства, но и весьма затратна. Отсюда можно сделать вывод, что при строительстве энергоэффективных зданий необходимо использовать многослойные конструкции стен и покрытий, обязательно включающие в себя эффективный утеплитель.

В таких конструкциях две основные функции ограждения (несущая и теплоизолирующая) разделены. Несущую функцию обеспечивает железобетонная или кирпичная стена, толщина которой выбирается из условия прочности, теплоизолирующую обеспечивает эффективный утеплитель с коэффициентом $\lambda = 0,04 \dots 0,08 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Для утепления наружных стен разработаны системы со штукатурными слоями и системы с защитно-декоративными экранами (вентилируемые фасады).

В системах с навесными вентилируемыми фасадами утеплитель фиксируется на наружной поверхности несущей части стены, выполненной из кирпича или бетона, с помощью дюбелей или анкеров. Затем на стене крепятся несущие кронштейны, на которых монтируются специальные профили, образующие единый каркас, на котором создается экран из облицовочных плит. Летом вентилируемый фасад служит солнцезащитным экраном, зимой – защищает конструкцию от осадков и ветра, уменьшает диапазон колебаний температуры несущей стены и защищает ее от периодических процессов замерзания и оттаивания. Точка росы сдвигается в наружный теплоизоляционный слой, поэтому внутренняя часть стены остается сухой.

Для современных зданий характерны большие площади остекления. Это способствует сокращению потребления электрической энергии за счет улучшения естественной освещенности помещений. Однако в холодный период года окна являются источником дополнительных потерь, а в теплый период – причиной избыточных теплопоступлений. Для того чтобы этому препятствовать, необходимо использовать светопрозрачные конструкции с улучшенными теплотехническими характеристиками.

Поток солнечного излучения состоит примерно из 52 % видимого света и 48 % инфракрасного и ультрафиолетового излучения. Основная часть потока солнечного излучения (до 80 %), попадающего на поверхность обычного оконного стекла, беспрепятственно пройдет в помещение и будет поглощена внутренней поверхностью помещения и поверхностью массивных предметов (например, оборудования и мебели). Часть солнечного излучения (до 10 %) будет поглощена самим стеклом и в виде теплового излучения распространится в обе стороны от него (наружу и вовнутрь помещения). Оставшаяся часть (примерно 10 %) солнечного излучения будет отражена наружу.

Увеличение термического сопротивления окон возможно за счет использования многослойных стеклопакетов. Для уменьшения интенсивности теплопередачи стеклопакетов камеры между стеклами заполняются инертными газами (аргон, криптон, ксенон), коэффициент теплопроводности которых меньше, чем у воздуха. Для достижения этой цели можно вакуумировать межстекольное пространство стеклопакета.

В настоящее время активно разрабатываются оконные конструкции с изменяющейся светопропускной способностью. Они снабжены эффективными средствами управления светопропускной способностью для обеспечения оптимального соотношения уровня естественного освещения и величины теплопоступлений в помещение от солнечного излучения как в холодный, так и в теплый период года.

Наибольшее распространение получили две технологии:

1 Электрохромная технология с использованием оксидов металлов.

Данная технология предусматривает пятислойное покрытие поверхности стекла, наносимое методом вакуумного осаждения (напыления). После нанесения покрытия поверхность закрывается вторым стеклом и обеспечивается герметичность соединения стекол. При подаче управляющего электрического сигнала стекло темнеет и приобретает способность поглощать солнечный свет. Поглощенный в наружном стекле лучистый поток превращается в теплоту и передается преимущественно наружному воздуху. При смене полярности управляющего сигнала стекло возвращается в

прозрачное состояние. Конструкция, выполненная на основе электрохромной технологии, пропускает в прозрачном состоянии примерно 62 % видимой части спектра солнечного излучения, а в полностью затемненном – 3,5 %.

2 Светопрозрачные конструкции с технологией изменения ориентации взвешенных частиц.

Данная светопрозрачная конструкция состоит из двух слоев стекла (или прозрачного пластика) с электропроводящим покрытием внутренних поверхностей. Покрытие представляет собой ламинированный пленочный слой, содержащий малые взвешенные частицы специально разработанного химического состава. Обычное распределение этих частиц таково, что они ориентированы разнонаправлено и блокируют до 99,75 % падающего на стекло солнечного света. При подаче на проводящие слои переменного тока частицы ориентируются по силовым линиям электрического поля и пропускают солнечный свет. За счет изменения электрического напряжения можно плавно изменять состояние стекла от прозрачного до практически полностью затемненного.

Существенным преимуществом данной технологии является то, что светопропускная способность изменяется очень быстро. Поэтому продолжительность перехода конструкции из прозрачного состояния в затемненное не зависит от ее размеров и температуры наружного воздуха. Обычно стекло переходит от затемненного состояния к прозрачному приблизительно за одну секунду, а в обратном направлении – менее чем за три секунды. Появление стекла, светопропускной способностью которого можно управлять, позволяет говорить о возможности создания «умных» («интеллектуальных») окон. Система управления такими окнами может быть запрограммирована на оптимальный уровень освещения и энергопотребления с поминутной разбивкой по времени суток, а также на учет наличия людей в помещении и наружных климатических условий. Затраты энергии на такую систему управления крайне незначительны.

УДК 621.313.04

ДИАГНОСТИКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Д. В. МИРОШ, В. Н. ГАЛУШКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Проблема повышения энергетической и экологической безопасности на транспорте всегда является предметом пристального внимания. Зачастую принято забывать, что эти сферы неразрывно взаимосвязаны между собой. Улучшение энергетической безопасности способствует улучшению качества цепи «источник-потребитель». Следовательно, повышение качества позволяет производить меньшее количество операций по поддержанию компонентов этой цепи, задействовать меньшее количество ресурсов, необходимых для обслуживания, то есть способствовать изменениям экологической составляющей.

Цель работы. Разработать и внедрить в производство диагностическую платформу для автономного оценивания остаточного ресурса изоляции трехфазных асинхронных двигателей.

Цепь «источник-потребитель» можно наглядно рассмотреть для тягового подвижного состава на железной дороге. Причина такого выбора объекта исследования в следующем: железнодорожный транспорт по праву является самым энергоэффективным видом транспорта, а также самым экологичным. Несмотря на это, количество потребляемых топливно-энергетических ресурсов велико. Следовательно, всегда есть области для снижения потребления и повышения степени их использования. Структура железной дороги подразделяется на множество структурных подразделений, начиная от организации движения и заканчивая ремонтом и обслуживанием. Кроме того, доля расхода локомотивного хозяйства на электроэнергию для тяги поездов составляет более 80 % от всего потребления на Белорусской железной дороге [1].

Для тягового подвижного состава конечным потребителем, который осуществляет вращение колесной пары локомотива, в дальнейшем приводящей локомотив и поезд в движение, является тяговый электродвигатель. Современный пассажирский и грузовой подвижной состав, в особенности электровозы и электропоезда, оборудованы тяговыми электродвигателями асинхронного типа.