

Галкин С., Запасный В.

ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ

УДК: 621.9

Рациональное использование энергоресурсов способствует снижению стоимости конечной продукции и уменьшению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Это особенно актуально в настоящее время, когда техногенная деятельность человечества стала мощным возмущающим фактором в глобальных процессах биосферы Земли.

В современной технике применяются теплоносители высоких температур и глубокого холода, что обуславливает большие потери энергии. Так как тепловая изоляция является энергосберегающим фактором, то её рациональное проектирование является важным аспектом функционирования инженерных систем теплотехники и хладотехники.

На предприятиях теплоэнергетики за счет средств автоматизации удается добиться достаточно высокого КПД теплогенерирующих установок (90-95 %). Однако при транспортировке теплоэнергии к потребителю в виде горячей воды или пара происходят значительные потери тепла, так как в трубопроводах теплоноситель частично остывает, отдавая тепло окружающей среде. Анализ, проведенный ВНИПИ Теплопроект, показывает, что ежегодные потери тепла на 400 тысяч км тепловых сетей составляют 224,5 млн. Гкал, или 32,1 млн. т условного топлива. Такого количества тепла достаточно, чтобы нагреть на 1°C слой воздуха толщиной 14 м, покрывающей всю Евразию. Это свидетельствует о наличии значительных перспектив в области совершенствования тепло-вой изоляции оборудования и трубопроводов.

В связи с вышеизложенным, рациональное проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов имеет весьма актуальное значение в качестве энергосберегающего фактора, который должен снижать энергетические потери к экономически обоснованному минимальному значению.

Методика проектирования теплоизоляции того или иного объекта должна обеспечивать обоснованный выбор вида теплоизоляционного материала и определение его оптимальной толщины. Рациональный подход к решению поставленной проблемы позволяет значительно сократить расход энергетических ресурсов, связанный с использованием нагретых или охлажденных сред.

Эффективность тепловой изоляции зависит от её физических свойств и толщины. Чем толще слой теплоизоляции и больше её термическое сопротивление, тем меньше тепла теряет теплоноситель. Но устройство теплоизоляционных конструкций требует экономических затрат, поэтому необходимо рационально подходить к решению данного вопроса. В современной технике применяются теплоносители высоких температур и глубокого холода, что обуславливает большие потери энергии. В связи с этим теплоизоляция технологического оборудования и трубопроводов приобрела первостепенную и самостоятельную роль.

За последние годы были достигнуты значительные успехи в области производства теплоизоляционных материалов, а также по индустриализации теплоизоляционных работ. Теплотехнические характеристики теплоизоляционных материалов постоянно улучшаются, а стоимость капитальных затрат на обустройство теплоизоляции снижается относительно стоимости тепловой энергии. Однако проектно-нормативная документация по проектированию тепловой изоляции не соответствует современному уровню развития теплотехники, так как методологический подход содержит значительные обобщения, принципиальная основа которых разработана в 50-х годах прошлого века [1].

Действующим нормативным документом по проектированию теплоизоляции в Республике Казахстан является МСН 4.02-03-2004 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» [2]. Проектирование энергосберегающей тепловой изоляции по данному нормативному документу основано на ограничении тепловых потерь. В МСН 4.02-03-2004 указаны нормированные значения плотности теплового потока через изолированную поверхность в зависимости от геометрических и эксплуатационных условий. Исходя из указанных значений, рассчитывается необходимая толщина теплоизоляционного слоя.

Анализ нормативного документа МСН 4.02-03-2004 позволил выявить следующие недостатки:

- в МСН 4.02-03-2004 отсутствует сама методика расчёта толщины теплоизоляционного слоя и не представлены ссылки на какие-либо другие документы, регламентирующие алгоритм расчёта;
- для теплотрасс, проложенных под землёй в непроходных каналах и бесканально, не представ-

ляется возможным отдельно рассчитать тепловую изоляцию для подающего и обратного трубопроводов, так как нормы плотности теплового потока представлены суммарно по длине теплотрассы;

- значения коэффициента, учитывающего изменение стоимости теплоты в зависимости от района строительства, представлены только для регионов России.

До 2005 года проектирование тепловой изоляции в Казахстане производилось по СНиП 2.04.14-88* «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», в котором отсутствовали вышеуказанные недостатки. Однако этот документ содержал нормативные данные, которые приводили к ошибочным результатам расчётов. С принятием МСН 4.02-03-2004 этот СНиП утратил статус нормативного документа.

В сложившихся условиях при проектировании тепловой изоляции приходится использовать алгоритмы расчётов, представленных в СП 41-103-2000 «Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов» (одобрен для применения в странах СНГ протоколом № 16 от 02.12.1999 года Межгосударственной научно-технической комиссии по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве) [3].

Технико-экономический анализ существующей методики проектирования тепловой изоляции показал, что она не обеспечивает нахождение оптимальных параметров теплоизоляционного слоя. Методика проектирования по МСН 4.02-03-2004 и СП 41-103-2000 объективно не учитывает такие важнейшие факторы как: стоимость выработки единицы тепла, капитальные затраты на устройство тепловой изоляции, срок функционирования тепловой изоляции. Тем самым, игнорируется специфика проектируемого объекта, что обусловлено влиянием плановой экономики советских времён. Кроме того, при альтернативе использования дешевого теплоизоляционного материала с повышенной теплопроводностью и дорогого материала с пониженной теплопроводностью нормативная методика не позволяет произвести обоснованный выбор.

Современные рыночные отношения требуют индивидуального подхода к технологическим задачам, что позволяет выявить наиболее рациональный путь их решения. Это обуславливает необходимость разработки новой методики проектирования тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, которая позволит определить оптимальные параметры теплоизоляционного слоя и свести к минимуму экономические затраты, связанные с неизбежными потерями тепла. Новая методика проектирования должна

предусматривать нахождение универсального критерия энергоэффективности тепловой изоляции, который обеспечит выявление не только оптимальной толщины теплоизоляционного слоя, но и вида материала из имеющегося ассортимента.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- произвести анализ современного состояния проблемы тепловой изоляции оборудования и трубопроводов и выявить недостатки существующих методов проектирования;

- сформулировать концепцию универсального критерия энергоэффективности, определяющего выбор теплоизоляционного материала и его оптимальной толщины;

- разработать методику проектирования оптимальной тепловой изоляции оборудования и трубопроводов по критерию энергоэффективности;

- произвести технико-экономическую оценку разработанной методики путём сопоставления с действующей (нормативной) методикой, дать конкретные рекомендации по её применению.

В настоящее время промышленностью выпускается достаточно широкая номенклатура теплоизоляционных материалов, обладающих различными характеристиками (срок службы, теплоизоляционные свойства, стоимость, область применения). При проектировании тепловой изоляции технологического оборудования и строительных конструкций необходимо решить два основных вопроса:

а) Какой теплоизоляционный материал необходимо применить?

б) Какой должна быть толщина теплоизоляционного слоя из выбранного материала?

Рациональность выбора теплоизоляционного материала и толщины его слоя определяется собственными характеристиками этого материала и условиями эксплуатации.

К условиям эксплуатации, влияющим на рациональность выбора теплоизоляционного материала, относятся:

- разность температур рабочей и окружающей среды;

- коэффициент теплоотдачи с поверхности;

- геометрические характеристики изолируемой поверхности;

- стоимость единицы тепла («холода»);

- срок функционирования изолируемого объекта.

К характеристикам теплоизоляционного материала, влияющим на рациональность его выбора, относятся:

- допустимые условия эксплуатации по техническим параметрам;
- коэффициент теплопроводности;
- срок службы;
- капитальные затраты на устройство тепловой изоляции.

В соответствии с действующим нормативным документом МСН 4.02-03-2004, конструкции тепловой изоляции оборудования и трубопроводов должны отвечать требованиям:

- энергоэффективности - иметь оптимальное соотношение между стоимостью теплоизоляционной конструкции и стоимостью тепловых потерь через изоляцию в течение расчетного срока эксплуатации;
- эксплуатационной надежности и долговечности - выдерживать без снижения теплозащитных свойств и разрушения эксплуатационные, температурные, механические, химические и другие воздействия в течение расчетного срока эксплуатации;
- безопасности для окружающей среды и обслуживающего персонала при эксплуатации.

Наличие такого количества факторов существенно осложняет определение оптимальных параметров тепловой изоляции оборудования и трубопроводов при проектировании.

Исходя их функционального назначения тепловой изоляции, очевидно, что её оптимальные параметры определяются энергоэффективностью. Это обуславливает необходимость выполнения экономической оценки инвестиций для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.

Для экономической оценки инвестиций существуют методы, основанные на расчёте следующих показателей [4]:

- а) абсолютная экономическая эффективность;
- б) приведённые затраты;
- в) расчётная величина прибыли;
- б) срок окупаемости (РР);
- в) чистый приведённый эффект (NPV);
- г) индекс доходности инвестиций (PI);
- д) внутренняя норма доходности инвестиций (IRR).

Показатели, представленные в пунктах а-б активно применялись при плановой экономики в СССР. Показатели, представленные в пунктах б-д применяются в настоящее время в условиях рыночной экономики.

Анализ рассмотренных методов оценки инвестиций показал, что их достаточно сложно использовать для разработки методики проектирования тепловой изоляции с оптимальными параметрами. Наиболее приемлемым при

проектировании тепловой изоляции является использование показателя чистого приведённого эффекта (NPV). Однако при этом необходимо дополнительно разрабатывать методику расчёта коэффициента дисконтирования. Кроме того, использование традиционных методов оценки инвестиций осложняется тем, что тепловая изоляция в основной массе применяется на монопольных предприятиях теплоснабжения, экономическая деятельность которых регулируется государством. Получается, что в условиях рыночной экономики необъективно применять плановые методы оценки эффективности инвестиций и в тоже время необъективно использовать рыночные методы ввиду ограниченной экономической свободы монополистов.

С целью выявления физического смысла численного значения энергоэффективности, который позволяет однозначно установить оптимальные параметры тепловой изоляции, использована концепция влияния наличия тепловой изоляции на стоимость тепловой энергии. Увеличение толщины теплоизоляционного слоя приводит к сокращению тепловых потерь. Это снижает стоимость полезно используемой тепловой энергии. В тоже время увеличение толщины тепловой изоляции влечет за собой возрастание капитальных затрат на её устройство. Это увеличивает стоимость полезно используемой тепловой энергии. Учитывая противоречивость этих аспектов, необходимо применять теплоизоляцию такой толщины, которая обеспечит максимальное снижение стоимости полезно используемой тепловой энергии. Основываясь на данных положениях необходимо разработать методику расчета критерия энергоэффективности с учетом выявленных влияющих факторов.

Таким образом, на основе инновационного подхода к проблеме проектирования тепловой изоляции трубопроводов выявлены недостатки существующего метода и обозначены предпосылки по разработке нового.

Литература:

1. Нормы проектирования тепловой изоляции для трубопроводов и оборудования электростанций и тепловых сетей. - М.: Госстройиздат, 1959.
2. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. МСН 4.02-03-2004. Дата введения 01.11.2005 г.
3. Свод правил по проектированию и строительству. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. СП 41-103-2000. - М.: ГОССТРОЙ России, 2001.
4. Экономика строительства. Учебник для ВУЗов / Под ред. д. э. н., проф. И. С. Степанова. -М.: Юрайт, 2000.

Рецензент: д.тех.н., профессор Квасов А.И.