

## Преимущества применения современных высокотехнологичных керамоволокнистых материалов в энергетике

В данном докладе будут использованы данные, полученные в результате обследования изоляции и обмуровки 80 энергоблоков, или около 10% всех технологических мощностей России, обследованных Испытательным центром «Фирма Энергозащита» с 1982 года по 2004 год и продолжающихся по настоящее время. Для детальной информации заинтересованные лица могут обратиться к этой статье под названием **«Состояние тепловой изоляции на электростанциях РАО ЕЭС России»** под редакцией М. Г. Звонарева, кандидата технических наук, руководителя испытательного центра ОАО «Фирма Энергозащита», опубликованной в журнале «Энергосбережение» №4/2004.

Общий вывод данного обследования, цитирую: «В целом состояние тепловой изоляции в энергетике следует признать неудовлетворительным, хотя положение может быть исправлено долгой постоянной работой, в соответствии с Циркуляром Ц-01-2004(Т) - «Организация контроля за состоянием и ремонтом обмуровки и тепловой изоляции в целях снижения потерь тепла и температур до нормативных значений».

**Величина сверхнормативных потерь тепла через теплоизоляцию и обмуровку, исходя из 140 млн. кВт действующих мощностей тепловых электростанций России, с учетом потребления ими газа, мазута и угля, оценивается «Фирмой Энергозащита» в 3 млрд. руб. в ценах 2003 года.** В 2010 году эта величина увеличилась в 2-3 раза из-за роста цен на энергоносители.

В данной статье также идет речь о Приложении №1 к СНиП 2.09.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов», в котором из указанных 16 позиций изделий, пригодных к использованию для изоляции энергетического оборудования, 7 позиций практически не производится, а ряд волокнистых изделий в качестве изоляции имеют ряд характерных особенностей:

1. **Стекловолоконные изделия**, ограничены по применению температурой горячей поверхности 180° С
2. **Изделия из минеральной ваты с модулем кислотности ниже 1,8**, из-за рекристаллизации волокна, в сочетании с вибрационным воздействием, саморазрушаются в прилегающем к горячей поверхности слое, в результате чего конструкция сохраняет расчетные характеристики не более 3-6 месяцев на температурах 400° и выше. Результат- повышение теплотерь в 2,5 раза через год или до 30% при меньших температурах. Соответственно, согласно СНиП, их не следует использовать для оборудования и трубопроводов, подвергающихся ударным воздействиям и вибрации, к которым относятся практически все энергетическое оборудование.
3. **Изделия из базальтового супертонкого волокна и изделия из минеральной ваты энергетической с модулем кислотности 2,2** определены как вибростойкие и рекомендованы к использованию до 700° С. Однако, и этим изделиям свойственны также процессы деградации (плюс железистый распад волокна у БСТВ), что и минеральной вате с модулем кислотности ниже 1,8. В результате повышение теплопроводности конструкций из этих изделий составляет 25% через 2-3 года и продолжает возрастать при дальнейшей эксплуатации. Кроме того, отмечены многократные случаи укладки БСТВ с объемной массой 60 кг/м<sup>3</sup> при обязательном минимуме 80 кг/м<sup>3</sup> в связи с исключительной трудоемкостью уплотнения этого



материала. В результате чего, сразу после установки, теплопроводность конструкции оказывается на 20% выше той, что заложена в проекте. Отмечу, что данные изделия не имеют постоянной плотности и подвержены процессу вибрационного уплотнения, т.к. в них отсутствуют процессы релаксации из-за свободно пространственного расположения волокон в холсте.

4. **Изделия из муллитокремнеземистого керамического волокна МКРР 130 и МКРВ-200** служат на энергетическом оборудовании неопределенно долго, поскольку их рабочая температура 1150<sup>о</sup>, но имеют повышенное вибрационное уплотнение в процессе эксплуатации. Кроме того, их волокна связаны между собой органическим связующим, которое выгорает, и механическая прочность мата обеспечивается только за счет переплетения волокон, а значит, очень мала.

**Вывод: большинство материалов, традиционно применяемых в энергетике, не в состоянии обеспечить норматив тепловых потерь в соответствии со СНиП 2.04.14-88 на нормативный срок службы в 10-15 лет, за исключением комбинированной конструкции или новых высокотехнологичных керамоволокнистых материалов.**

Далее приведем примеры расчетов толщин, плотностей, сроков службы и прогноза изоляционных конструкций, произведенных «Фирмой Энергозащита» для поверхности температурой 400<sup>о</sup> и выше для трубопровода диаметром 325мм (острый пар – самый протяженный трубопровод широко распространенного блока 200 МВт) для обеспечения действующей нормы СНиП.

1. Изоляция матами БСТВ.  
Толщина изоляционного слоя 320мм, плотность не менее 80 кг/м<sup>3</sup>. После демонтажа повторному использованию не подлежит. Прогноз - превышение нормативных потерь на 25% и более после 3-х лет эксплуатации.
2. Изоляция матами БСТВ в обкладке из стеклоткани КТ-11 для съёмности конструкции.
3. Толщина изоляционного слоя 320мм плотность более 80 кг/м<sup>3</sup>. Один монтаж/демонтаж- это 25% потерь объема. Прогноз - превышение нормативных потерь на 25-30 % после 3-х лет эксплуатации. Существенный недостаток - высокая стоимость.
4. Изоляция из матов прошивных базальтовых энергетических. Толщина изоляционного слоя 180 мм плотность более 80 кг/м<sup>3</sup>. После демонтажа повторному использованию подлежит не более 65 % материала. Прогноз - превышение нормативных потерь на 25-30% после 3-х лет эксплуатации.
5. Изоляция из матов прошивных базальтовых энергетических с модулем кислотности 2-2,2 в обкладке из стеклоткани КТ-11 для съёмности конструкции. Толщина изоляционного слоя 180 мм, плотность более 80 кг/м<sup>3</sup>. После демонтажа повторному использованию подлежит не более 65 % объема. Прогноз - превышение нормативных потерь на 25-30 % после 3-х лет эксплуатации.
6. Комбинированная изоляция: первый слой 40 мм муллитокремнеземистой ваты МКРР-130 и 240 мм холста БСТВ. Демонтаж нежелателен. При одном демонтаже потери МКРР из-за низкой механической прочности и 25 % от объема холста БСТВ. Прогноз - без изменений характеристик материалов - 10-15 лет.
7. Комбинированная изоляция: в обкладке из стеклоткани КТ-11 40 мм МКРР130- первый слой и 240 мм холста БСТВ в обкладке из стеклоткани Т-23. Монтаж - демонтаж до 7-10 раз. Потери возрастут на 10-15 % после 2-3 демонтажей за счет снижения объемов БСТВ, прилегающих к МКРР-130. Высокая стоимость изделия. Прогноз - 10-15 лет.



8. Комбинированная изоляция: первый слой МКРР-130 и 150 мм матов прошивных базальтовых энергетических. Демонтаж нежелателен. При демонтаже - потери в обоих слоях. Прогноз - 10-15 лет.
9. Комбинированная изоляция: первый слой 40 мм МКРР-130 в обкладке из стеклоткани КТ-11 и 150 мм матов пробивных базальтовых энергетических в обкладке из стеклоткани Т23. После 2-3-х демонтажей потери порядка 10-15% матов из-за охрупчивания базальта. Прогноз -10-15 лет. Высокая стоимость.

Таким образом, при рассмотрении всех 8 вариантов можно сделать вывод, что применяемые материалы либо не обеспечивают соблюдение нормативных потерь, либо не подлежат демонтажу, либо дорогостоящие. И во всех вариантах, используемые в настоящее время холсты и маты из базальтовых материалов в период эксплуатации приводят к теплотерям и разрушаются вследствие охрупчивания и без муллитокремнеземистого волокна. Их применение нежелательно.

Данные исследования проводились в то время, когда на Российском рынке не были широко представлены высокотехнологичные изделия из керамического (муллитокремнеземистого) волокна, а именно иглопробивные одеяла (маты). Данный материал идеально подходит для теплоизоляции и обмуровки энергоблоков и широко применяется в таких странах как Евросоюз, Америка, Япония, Китай в огромных объемах. Он лишен всяких вышеперечисленных недостатков.

#### **Преимущества керамоволокна:**

- Срок службы до 25 лет.
- Монтаж- демонтаж - неограниченное количество раз.
- Температура применения - 1150°C. Только в нашей компании имеется марка керамических матов LYTX -1140° с температурой применения 950°C, соответственно с меньшей ценой. Этот материал не охрупчивается и может многократно применяться даже при «отпуске» сварных швов на трубопроводах.
- Обладает высокой механической прочностью из-за структуры полотна, пронизанной в перпендикулярном направлении теми же волокнами.
- Не виброуплотняется и не слеживается по той же причине. Прекрасно держит форму и релаксирует при сжатии.
- Имеет три постоянных плотности: 96, 128,160кг/м<sup>3</sup>. Его не нужно уплотнять, он постоянен в своих геометрических размерах.
- Широкий диапазон типоразмеров в отличие от волокнистых материалов, применяемых сейчас (длина одеял от 20 м до 4 м, а ширина 610 мм и 1220 мм)
- Имеет толщины: 6, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 мм. В результате их комбинаций можно подобрать оптимальную толщину без перерасхода материала.
- Гибок и эластичен, при оборачивании даже небольших диаметров, держит толщину и плотность.
- Монтируется очень просто и удобно с гарантией плотности по всей монтажной поверхности.
- Легко режется, кроится, делаются отверстия при помощи самых простых ручных инструментов.

- Не нуждается в обкладках из тканей, металлических сеток и т.п. для многократного применения за счет самой структуры полотна.
- Обладает низкой теплопроводностью, как все волокнистые материалы.
- При попадании влаги, масла, после высыхания и форма и все теплофизические показатели сохраняются.
- Не подвержен действию кислот, за исключением фтористоводородной.
- Не горюч и не содержит никаких связующих, в отличие от МКРР-130 и МКРР-200.
- Экологически безопасен, как БТСВ, и является заменителем асбеста.
- По цене соизмерим с волокнистой изоляцией.

По нашим расчетам **массовое применение одеял (матов) из керамического волокна даст экономический эффект в энергетическом комплексе России от 3 до 5 млрд. руб.** за счет снижения трудоемкости, долговечности, многократности применения, упрощения обслуживания данных материалов по сравнению с традиционными, а главное – это будет предотвращение теплопотерь, которые не наступят через 2-3 года и не будут прогрессивно увеличиваться в дальнейшем.

Хочется отметить, что в нашей компании имеются **иглопробивные одеяла не только муллитокремнеземистого состава, а так называемые «растворимые», на основе оксида кальция в количестве 27-33%.** Они применяются в тех агрегатах, где повышенные экологические требования. При всех тех же теплотехнических и физикомеханических характеристиках из-за своего химического состава, они, при попадании в организм человека, там же растворяются.

Применение современных высокотехнологических керамоволокнистых материалов в энергетике можно сравнить с заменой ламп накаливания на энергосберегающие, дров и угля – на газ.

В заключение нужно привести примеры применения одеял из керамоволокна в энергетике и котлостроении. Нашими клиентами в этой области явились такие известные компании как ЗАО «ЭНЕРГОМАШ (Белгород)» (материалы для котла-утилизатора Астраханской ТЭЦ), ОАО «ДОРОВОБУЖКОТЛОМАШ» (материалы для котла – утилизатора УВ – 60/150), ЗАО «ИНТЕРТЕХЭЛЕКТРО», Ноябрьская ПГЭ, ЗАО «ЭВАН», ООО завод «ГАЗПРОММАШ», ОАО «Каширский завод металлоконструкций и котлостроения» (материалы для котла-утилизатора Пр-230/56,3-7,61/0,65-527/207 для ПГУ-230 Южной ТЭЦ, котла-утилизатора Пр-228/47-7,86/0,62-515/230 для ПГУ-450 ТЭЦ-22 Южная, котёл-утилизатор паровой для Юго-Западной ТЭЦ, котёл-утилизатор на Сочинской ТЭЦ), и многие другие.

Специалисты нашей компании готовы ответить на Ваши вопросы и произвести теплотехнический расчет для Вашей организации. Ждем Ваших звонков по тел.: (495) 933-25-76, 933-24-70.