

➤ АЛЬБОМЫ ТИПОВЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ИНТЕГРАЦИЯ С ПРОГРАММОЙ "ИЗОЛЯЦИЯ"



Разработанная ООО "НТП Трубопровод" программа "Изоляция" для расчета и проектирования тепловой изоляции оборудования и трубопроводов сегодня де-факто стала стандартом в России и странах СНГ. На протяжении многих лет она помогает сотням специалистов успешно проектировать техническую тепловую изоляцию любой сложности. Более подробная информация об этой программе размещена в статье "Изоляция": новые возможности уникальной программы".

Неоспоримым плюсом "Изоляции" является ее открытость для пользователя, позволяющая настроить программу на подбор разнообразных теплоизоляционных материалов и конструкций, предпочтительных для заказчиков и проектов. При этом база данных программы постоянно обновляется благодаря тесному сотрудничеству разработчиков с изготовителями и поставщиками теплоизоляционных материалов.

Однако развитие рынка не только открывает перед проектировщиками тепловой изоляции новые возможности, но и создает определенные проблемы. Одной из них до недавнего времени было отсутствие современных стандартизированных альбомов типовых теплоизоляционных конструкций. А это — основа проектирования теплоизоляции, ключевой документ для проведения работ по ее монтажу. При необходимости проектные организации в составе проектной документации по тепловой изоляции передавали монтажным предприятиям соответствующие ссылки на отдельные чертежи альбомов или копии этих чертежей.

Основным разработчиком таких альбомов был коллектив специалистов ОАО "Теплопроект". В 80-х годах прошлого ве-

ка ими был подготовлен целый комплекс серий альбомов и типовых проектов [2-9], охватывающий практически все важнейшие сферы применения и варианты конструкций технической тепловой изоляции. Эти документы, официально утвержденные Минмонтажспецстроем СССР, получили широкое применение, в том числе — были использованы при разработке программы "Изоляция". Однако круг производившихся в то время стандартизированных теплоизоляционных материалов был в них весьма ограничен.

С появлением на рынке разнообразных теплоизоляционных материалов и конструкций данные документы в определенной степени морально устарели, а в 1997 году и утратили свой официальный статус. Таким образом, в области чертежей нормативно-методических документов, касающихся типовых теплоизоляционных конструкций, образовался вакуум, который проектировщики вынуждены были заполнять своими силами.

Частичным решением этой проблемы стал выпуск "Теплопроект" различных специализированных альбомов технических решений (так называемых ТР) по заказу тех или иных изготовителей теплоизоляционных материалов [10-21]. Разработчики "Изоляции" активно использовали данные документы, содержащиеся в них рекомендации и чертежи при работе над БД материалов и правилами выбора материалов программы. Однако эти альбомы не могли в полной мере удовлетворить потребности проектировщиков теплоизоляции.

Одновременно в ОАО "Теплопроект" велась работа над новыми сериями альбомов типовых теплоизоляционных конструкций, учитывающих все многообразие современных теплоизоляционных

материалов. В прошлом году первая такая серия — 7.903.9-6.11 [1] — была опубликована и официально зарегистрирована как соответствующий нормативный документ по строительному проектированию в ОАО "ЦПП" Минрегиона.

Серия 7.903.9-6.11 заменяет старые серии [2, 4] и частично [5] в части элементов трубопроводов.

В 2012 году между НТП "Трубопровод" и ОАО "Теплопроект" было заключено новое соглашение о сотрудничестве, согласно которому НТП "Трубопровод" становится одним из дистрибьюторов альбомов новой серии, которые будут предложены для приобретения всем пользователям программы "Изоляция". При этом разработчики данной программы модернизируют поставляемые с ней правила выбора в соответствии с [1], в том числе, модифицируют и усовершенствуют расчетные формулы количеств материалов и работ согласно приведенным в альбомах детальным чертежам теплоизоляционных конструкций.

Что же включают в себя новые альбомы?

Серия 7.903.9-6.11 (Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами) состоит из трех выпусков:

- выпуск 0: "Материалы для проектирования";
- выпуск 1: "Тепловая изоляция трубопроводов. Рабочие чертежи";
- выпуск 2: "Тепловая изоляция арматуры и фланцевых соединений. Рабочие чертежи".

Выпуск 0 состоит из трех частей:

- 1) теплоизоляционные материалы для промышленной изоляции;
- 2) конструкции тепловой изоляции трубопроводов и оборудования;
- 3) проектирование тепловой изоляции.

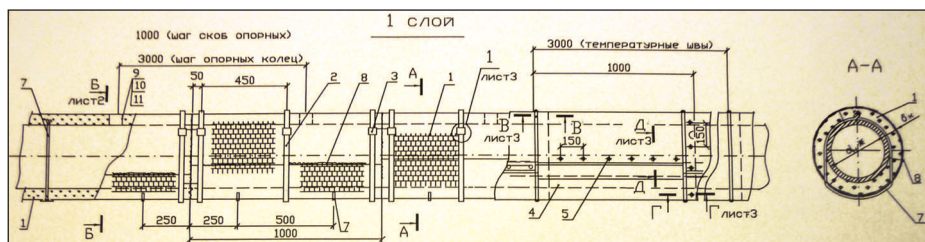


Рис. 1. Тепловая изоляция трубопроводов матами минераловатными прошивными в обкладках в один слой

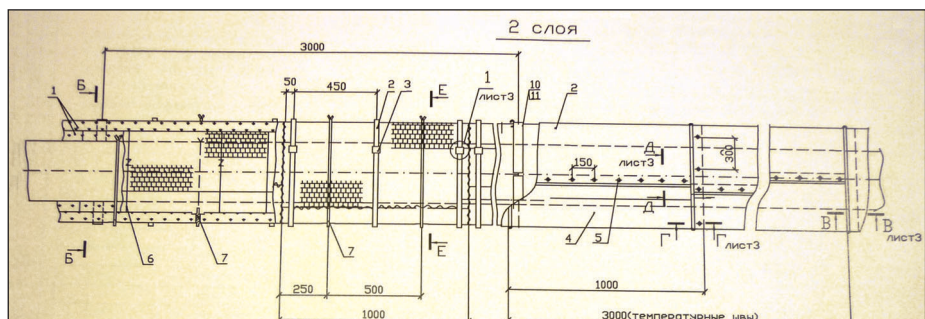


Рис. 2. Тепловая изоляция трубопроводов матами минераловатными прошивными в обкладках в два слоя

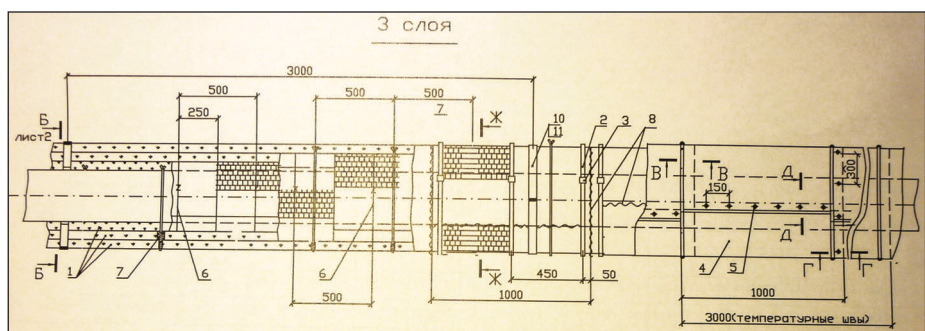


Рис. 3. Тепловая изоляция трубопроводов матами минераловатными прошивными в обкладках в три слоя

В первой части представлена классификация теплоизоляционных материалов, их современная номенклатура и технические характеристики, а также даны рекомендации по выбору материалов для теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов согласно СНиП 41-03-2003 [22] и СП 41-103-2000 [23].

Во второй части рассмотрены конструкции промышленной тепловой изоляции, классификация и технические требования к материалам в этих конструкциях, а кроме того, даны рекомендации по применению того или иного теплоизоляционного материала.

Третья часть включает общие положения по проектированию тепловой изоляции, определение толщины теплоизоляционного слоя по различным критериям расчета, правила конструирования, а также монтаж теплоизоляционной конструкции.

Выпуск 1 является наиболее объемным. В нем рассмотрены типовые конструкции, наиболее часто встречающиеся в производстве. Все рабочие чертежи конструкций тепловой изоляции разработаны для трубопроводов с температурой транспортируемых веществ от 20°C до 700°C и предназначены для использования при проектировании и монтаже конструкций тепловой изоляции трубопроводов промышленных предприятий, тепловых сетей.

В альбом включены конструкции тепловой изоляции для трубопроводов наружным диаметром от 18 до 1420 мм с изоляцией из волокнистых теплоизоляционных материалов (изделия из минеральной и базальтовой ваты, стеклянного штапельного волокна и базальтового супертонкого волокна), а также с теплоизоляционным слоем из вспененного каучука или полиэтилена, изделиями из пеностекла и пенополиуретана. К каждому рабочему чертежу прилагается спе-

цификация с указанием всех используемых в теплоизоляционной конструкции материалов и изделий, а также технические требования. Очень удобно, что авторы приводят таблицу с наименованием теплоизоляционных материалов, наиболее применимых в данной конструкции. Также приводятся таблицы с количеством материалов и изделий, которое рассчитано на 10 погонных метров трубопровода.

Выпуск 2 включает в себя рабочие чертежи тепловой изоляции арматуры и фланцевых соединений. Как и в выпуске 1, здесь имеются таблицы с указанным количеством материалов и изделий, рассчитанным на изоляцию одного фланцевого изделия или одной арматуры.

На основе данных альбомов типовых конструкций планируется внести изменения в алгоритм расчета и в возможности задания расчетных формул в правилах выбора материалов программы "Изоляция". Особенно это важно для расчета материалов опорно-разгружающих и крепежных конструкций, а также разного рода вспомогательных материалов, которые в настоящее время считаются в программе приближенно: от общего объема теплоизоляционного слоя или площади поверхности покровного слоя. Новые возможности и уточненные формулы, учитывающие специфику конкретных теплоизоляционных конструкций, позволят значительно повысить точность расчета количества соответствующих материалов и работ.

Рассмотрим, как может выглядеть такой расчет, на примере конструкции "Тепловая изоляция горизонтальных трубопроводов d_n от 273 до 1420 мм матами минераловатными прошивными в обкладках".

Маты минераловатные прошивные в обкладках используются для повышения формостабильности конструкции. Кроме того, их применение позволяет сохранить равномерность толщины изоляции при установке бандажей, предохраняет изделия от повреждения при креплении проволокой. Маты могут применяться при температуре изолируемой поверхности до 700°C в зависимости от вида обкладки и материала прошивки.

Тепловая изоляция в этой конструкции может состоять из одного, двух или трех слоев (рис. 1-3). На чертеже обозначены все составляющие теплоизоляционную конструкцию элементы, названия которых вынесены в спецификацию (табл. 1).



Таблица 1. Спецификация

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
1		Мат прошивной из минеральной ваты теплоизоляционный М2-100, М2-125 ГОСТ 21880-94			см. ТТ п. 5
2		Бандаж Лента 0,7х20 ГОСТ 3560-73			
3		Пряжка Сталь ОЦ-0,8-Ст3 ГОСТ 14918-80	30		
4		Покрытие Лист АД1.Н-0,8 ГОСТ 21631-76			см. ТО п. 2, п.6
5		Винт 4х12.04.019 ГОСТ 10621-80			
6		Кольцо Проволока 2-О-Ч ГОСТ 3282-74			
7		Подвеска Проволока 2-О-Ч ГОСТ 3282-74			
8		Сшивка Проволока 0,8-О-Ч ГОСТ 3282-74			
9	7.903.9-6.11-44	Скоба опорная	30		
10	7.903.9-6.11-39	Кольцо опорное	3		
11	7.903.9-6.11-40	Элемент опорного кольца тип I	6		см. ТТ п. 6
12		Болт М12х50.36.019 ГОСТ 7798-70	6	0,062	
13		Гайка М12.4.019 ГОСТ 5915-70	6	0,015	

21880-94, для которого используются следующие формулы:

$$V_k = \pi l \frac{(d_n + 2\delta_k)^2 - d_n^2}{4}$$

$$V_i = K_c \pi l \frac{(d_n + 2\delta_k)^2 - d_n^2}{4}$$

где
 d_n – наружный диаметр трубопровода (м);
 V_k – объем теплоизоляционного материала в конструкции (м³);
 V_i – объем теплоизоляционного материала с учетом коэффициента уплотнения (м³);
 δ_k – толщина теплоизоляционного слоя в конструкции (м);
 l – длина трубопровода (м);
 K_c – коэффициент уплотнения.
Необходимо отметить, что в программе производится расчет именно реального коэффициента уплотнения, который отличается от K_c , с учетом чего производится расчет заказного количества материала изоляции.

Расчет бандажей

Расчет бандажей, изготовленных из ленты 0,7х20 ГОСТ 3560-73, производится по формуле:

$$M_{\text{банд}} = \pi (d_n + 2\delta_k + 0,04) a b p n l$$

где
 $M_{\text{банд}}$ – масса расходуемой на бандажи ленты (кг);
 d_n – наружный диаметр трубопровода (м);

δ_k – толщина теплоизоляционного слоя в конструкции (м);
 l – длина трубопровода (м);
 $a = 0,02$ – ширина ленты (м);
 $b = 0,0007$ – толщина ленты (м);
 $p = 7850$ – плотность низкоуглеродистой стали, кг/м³;

0,04 – добавочная длина, учитывающая нахлест ленты бандажа, (м) (рис. 4, И-И);

n – количество бандажей на 1 м трубопровода (шт.) (округление до целого числа производится в большую сторону).

Уточним метод нахождения этого целого числа бандажей. Исходя из того, что на крепление одного мата в конструкции необходимо три бандажа (рис. 1), найдем их количество, которое требуется для произвольной длины трубы:

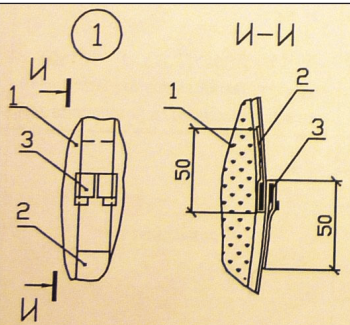


Рис. 4. Бандаж с пряжкой

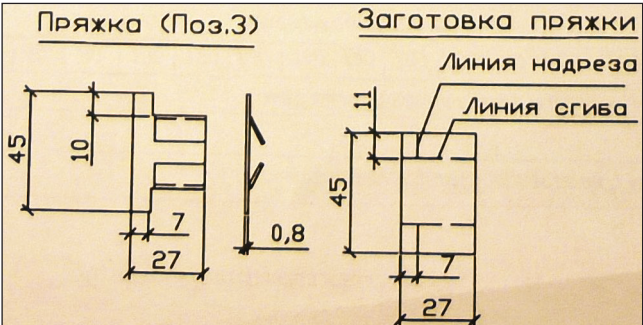


Рис. 5. Пряжка

Эта спецификация включает в себя номер позиции элемента согласно чертежам, наименование и количество элементов для данной теплоизоляционной конструкции, а также ссылки на другие чертежи в альбомах, технические требования или технические описания.

Таким образом, перед нами – чертежи теплоизоляционной конструкции с различным количеством слоев и наименования используемых материалов. Теперь,

исходя из чертежей, рассчитаем количество материалов, необходимых для теплоизоляционной конструкции трубопровода. Все расчеты ведутся для участка прямой трубы.

Расчет количества теплоизоляционного материала

Начнем с расчета объема матов прошивных из минеральной ваты в обкладке с одной стороны М2-100, М2-125 ГОСТ

$$n = 3 \left[\frac{l}{l_{\text{мата}}} \right] + \begin{cases} 0, & \text{если } l - l_{\text{мата}} \left[\frac{l}{l_{\text{мата}}} \right] = 0 \\ 2, & \text{если } 0 < l - l_{\text{мата}} \left[\frac{l}{l_{\text{мата}}} \right] < \frac{l_{\text{мата}}}{2} \\ 3, & \text{если } l - l_{\text{мата}} \left[\frac{l}{l_{\text{мата}}} \right] > \frac{l_{\text{мата}}}{2} \end{cases}$$

$l_{\text{мата}}$ — длина мата, м.

Расчет пряжек, скрепляющих бандажи

Количество пряжек из стали ОЦ-0,8-Ст3 ГОСТ 14918-80 определяется по формуле:

$$S_{\text{пряж}} = 0,045 * 0,027 n l$$

где

$S_{\text{пряж}}$ — площадь стального листа, необходимая для изготовления пряжек (м^2);

n — количество пряжек на 1 м трубопровода (равно количеству бандажей) (шт.);

l — длина трубопровода (м);

0,045 и 0,027 — стандартные размеры заготовки для пряжки (рис. 5).

Расчет покрытия теплоизоляционной конструкции

Общая площадь металлических листов определяется по формуле:

$$S_{\text{лист}} = \pi (d_{\text{н}} + 2\delta_k + 0,023) (0,99l + 0,005\pi l + 0,04l)$$

где

$S_{\text{лист}}$ — общая площадь металлических листов, необходимых для покрытия конструкции (м^2);

$d_{\text{н}}$ — наружный диаметр трубопровода (м);

δ_k — толщина теплоизоляционного слоя в конструкции (м);

l — длина трубопровода (м);

0,023 — добавочная длина, учитывающая нахлест металлического листа при креплении на теплоизоляционной конструкции (рис. 7) (м).

В формуле учтен расход материала на зиги $R=0,005$ м и запас материала с учетом накладки листов друг на друга (0,04 м) (рис. 6).

Расчет крепежных колец из проволоки

Крепежные кольца из проволоки 2-О-Ч ГОСТ 3282-74 используются только при изоляции в два слоя и более. Формулы приведены ниже (для двух и трех слоев соответственно).

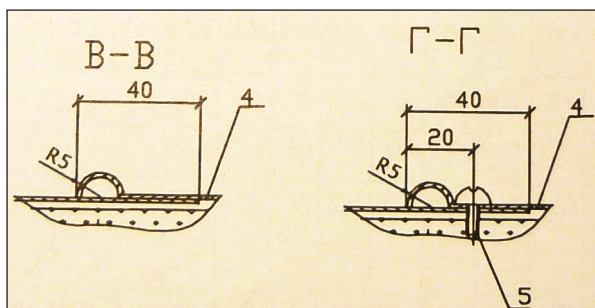


Рис. 6. Разрезы В-В и Г-Г (нахлест листов друг на друга)

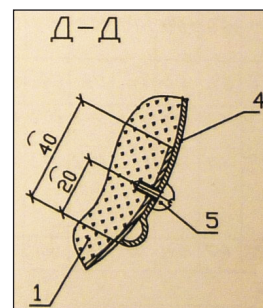


Рис. 7. Разрез Д-Д (крепление листа)

$$M_{\text{кольцо}} = 1,1\pi (d_{\text{н}} + 2\delta_1) \left(\frac{\pi}{4} d_{\text{пр}}^2 \right) \rho n l$$

$$M_{\text{кольцо}} = 1,1\pi (d_{\text{н}} + 2\delta_1 + (d_{\text{н}} + 2\delta_1 + 2\delta_2) \left(\frac{\pi}{4} d_{\text{пр}}^2 \right) \rho n l$$

где

$M_{\text{кольцо}}$ — масса проволоки, расходуемой на крепление конструкции кольцами (кг);

$d_{\text{н}}$ — наружный диаметр трубопровода (м);

δ_1 — толщина первого слоя изоляции (м);

δ_2 — толщина второго слоя изоляции (м);

$d_{\text{пр}} = 0,002$ — диаметр проволоки (м);

$\rho = 7850$ — плотность низкоуглеродистой стали ($\text{кг}/\text{м}^3$);

n — количество колец на 1 метр трубопровода (рассчитывается исходя из расстояния между кольцами, равного 0,5 м) (шт.);

l — длина трубопровода (м);

1,1 — коэффициент запаса.

Расчет крепежной подвески из проволоки

Чтобы рассчитать необходимое количество проволоки 2-О-Ч ГОСТ 3282-74, сначала разобьем на секторы фигуру из этой проволоки, которая получается при креплении первого слоя (рис. 1). В результате несложных геометрических вычислений получим следующие формулы для расчета для одного, двух и трех слоев соответственно:

$$M_{\text{подв}} \left[\pi \frac{d_{\text{н}}}{2} + 2 \left(\left(\left(\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1 \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{н}}}{2} \right)^2 \right)^{0,5} \right) + \right.$$

$$\left. 2 \left(2\pi \left(\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1 \right) \frac{ASIN \frac{\frac{d_{\text{н}}}{2}}{2} * \frac{180}{\pi}}{\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1} \right) \frac{\pi d_{\text{пр}}^2}{360} \right] + 0,3 \frac{\pi d_{\text{пр}}^2}{4} \rho l n$$

$$M_{\text{подв}} \left[\pi \frac{d_{\text{н}}}{2} + 2 \left(\left(\left(\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1 \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{н}}}{2} \right)^2 \right)^{0,5} \right) + \right.$$

$$\left. 2 \left(2\pi \left(\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1 \right) \frac{ASIN \frac{\frac{d_{\text{н}}}{2}}{2} * \frac{180}{\pi}}{\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1} \right) \frac{\pi d_{\text{пр}}^2}{360} \right] +$$

$$0,3 + \pi (d_{\text{н}} + 2\delta_1 + 2\delta_2) + 0,4 \frac{\pi d_{\text{пр}}^2}{4} \rho l n$$

$$M_{\text{подв}} \left[\pi \frac{d_{\text{н}}}{2} + 2 \left(\left(\left(\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1 \right)^2 - \left(\frac{d_{\text{н}}}{2} \right)^2 \right)^{0,5} \right) + \right.$$

$$\left. 2 \left(2\pi \left(\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1 \right) \frac{ASIN \frac{\frac{d_{\text{н}}}{2}}{2} * \frac{180}{\pi}}{\frac{d_{\text{н}}}{2} + \delta_1} \right) \frac{\pi d_{\text{пр}}^2}{360} \right] +$$

$$+ 0,3 + \pi (d_{\text{н}} + 2\delta_1 + 2\delta_2) + 0,4 +$$

$$\pi (d_{\text{н}} + 2\delta_1 + 2\delta_2 + 2\delta_3) + 0,4 \frac{\pi d_{\text{пр}}^2}{4} \rho l n$$

где

$M_{\text{подв}}$ — масса проволоки, расходуемой на крепление подвески (кг);

$d_{\text{н}}$ — наружный диаметр трубопровода (м);



0,3 и 0,4 —дополнительная длина проволоки, которая расходуется на закручивание (м).

На рис. 8 видно, что первый слой тепловой изоляции подвешивается непосредственно к трубе, а второй и третий слои закрепляются проволокой по всей длине окружности теплоизоляционного слоя. В формулах, рассчитывая длину проволоки, мы суммируем расходы проволоки на каждый слой.

Кроме того, в правила выбора теплоизоляционных конструкций программы в перспективе планируется ввести возможность отдельно задавать типовые составные элементы конструкций.

Таблица 3. Расход материалов для опорного кольца

Наименование	Масса, кг
Бандаж	$\pi(d_n + 2\delta_k) - 0,02)ab\rho$
Лапка	$(\delta_k + 0,051)ab\rho n$
Опора	$0,008n_{\text{опор}}$ (см. табл. 2)
Скоба + штырь	$0,014 + 0,006$ (см. табл. 2)

Соответственно, для расчета общей массы кольца необходимо суммировать все элементы конструкции. Общее количество колец, необходимое для данной конструкции – 3 штуки (см. табл. 1, позиция 10). Эта цифра рассчитывается исходя из того, что длина трубопровода l берется равной 10 м, а расстояние между опорными кольцами составляет 3 м. Здесь следует пояснить, что в альбомах типовых конструкций на 10 м трубопровода устанавливается 3 опорных кольца, то есть округление значения происходит в сторону меньшего значения. В общем виде требуемое количество опорных колец на длину трубопровода находится по формуле

где
 n – количество опорных колец (шт.);
 l – длина трубопровода (м);

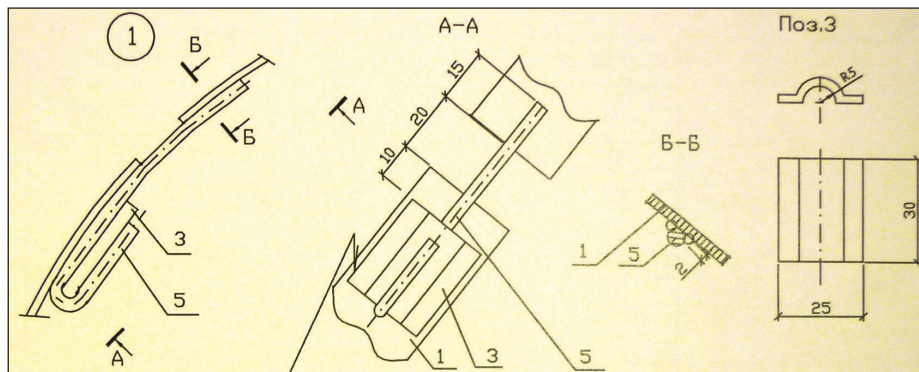


Рис. 10. Скоба и штырь для закрепления опорного кольца на конструкции

$l_1 = 3$ м — расстояние между опорными кольцами (м).

Мы рассмотрели лишь небольшой пример, в котором присутствуют как крепежные элементы, так и опорно-разгружающие конструкции. Вариантов формирования подобных конструкций множество, однако анализ альбомов [1] показывает, что значения, полученные по точным формулам, выведенным на основе чертежей, соответствуют значениям количества материалов, приведенным в альбомах типовых конструкций. Модернизация возможностей задания формул в правилах выбора программы "Изоляция" (добавление дополнительных переменных, учет количества слоев типоразмеров, работа со стандартными сборками) позволит автоматически выполнять все расчеты в строгом соответствии с соответствующими чертежами теплоизоляционных конструкций, которые пользователь сможет приложить к проекту как включаемые или ссылочные материалы.

Таким образом, сотрудничество ООО "НТП Трубопровод" и ОАО "Теплопроект" приведет к существенному повышению качества проектирования технической тепловой изоляции.

Литература

1. Серия 7.903.9-6.11. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами. 2011 г.
2. Серия 7.903.9-2. Тепловая изоляция трубопроводов с положительными температурами. 1987 г.
3. Серия 7.906.9-2. Тепловая изоляция трубопроводов с отрицательными температурами. 1986 г.
4. Серия 7.903.9-3. Конструкция тепловой изоляции трубопроводов надземной и подземной канальной прокладки водяных тепловых сетей, паропроводов и конденсатопроводов. 1987 г.
5. Серия 3.903-11. Тепловая изоляция криволинейных и фасонных участ-

ков и узлов оборудования. Рабочие чертежи. 1986 г.

6. Серия 3.903-14. Конструкции индустриальные промышленной тепловой изоляции. Рабочие чертежи. 1988 г.

7. Тепловая изоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров с внутренним обогревом для хранения темных нефтепродуктов и масел. Типовые проекты с 704-1-0196.86 по 704-1-0204.86. 1986 г.

8. Тепловая изоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров с наружным обогревом для хранения темных нефтепродуктов и масел. Типовые проекты с 704-1-0205.87 по 704-1-0210.87. 1987 г.

9. Тепловая изоляция стальных вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефтесодержащих сточных вод. Типовые проекты 704-1-0211.87, 704-1-0212.86. 1986-1987 гг.

10. ТР 12222-01.1. Минераловатные цилиндры ЗАО "Минеральная вата" в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов. Рекомендации по применению. ОАО "Теплопроект". М., 2009.

11. ТР 12222-02. Маты теплоизоляционные из минеральной ваты "ТЕХ МАТ" в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению. ОАО "Теплопроект". М., 2009.

12. ТР 12328-ТИ.2008. Теплоизоляционные изделия ЗАО "Минеральная вата" — ROCKWOOL-RUSSIA в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Технические решения. ОАО "Теплопроект". 2008.

13. ТР 12329-ТИ.2009. Теплоизоляционные изделия ЗАО "ИЗОРОК" в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений. ОАО "Теплопроект". 2009.

14. ТР 12297-ТИ.2005. Тепловые изделия ОАО "ТИЗОЛ" в конструкциях

тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений. ОАО "Теплопроект". 2005.

15. ТР 12274-ТИ.2004. Теплоизоляционные изделия "ISOVER" марок KKA-ALC, KT-11-TWIN, KIM-AL, KVM-50, KLS-K в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений. ОАО "Теплопроект". 2004.

16. ТР 12238-ТИ.2002. ОАО Теплопроект. Теплоизоляционные изделия URSA в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений. ОАО "Флайдерер-Чудово". М., 2002.

17. ТР 12220-ТИ.2001. ОАО Теплопроект. Теплоизоляционные изделия URSA в конструкциях тепловой изоляции промышленного оборудования. Рекомендации по применению с альбомом типовых решений. ОАО "Флайдерер-Чудово". М., 2001.

18. ТР 12254-ТИ.2002. ОАО Теплопроект. Теплоизоляционные изделия "K-Flex" в конструкциях тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений. ООО "Имба Компаний". М., 2002.

19. СТО 59705183-001-2007. Конструкции тепловой изоляции для оборудования и трубопроводов с применением теплоизоляционных пенополиэтиленовых изделий "Энергофлекс". Проектирование и монтаж. 2008.

20. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы. Серия 5.904.9-78.08. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов с применением изделий "Энергофлекс". Выпуск 0. Тепловая изоляция. Материалы для проектирования. ОАО "Теплопроект". 2008.

21. ТР 12312-ТИ.2006. Сегменты и полуцилиндры из экструзионного пенополистирола ПЕНОПЛЭКС в конструкциях тепловой изоляции трубопроводов. Рекомендации по применению с альбомом технических решений. ОАО "Теплопроект". 2006.

22. СНиП 41-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

23. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. М., 2001.

Ирина Татарицева,
Сергей Лусин
E-mail: izol@truboprovod.ru