

# БР ОНЯ

СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

Экономическое обоснование утепления  
резервуаров с помощью жидких  
керамических теплоизоляционных покрытий  
серии Броня.



жидкая керамическая теплоизоляция  
серии Броня



[www.nano34.ru](http://www.nano34.ru)

# БР ОНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

В энергосбережении большое значение отводится повышению теплозащиты оборудования и сооружений.

Особое место в решении данной проблемы отводится не только к новому строительству, но и эксплуатируемому фонду технологического оборудования и сооружений, теплотехнические характеристики, которых не удовлетворяют современным требованиям.

Тепловая изоляция промышленного оборудования, помимо функций энергосбережения, обеспечивает возможность проведения технологических процессов при заданных параметрах, позволяет создать безопасные условия труда на производстве, снижает потери легко испаряющихся нефтепродуктов в резервуарах, позволяет хранить сжиженные газы в изотермических хранилищах.

Данная презентация позволяет убедиться не только в выгодности утепления оборудования с помощью жидкой теплоизоляции Броня, по сравнению с традиционными методами утепления, но и показать выгоду в энергосбережении и затратах на эксплуатацию.

# БР ОНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

**Расчет произведем для стандартного резервуара нефтепродуктов согласно СНИП 2.04.14-88.**

### **Исходные данные:**

- Энергоноситель: мазут
- Температура теплоносителя: 20 С;
- Температура окружающего воздуха: -25 С;
- Диаметр резервуара: 27 м;
- Высота резервуара: 18 м;
- Объем энергоносителя (70 % от объема резервуара): 7211 м<sup>3</sup>;
- Допустимая потеря температуры энергоносителя: 5 С.

### **Расчеты.**

#### **1. Расчет потерь тепла при охлаждении теплоносителя.**

$$Q = \Delta T \cdot C \cdot \nu \cdot V \cdot k = 0,21 \cdot 0,521 \cdot 860 \cdot 7211 \cdot 1,16 = 787062 \text{ Вт},$$

где:  $\Delta T$  - Охлаждение теплоносителя на - 0,21 °С;

$C$  - Теплоёмкость теплоносителя 0,521 ккал/кг °С;

$\nu$  - Объёмный вес теплоносителя 860 кг/м<sup>3</sup>;

$V$  - Количество теплоносителя 7211 м<sup>3</sup>;

$k$  - Коэффициент перевода ккал/ч в Вт.

#### **2. Расчет площади поверхности резервуара.**

$$S = \pi \cdot d \cdot H + \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 2672 \text{ м}^2,$$

где:  $\pi$  - Число Пи 3,14...;

$d$  - диаметр резервуара 27 м;

$H$  - высота резервуара 18 м.

#### **3. Определение допустимых потерь тепла.**

$$N = \frac{Q}{S} = \frac{787062}{2672} = 294,56 \text{ Вт/м}^2,$$

где:  $Q$  - Потери тепла на охлаждение 787602 Вт;

$S$  - Общая площадь поверхности резервуара 2672 м<sup>2</sup>.

# БРОНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### 4. Расчет тепловых потерь от резервуара.

#### 4.1. Без теплоизоляции.

$$q = \frac{t - t_0}{\left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_{н}}\right)} = \frac{20 - (-25)}{\frac{1}{15} + \frac{0}{0,001} + \frac{1}{35}} = \frac{45}{0,067 + 0 + 0,029} = \frac{45}{0,096} = 468,75 \text{ Вт/м}^2$$

где:  $t$  - температура энергоносителя 20 °С (исходные данные);

$t_0$  - температура окружающего воздуха -25 °С (исходные данные);

$\alpha_{вн}$  - коэф.тепловосприятости стенкой 15 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\alpha_{н}$  - коэф.теплоотдачи от стенки в окр.воздух 35 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\lambda_{из}$  - коэффициент теплопроводности теплоизоляции Броня 0,001 Вт/м °С;

$\delta_{из}$  - толщина изоляции 0 м.

**Вывод:** Тепловые потери при не изолируемом резервуаре превышают допустимые нормы. Необходимо выполнить тепловую изоляцию резервуара.

#### 4.2. С теплоизоляцией Броня (нормированный слой).

$$q = \frac{t - t_0}{\left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_{н}}\right)} = \frac{20 - (-25)}{\frac{1}{15} + \frac{0,001}{0,001} + \frac{1}{35}} = \frac{45}{0,067 + 1 + 0,029} = \frac{45}{0,096} = 41,05 \text{ Вт/м}^2$$

где:  $t$  - температура энергоносителя 20 °С (исходные данные);

$t_0$  - температура окружающего воздуха -25 °С (исходные данные);

$\alpha_{вн}$  - коэф.тепловосприятости стенкой 15 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\alpha_{н}$  - коэф.теплоотдачи от стенки в окр.воздух 35 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\lambda_{из}$  - коэффициент теплопроводности теплоизоляции Броня 0,001 Вт/м °С;

$\delta_{из}$  - толщина изоляции 0,001 м.

**Вывод:** Теплоизоляция Броня толщиной всего 1 мм, позволила снизить тепловые потери в 7 раз по отношению к необходимому.

# БРЮНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### 4.3. С теплоизоляцией Брюня (энергоэффективный слой).

$$q = \frac{t - t_o}{\left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_{н}}\right)} = \frac{20 - (-25)}{\frac{1}{15} + \frac{0,002}{0,001} + \frac{1}{35}} = \frac{45}{0,067 + 2 + 0,029} = \frac{45}{2,096} = 21,47 \text{ Вт/м}^2$$

где:  $t$  - температура энергоносителя 20 °С (исходные данные);

$t_o$  - температура окружающего воздуха -25 °С (исходные данные);

$\alpha_{вн}$  - коэф.тепловосприятости стенкой 15 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\alpha_{н}$  - коэф.теплоотдачи от стенки в окр.воздух 35 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\lambda_{из}$  - коэффициент теплопроводности теплоизоляции Брюня 0,001 Вт/м °С;

$\delta_{из}$  - толщина изоляции 0,001 м.

### 4.4. С минеральной ватой (нормативный слой).

$$q = \frac{t - t_o}{\left(\frac{1}{\alpha_{вн}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_{н}}\right)} = \frac{20 - (-25)}{\frac{1}{15} + \frac{0,05}{0,055} + \frac{1}{35}} = \frac{45}{0,067 + 0,91 + 0,029} = \frac{45}{1,005} = 44,77 \text{ Вт/м}^2$$

где:  $t$  - температура энергоносителя 20 °С (исходные данные);

$t_o$  - температура окружающего воздуха -25 °С (исходные данные);

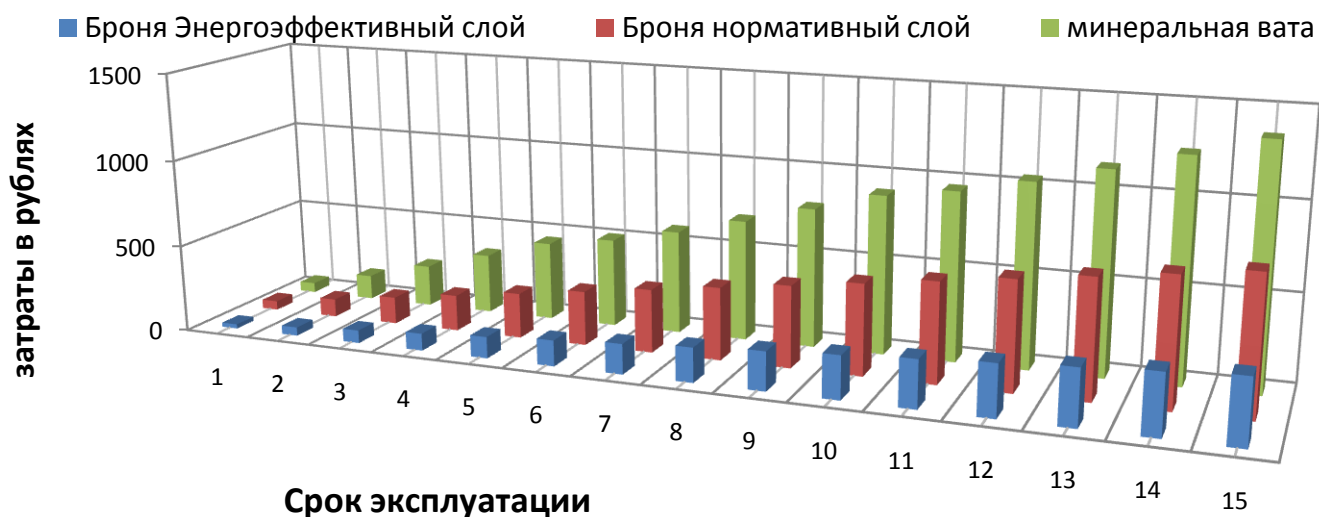
$\alpha_{вн}$  - коэф.тепловосприятости стенкой 15 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\alpha_{н}$  - коэф.теплоотдачи от стенки в окр.воздух 35 Вт / м<sup>2</sup> °С СНиП 2.04.14-88;

$\lambda_{из}$  - коэффициент теплопроводности минеральной ваты 0,055 Вт/м °С;

$\delta_{из}$  - толщина изоляции 0,05 м.

### График расходов на теплотери с 1 м<sup>2</sup>.



# БР ОНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### Сравнительная таблица экономической эффективности

При использовании в качестве теплоизоляционного материала минеральной ваты и сверхтонкой теплоизоляции Броня на примере резервуара для хранения нефтепродуктов. Расчеты произведены для 1 м<sup>2</sup> резервуара из расчета стоимости 1 Гкал/час – 1480 руб.

Таблица 1.

Год	Минеральная вата 50 мм (нормативный слой)*		Броня 1 мм (нормативный слой)*		Броня 2 мм (энергоэффективный слой)	
	Теплопотери Гкал/ч / руб **	Устройство теплоизол.	Теплопотери Гкал/ч / руб	Устройство теплоизол.	Теплопотери Гкал/ч / руб **	Устройство теплоизол.
1	0,038/56,24	1310	0,035/51,8	350	0,018/24,64	700
2	0,057/84,36		0,035/51,8		0,018/24,64	
3	0,066/ 97,68		0,035/51,8		0,018/24,64	
4	0,071/105,08		0,035/51,8		0,018/24,64	
5	0,074/109,52		0,035/51,8		0,018/24,64	
6	0,038/56,24	1310	0,035/51,8		0,018/24,64	
7	0,057/84,36		0,035/51,8		0,018/24,64	
8	0,066/ 97,68		0,035/51,8		0,018/24,64	
9	0,071/105,08		0,035/51,8		0,018/24,64	
10	0,074/109,52		0,035/51,8		0,018/24,64	
11	0,038/56,24	1310	0,035/51,8		0,018/24,64	
12	0,057/84,36		0,035/51,8		0,018/24,64	
13	0,066/ 97,68		0,035/51,8		0,018/24,64	
14	0,071/105,08		0,035/51,8		0,018/24,64	
15	0,074/109,52		0,035/51,8		0,018/24,64	
Итого за 15 лет	3,85/1358,64	3930	0,53/777	350	0,27/369,6	700

\*Расчет толщины теплоизоляции, приведен по нормированной плотности теплового потока через изолированную поверхность (согласно СНиП 2.04.14-88, СНиП 41-03-2003).

\*\* при расчете учитывалось что каждый год теплоизоляционные свойства минеральной ваты ухудшается на 50% (по разным источникам от 50 до 280% в год)

# БРОНЯ

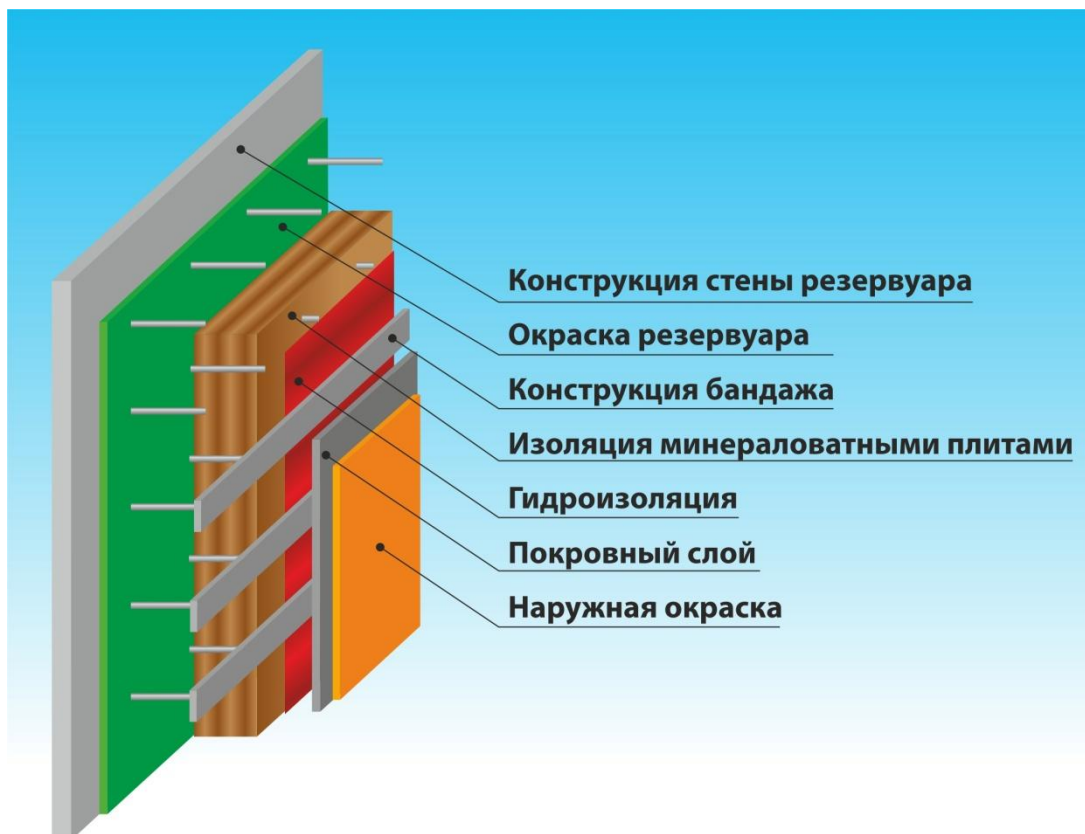
## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### Сравнительный анализ различных методов утепления:

#### Вариант 1.

Выполнение тепловой изоляции ограждающих конструкций резервуаров минеральной ватой:

1. Анतिकоррозионная обработка резервуара;
2. Монтаж креплений бандажа;
3. Окраска резервуара в 2 слоя
4. Монтаж минеральной ваты;
5. Гидроизоляция минеральной ваты;
6. Монтаж бандажа;
7. Монтаж покровного слоя;
8. Финишная окраска резервуара в 2 слоя.



Стандартная методика утепления резервуаров

# БР ОНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### Таблица расходов на материалы и работу по утеплению резервуаров минеральной ватой

Таблица 2.

Статьи расходов	Сумма	Ед. изм.
Антикоррозийная обработка	50	руб. / м2
Окраска стенки резервуара в 2 слоя.	150	руб. / м2
Минераловатные плиты	280	руб. / м2
Металлическая обрешетка (система крепления)	380	руб. / м2
Гидро- пароизоляция	100	руб. / м2
Покровный слой (оцинкованный лист)	200	руб. / м2
Финишная окраска резервуара в 2 слоя.	150	руб. / м2
итого стоимость материалов	1310	руб. / м2
Стоимость работы	1310	руб. / м2
<b>Всего затрат</b>	<b>2620</b>	<b>руб. / м2</b>

Гарантийный срок службы тепловой изоляции из минеральной ваты составляет 5 лет, по истечению данного срока материал расслаивается и осыпается вниз конструкции. Для замены утеплителя требуются работы по разбору конструкции, замене элементов и новому утеплению.



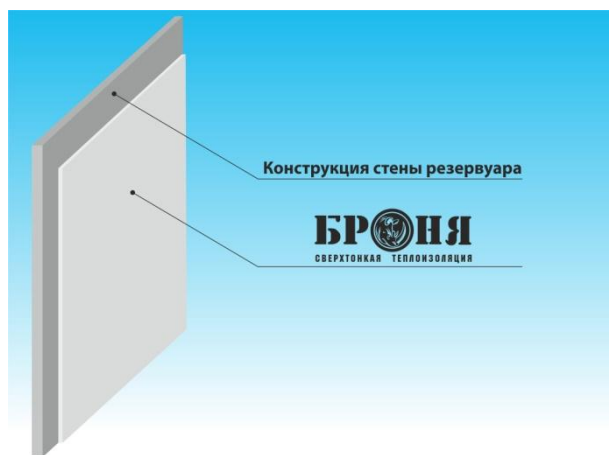
# БР ОНЯ

## СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ

### Вариант 2.

Выполнение антикоррозионной и тепловой изоляции ограждающих конструкций резервуаров жидкой теплоизоляцией серии Броня:

1. Антикоррозионная и теплоизоляционная обработка стенок резервуара.



Антикоррозионная и теплоизоляционная обработка стенок резервуара жидкой теплоизоляцией Броня.

### Таблица расходов на материалы и работу по утеплению резервуаров сверхтонкой теплоизоляцией Броня

Таблица 2.

Статьи расходов	Сумма	Ед. изм.
Антикоррозийная и теплоизоляционная обработка	350	руб. / м2
<b>Итого стоимость материалов</b>	<b>350</b>	<b>руб. / м2</b>
Стоимость работы	250	руб. / м2
<b>Всего затрат</b>	<b>600</b>	<b>руб. / м2</b>

# БР ОНЯ

СВЕРХТОНКАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ



жидкая керамическая теплоизоляция  
серии Броня



[www.nano34.ru](http://www.nano34.ru)