

Энергетические системы

## Подогрев открытых площадок Roth



*Жить с полной энергией*

# Содержание

## Описание системы

|  |   |
|--|---|
| Обоснование применения .....             | 3 |
| Принцип действия .....                   | 3 |
| Теплоизоляция .....                      | 4 |
| Расчет .....                             | 5 |
| Гидравлическое подключение системы ..... | 6 |
| Регулирование .....                      | 6 |
| Размещение греющих труб .....            | 6 |

## Конструкция покрытия

|  |   |
|--|---|
| Конструкции, обеспечивающие поддержание<br>открытой площадки свободной от снега и льда ..... | 7 |
|--|---|

## Теплотехнические характеристики

|  |    |
|--|----|
| Таблица значений теплоотдачи системы с трубами Roth 25 мм при -5 °С .....                                  | 10 |
| Таблица значений теплоотдачи системы с трубами Roth 25 мм при -12 °С .....                                 | 12 |
| Плотность теплового потока с поверхности открытых площадок<br>имеющих покрытия различных конструкций ..... | 13 |

## Описание системы

### ■ Обоснование применения

Открытые площадки, которые по своему типу и назначению требуют безусловных мер по обеспечению безопасности движения, такие, как выезды из гаражей, вертолетные площадки, проезды, эстакады и т. п. на территории больниц или другие поверхности, такие, как многоуровневые паркинги, аэродромы и спортивные площадки круглогодичного использования, которые используются в зимнее время, но у которых, однако, по конструктивным либо стоимостным причинам не предусмотрена кровля или механическое укрытие, могут оставаться незамерзающими и свободными от снега и льда за счет применения системы подогрева.

Такая система — более действенная и щадящая окружающую среду альтернатива использованию солей и реагентов, особенно там, где есть отработанное тепло. Возможности ее конструирования могут быть настолько же разнообразны, насколько различными могут быть требования к соответствующим подогреваемым поверхностям, вследствие их назначения или существующего архитектурного решения. Система подогрева открытых площадок Roth, созданная на базе системы несущих профилей Roth, разработана так, что может быть очень просто интегрирована в любую конструкцию без особых затрат на монтаж.

### ■ Принцип действия

Системы подогрева открытых площадок по принципу действия могут быть разделены на две различные категории — постоянного подогрева, когда при падении температуры наружного воздуха ниже заданного значения подача тепла происходит постоянно, и импульсного подогрева, когда теплоотдача происходит только тогда, когда количество влаги, как дополнительного влияющего фактора, становится существенным. Различные способы подогрева имеют различные уровни энергопотребления.

Очевидно, что применение постоянного подогрева с превентивным включением и, как следствие, большой продолжительностью обуславливает большее энергопотребление, чем применение импульсного, работающего только при реальной необходимости. Если нет возможности использовать бросовое отработанное тепло, или использование открытой площадки допускает наличие определенных фаз подогрева, то необходимо применять работающий только при реальной необходимости импульсный подогрев.

## Описание системы

### ■ Теплоизоляция

Зависящее от принципа действия подогрева поверхности количество потребляемой энергии с другой стороны может быть значительно уменьшено за счет применения теплоизоляции, так же, как и существенно сокращено время отклика системы, особенно при импульсном подогреве. Хотя сама почва и является относительно хорошим теплоизолятором, необходимо учитывать, что между греющим слоем и грунтом, особенно зимой, существует эффективная, достаточная для возникновения теплового потока разница температур. Следовательно, количество теплоты, проникающее вглубь почвы, не будет поступать на подогрев слоев, находящихся над греющим слоем.

С течением времени при работе системы температура грунта возрастает, и тепловой поток вглубь почвы снижается, однако до

совершенно незначительной величины он может быть уменьшен только за счет применения теплового барьера соответствующей толщины. Если открытая площадка подогревается импульсно, в любом случае должен быть предусмотрен тепловой барьер, который рассчитывается и подбирается с учетом воздействия нагрузок так, чтобы они не привели к его деформации и его теплоизолирующие свойства не изменились, даже если он станет влажным. При импульсном подогреве, происходящем только при реальной необходимости, это позволяет теплу быстро проникнуть через слои, находящиеся над греющим, что позволяет реагировать на изменение погодных условий без большой временной задержки. Таким образом, максимально возможное количество теплоты незамедлительно поступает на прогрев верхних слоев, а не греет сначала нижние.

## Описание системы

### ■ Расчет

Количество теплоты, необходимое для поддержания открытой площадки свободной от снега и льда, зависит от соответствующих климатических условий. В общем случае, для достижения температуры наружной поверхности  $\Theta_0 = 3\text{ }^\circ\text{C}$ , при расчете необходимо брать за основу значение коэффициента теплоотдачи  $\alpha = 12,0\text{ Вт/м}^2\text{K}$ . Требуемую плотность теплового потока определяют, используя разность между температурой наружной поверхности и температурой наружного воздуха, определенной согласно действующим нормам.

$$q_0 = \alpha (\Theta_A - \Theta_0) \text{ Вт/м}^2$$

Здесь не учтено количество теплоты  $Q_S$  необходимое для таяния снега. Оно примерно равно  $120\text{ Вт/м}^2$  на  $1\text{ см}$  снега в час.

Снегопад обычно бывает только при температуре от  $0\text{ }^\circ\text{C}$  до  $-5\text{ }^\circ\text{C}$ . Это необходимо соответствующим образом учесть при расчете системы подогрева открытой площадки.

Необходимая для обеспечения расчетной теплоотдачи температура теплоносителя  $\Theta_H$  зависит от конкретной конструкции, теплопроводности строительных материалов, а также шага укладки труб и должна быть определена для каждого случая отдельно.

Величина теплового потока направленного вниз  $Q_U$  зависит от общего термического сопротивления слоев, находящихся под греющим слоем, и от температуры теплоносителя.

## Описание системы

### ■ Гидравлическое подключение системы

Греющие контуры системы подогрева открытой площадки Roth должны быть отделены от остальной системы отопления соответствующим по мощности подходящим теплообменником, трубчатым или пластинчатым.

В циркулирующую по вторичному контуру воду необходимо добавить средство Roth для защиты от коррозии и замерзания, концентрация которого зависит от климатических условий.

При добавлении средства Roth для защиты от коррозии и замерзания обеспечивается:

при концентрации 10 %

защита от замерзания до  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$

при концентрации 20 %

защита от замерзания до  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$

при концентрации 30 %

защита от замерзания до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$

при концентрации 40 %

защита от замерзания до  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$

при концентрации 50 %

защита от замерзания до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$

### ■ Регулирование

Для регулирования системы подогрева открытой площадки Roth применяется

соответствующий регулятор Roth (см. каталог продукции).

### ■ Размещение греющих труб

Потери давления в греющем контуре системы подогрева открытой площадки Roth не должны превышать 40 кПа. Греющие трубы должны быть уложены меандром или двойным меандром с противоходом подающей и обратной, необходимым для равномерного прогрева, на несущие профили Roth, которые

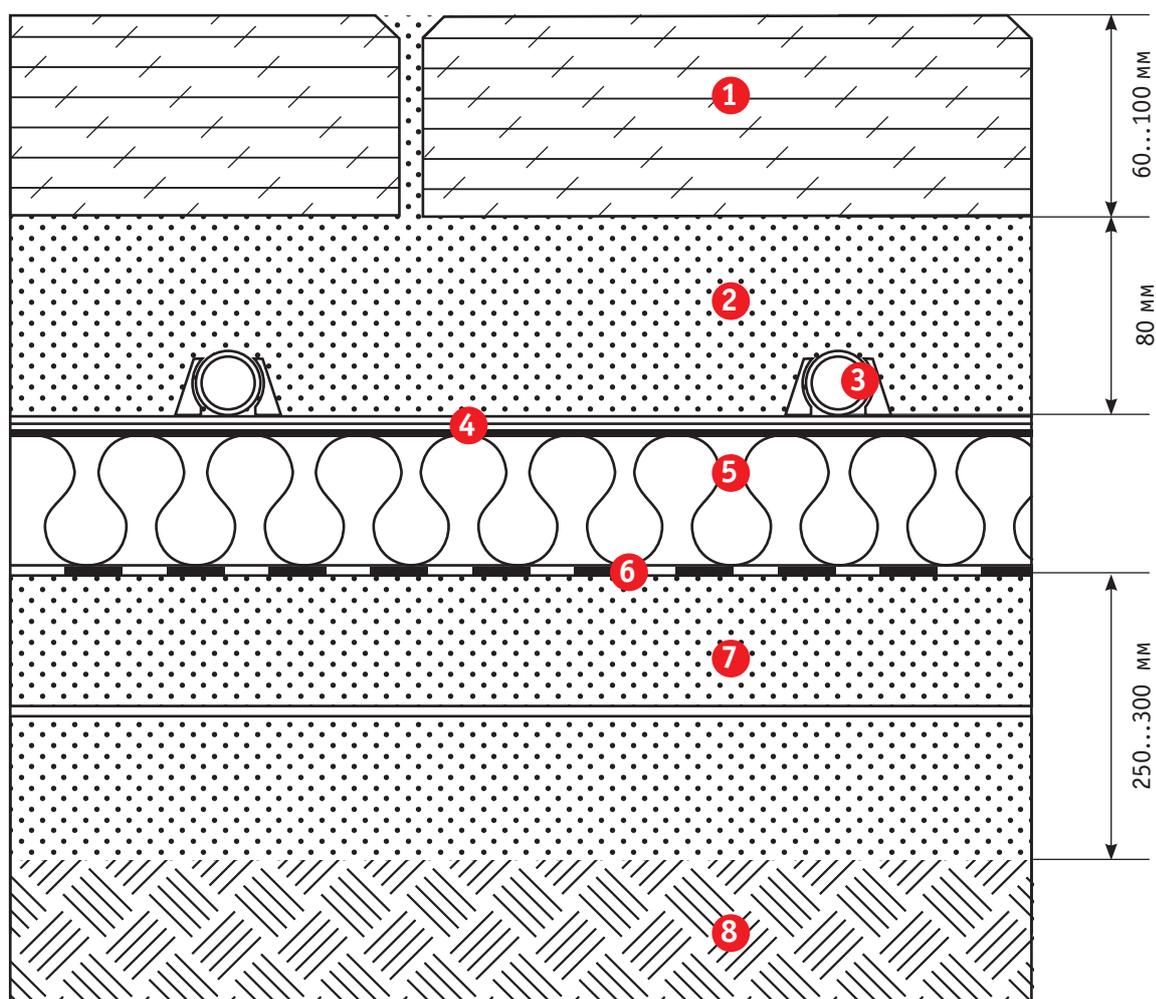
обеспечивают их приподнимание.

Расход несущих профилей, держателей труб, соединителей, крепежных дюбелей и возможно потребующихся крюков для матов зависит от конкретных местных условий и определяется для каждого случая отдельно.

## Конструкция

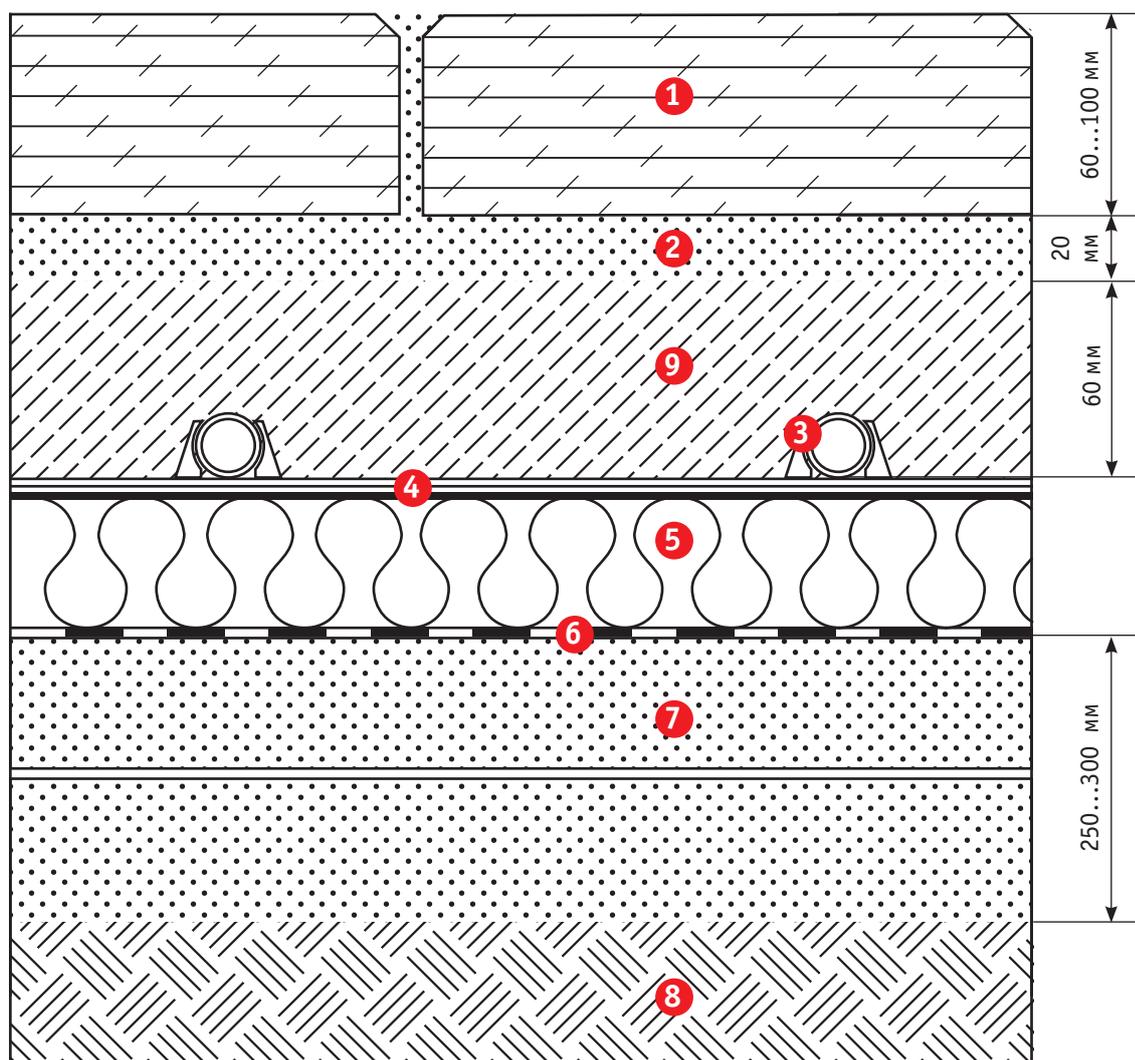
### ■ Конструкции, обеспечивающие поддержание открытой площадки свободной от снега и льда

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>1</b> Толщина мощения в зависимости от нагрузки может составлять от 60 до 100 мм</p> <p><b>2</b> Песчаная подушка из промытого песка (Рэйн/Майн), крупностью 0...3 мм или 0...5 мм, толщина 80 мм</p> <p><b>3</b> Несущие профили Roth с держателями труб и трубами Roth</p> <p><b>4</b> Пленочное покрытие изоляционного слоя, напр. 0,4 мм</p> | <p><b>5</b> Изоляционный слой, например из экструдированного вспененного полистирола</p> <p><b>6</b> Фильтрующий нетканый материал — разделительный слой из геотекстиля</p> <p><b>7</b> Основание из смеси песка и гравия толщиной 250...300 мм в зависимости от нагрузки, крупность 0...45 мм</p> <p><b>8</b> Почва и грубая планировка</p> |
|--|--|



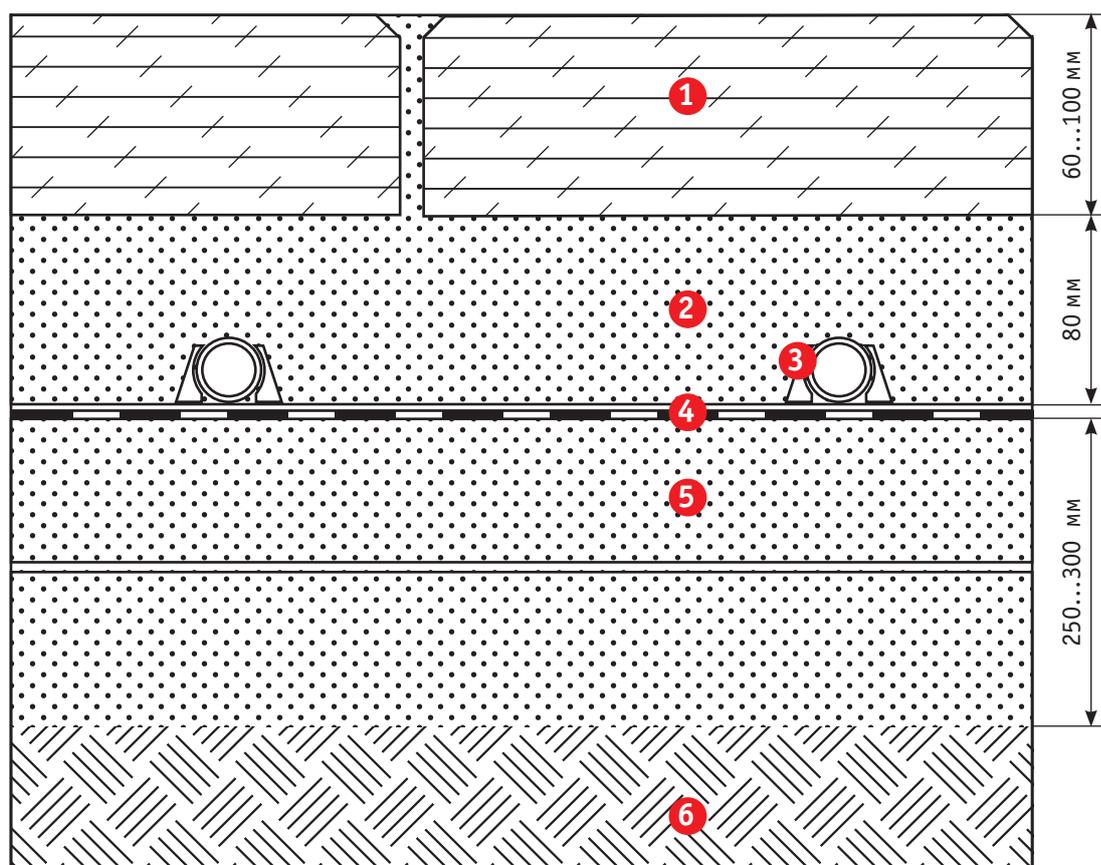
## Конструкция

- 1 Толщина мощения в зависимости от нагрузки может составлять от 60 до 100 мм
- 2 Песчаная подушка из промытого песка (Рэйн/Майн), крупностью 0...3 мм или 0...5 мм, толщина 20 мм
- 3 Несущие профили Roth с держателями труб и трубами Roth
- 4 Пленочное покрытие изоляционного слоя, напр. 0,4 мм
- 5 Изоляционный слой, например из экструдированного вспененного полистирола
- 6 Фильтрующий нетканый материал — разделительный слой из геотекстиля
- 7 Основание из смеси песка и гравия толщиной 250...300 мм в зависимости от нагрузки, крупность 0...45 мм
- 8 Почва и грубая планировка
- 9 Стяжка/слой строительного раствора, прибл. 60 мм



## Конструкция

- 1 Толщина мощения в зависимости от нагрузки может составлять от 60 до 100 мм
- 2 Песчаная подушка из промытого песка (Рэйн/Майн), крупностью 0...3 мм или 0...5 мм, толщина слоя над трубами 80 мм
- 3 Несущие профили Roth с держателями труб и трубами Roth
- 4 Фильтрующий нетканый материал — разделительный слой из геотекстиля
- 5 Основание из смеси песка и гравия толщиной 250...300 мм в зависимости от нагрузки, крупность 0...45 мм
- 6 Почва и грубая планировка





■ Система подогрева открытых площадок Roth с трубами Roth  $\varnothing 25$  мм,  $t_A = -5$  °C

|  | Конструкция                             | Коэф. $\alpha$ | Шаг 100 мм        |       | Шаг 150 мм        |       |  |
|--|---|----------------|-------------------|-------|-------------------|-------|--|
|  |   |                | Вт/м <sup>2</sup> | $t_0$ | Вт/м <sup>2</sup> | $t_0$ |  |
| <b>T1 = 50 °C</b><br><b>T2 = 46,67 °C</b><br><br>Расход<br><b>0,28 кг/с</b><br><br>Средняя<br>разность<br>температур<br><b>53,34 К</b> | <b>Грунт <math>\lambda = 1,2</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,10 м                              | 6,46           | 280,38            | 15,03 | 234,41            | 11,74 |  |
|  | s = 0,15 м                              | 5,09           | 231,07            | 11,51 | 198,45            | 9,17  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 4,2            | 196,59            | 9,04  | 172,22            | 7,3   |  |
|  | s = 0,25 м                              | 3,67           | 170,88            | 7,21  | 152,02            | 5,88  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 3,11           | 151,38            | 5,81  | 138,3             | 4,74  |  |
|  | s = 0,35 м                              | 2,75           | 135,63            | 4,69  | 123,36            | 3,81  |  |
|  | s = 0,40 м                              | 2,47           | 123,11            | 3,78  | 112,87            | 3,06  |  |
|  | <b>Бетон <math>\lambda = 2,1</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,15 м                              | 7              | 321,45            | 17,96 | 280,62            | 15,04 |  |
|  | s = 0,20 м                              | 8              | 282,12            | 15,15 | 248,98            | 12,66 |  |
|  | s = 0,25 м                              | 5,25           | 251,38            | 12,96 | 225,42            | 11,1  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 4,67           | 226,63            | 11,2  | 205,4             | 8,67  |  |
|  | s = 0,35 м                              | 4,2            | 206,42            | 9,74  | 188,46            | 8,46  |  |
|  | <b>Песок и камень</b>                   |                |                   |       |                   |       |  |
|  | 80 мм + 60 мм                           | 4,18           | 185,79            | 8,99  | 171,6             | 7,26  |  |
| <b>T1 = 60 °C</b><br><b>T2 = 50,32 °C</b><br><br>Расход<br><b>0,10 кг/с</b><br><br>Средняя<br>разность<br>температур<br><b>60,10 К</b> | <b>Грунт <math>\lambda = 1,2</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,10 м                              | 8,46           | 313,55            | 17,4  | 258,45            | 13,46 |  |
|  | s = 0,15 м                              | 5,09           | 260,97            | 13,64 | 221,18            | 10,8  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 4,2            | 223,55            | 10,97 | 193,45            | 8,62  |  |
|  | s = 0,25 м                              | 3,67           | 195,3             | 8,95  | 171,8             | 7,27  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 3,11           | 173,87            | 7,4   | 154,75            | 6,05  |  |
|  | s = 0,35 м                              | 2,75           | 156,1             | 8,15  | 140,59            | 5,04  |  |
|  | s = 0,40 м                              | 2,47           | 142,83            | 6,15  | 129,04            | 4,22  |  |
|  | <b>Бетон <math>\lambda = 2,1</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,15 м                              | 7              | 382,81            | 20,92 | 312,18            | 17,3  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 6              | 320,24            | 17,87 | 278,97            | 15    |  |
|  | s = 0,25 м                              | 5,25           | 266,61            | 15,47 | 253,81            | 13,13 |  |
|  | s = 0,30 м                              | 4,87           | 259,54            | 13,54 | 232,28            | 11,59 |  |
|  | s = 0,35 м                              | 4,2            | 236,67            | 11,92 | 213,81            | 10,28 |  |
|  | <b>Песок и камень</b>                   |                |                   |       |                   |       |  |
|  | 80 мм + 60 мм                           | 4,18           | 222,6             | 10,91 | 192,8             | 8,77  |  |

■ Система подогрева открытых площадок Roth с трубами Roth Ø25 мм,  $t_A = -5\text{ }^\circ\text{C}$

|  | Шаг 200 мм        |                | Шаг 250 мм        |                | Шаг 300 мм        |                | Шаг 350 мм        |                |
|--|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
|  | Вт/м <sup>2</sup> | t <sub>0</sub> |
|  |                   |                |                   |                |                   |                |                   |                |
|  | 185,16            | 8,94           | 164,04            | 6,72           | 139,96            | 5              | 121,33            | 3,67           |
|  | 168,77            | 7,08           | 144               | 5,28           | 124,08            | 3,86           | 106,18            | 2,73           |
|  | 148,96            | 5,64           | 128,77            | 4,2            | 111,85            | 3              | 98,23             | 2,02           |
|  | 133,37            | 4,53           | 116,57            | 3,33           | 102,2             | 2,3            | 90,2              | 1,44           |
|  | 120,95            | 3,64           | 108,74            | 2,62           | 94,29             | 1,73           | 83,58             | 0,96           |
|  | 110,54            | 2,9            | 98,39             | 2,03           | 87,51             | 1,25           | 78,07             | 0,58           |
|  | 101,97            | 2,28           | 91,43             | 1,63           | 81,82             | 0,84           | 73,35             | 0,24           |
|  |                   |                |                   |                |                   |                |                   |                |
|  | 242,48            | 12,32          | 209,8             | 9,97           | 182,32            | 8,02           | 160,08            | 6,43           |
|  | 216,9             | 10,64          | 191,23            | 8,66           | 167,67            | 6,98           | 143,72            | 5,57           |
|  | 199,6             | 9,26           | 176               | 7,57           | 155,43            | 6,1            | 137,96            | 4,85           |
|  | 183,56            | 8,11           | 163,19            | 6,66           | 145,06            | 6,36           | 129,4             | 4,24           |
|  | 169,82            | 7,13           | 152,08            | 5,86           | 135,68            | 4,71           | 121,88            | 3,71           |
|  |                   |                |                   |                |                   |                |                   |                |
|  | 148,51            | 5,61           | 128,4             | 4,17           | 111,68            | 2,68           | 97,96             | 2              |
|  |                   |                |                   |                |                   |                |                   |                |
|  | 213,61            | 10,26          | 178,75            | 7,77           | 152,21            | 5,87           | 131,82            | 4,42           |
|  | 188,61            | 8,33           | 168,6             | 8,32           | 136,22            | 4,73           | 118,54            | 3,47           |
|  | 166,04            | 6,86           | 142,82            | 5,2            | 123,62            | 3,84           | 108,47            | 2,75           |
|  | 149,56            | 5,68           | 130,09            | 4,29           | 113,71            | 3,12           | 100,17            | 2,16           |
|  | 136,31            | 7,74           | 118,7             | 3,55           | 105,4             | 2,53           | 93,35             | 1,67           |
|  | 125,09            | 3,63           | 110,78            | 2,81           | 96,22             | 2,02           | 87,44             | 1,25           |
|  | 115,79            | 3,27           | 103,32            | 2,38           | 92,14             | 1,58           | 82,42             | 0,89           |
|  |                   |                |                   |                |                   |                |                   |                |
|  | 267,27            | 14,09          | 229,7             | 11,41          | 199,13            | 9,22           | 174,48            | 7,46           |
|  | 242,93            | 12,35          | 210,88            | 10,07          | 184,31            | 8,17           | 162,38            | 6,6            |
|  | 222,76            | 10,88          | 195,28            | 8,95           | 171,76            | 7,27           | 152,1             | 5,88           |
|  | 205,64            | 9,7            | 181,89            | 7,98           | 161,05            | 6,5            | 143,29            | 5,24           |
|  | 191,17            | 8,88           | 170,17            | 7,15           | 151,58            | 5,83           | 135,48            | 4,88           |
|  |                   |                |                   |                |                   |                |                   |                |
|  | 165,54            | 8,82           | 142,44            | 5,17           | 123,52            | 3,82           | 108,22            | 2,73           |



■ Система подогрева открытых площадок Roth с трубами Roth  $\varnothing 25$  мм,  $t_A = -12$  °C

|  | Конструкция                             | Коэф. $\alpha$ | Шаг 100 мм        |       | Шаг 150 мм        |       |  |
|--|---|----------------|-------------------|-------|-------------------|-------|--|
|  |   |                | Вт/м <sup>2</sup> | $t_0$ | Вт/м <sup>2</sup> | $t_0$ |  |
| <b>T1 = 50 °C</b><br><b>T2 = 47,28 °C</b><br><br>Расход<br><b>0,28 кг/с</b><br><br>Средняя<br>разность<br>температур<br><b>60,64 K</b> | <b>Грунт <math>\lambda = 1,2</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,10 м                              | 6,46           | 319,04            | 10,79 | 267,42            | 7,1   |  |
|  | s = 0,15 м                              | 5,09           | 252,51            | 6,75  | 225,98            | 4,14  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 4,2            | 223,07            | 3,93  | 195,83            | 1,99  |  |
|  | s = 0,25 м                              | 3,67           | 193,73            | 1,84  | 172,69            | 0,33  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 3,11           | 171,49            | 0,25  | 154,7             | -0,96 |  |
|  | s = 0,35 м                              | 2,75           | 153,59            | -1,03 | 139,92            | -2,01 |  |
|  | s = 0,40 м                              | 2,47           | 138,35            | -2,05 | 127,96            | -2,88 |  |
|  | <b>Бетон <math>\lambda = 2,1</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,15 м                              | 7              | 362,36            | 13,88 | 316,33            | 10,6  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 6              | 318,03            | 10,72 | 281,79            | 8,13  |  |
|  | s = 0,25 м                              | 5,25           | 263,38            | 8,24  | 254,11            | 6,16  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 4,67           | 255,7             | 6,28  | 231,54            | 4,64  |  |
|  | s = 0,35 м                              | 4,2            | 232,69            | 4,62  | 212,45            | 3,17  |  |
|  | <b>Песок и камень</b>                   |                |                   |       |                   |       |  |
|  | 80 мм + 60 мм                           | 4,18           | 222,16            | 3,87  | 195,12            | 1,84  |  |
| <b>T1 = 60 °C</b><br><b>T2 = 52,12 °C</b><br><br>Расход<br><b>0,10 кг/с</b><br><br>Средняя<br>разность<br>температур<br><b>68,08 K</b> | <b>Грунт <math>\lambda = 1,2</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,10 м                              | 8,46           | 355,8             | 13,41 | 285,11            | 9,08  |  |
|  | s = 0,15 м                              | 5,09           | 284,88            | 9,08  | 251,36            | 5,85  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 4,2            | 251,85            | 5,99  | 219,11            | 3,65  |  |
|  | s = 0,25 м                              | 3,67           | 219,53            | 3,68  | 194,07            | 1,66  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 3,11           | 194,89            | 1,92  | 174,45            | 0,46  |  |
|  | s = 0,35 м                              | 2,75           | 174,94            | 0,6   | 158,23            | -0,7  |  |
|  | s = 0,40 м                              | 2,47           | 159               | -0,64 | 145,04            | -1,64 |  |
|  | <b>Бетон <math>\lambda = 2,1</math></b> |                |                   |       |                   |       |  |
|  | s = 0,15 м                              | 7              | 401,88            | 16,71 | 345,8             | 12,7  |  |
|  | s = 0,20 м                              | 6              | 354,72            | 13,34 | 310,11            | 10,15 |  |
|  | s = 0,25 м                              | 5,25           | 317,46            | 10,68 | 281,14            | 8,08  |  |
|  | s = 0,30 м                              | 4,87           | 267,46            | 6,53  | 257,29            | 6,38  |  |
|  | s = 0,35 м                              | 4,2            | 262,38            | 6,74  | 236,94            | 4,92  |  |
|  | <b>Песок и камень</b>                   |                |                   |       |                   |       |  |
|  | 80 мм + 60 мм                           | 4,18           | 250,84            | 5,92  | 218,34            | 3,6   |  |

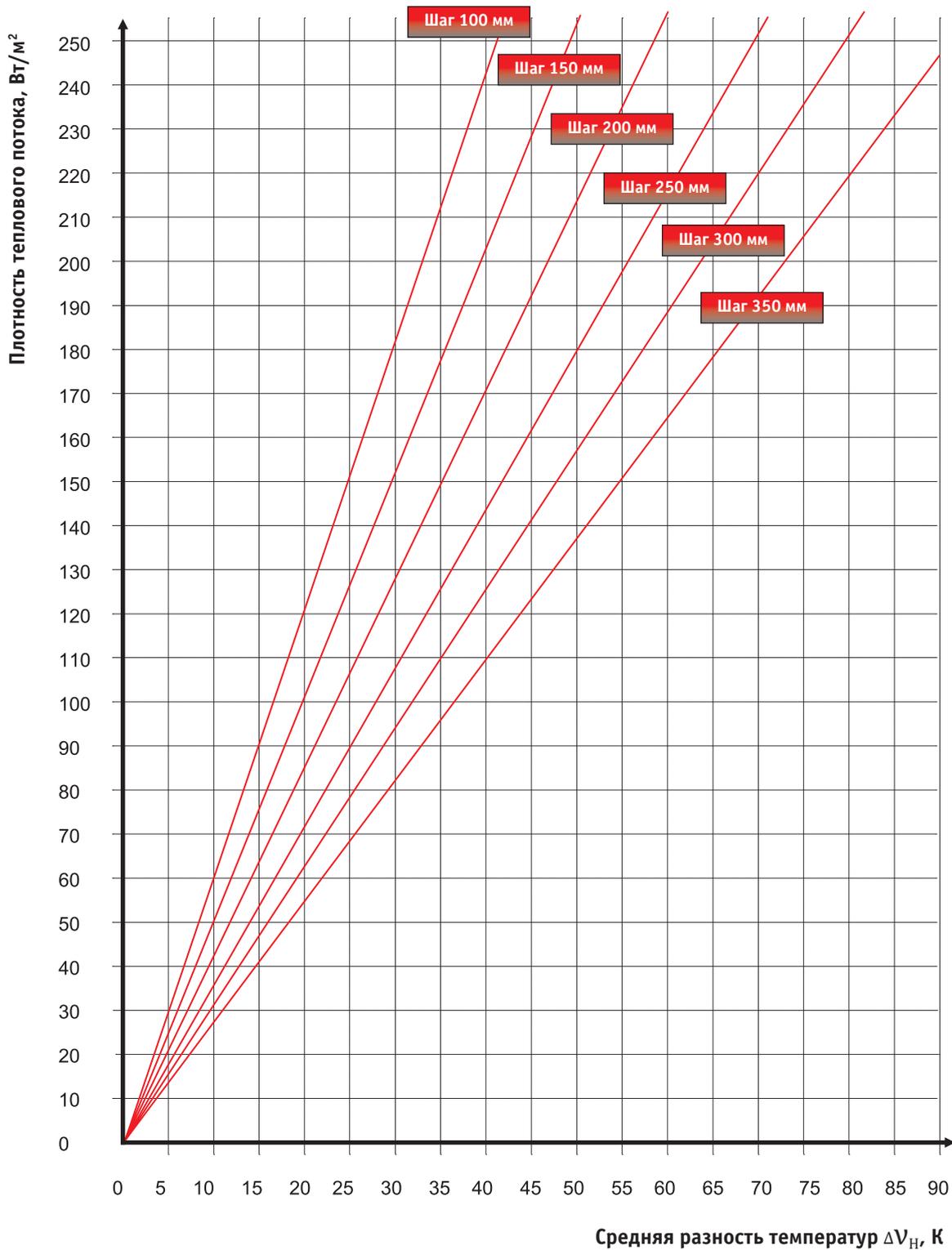
■ Система подогрева открытых площадок Roth с трубами Roth Ø25 мм,  $t_A = -12\text{ }^\circ\text{C}$

|  | Шаг 200 мм        |       | Шаг 250 мм        |       | Шаг 300 мм        |       | Шаг 350 мм        |       |
|--|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|  | Вт/м <sup>2</sup> | $t_0$ |
|  |                   |       |                   |       |                   |       |                   |       |
|  | 222,94            | 3,92  | 187,62            | 1,39  | 160,05            | -0,57 | 138,77            | -2,08 |
|  | 192,44            | 1,75  | 164,32            | -0,28 | 141,63            | -1,88 | 125,54            | -3,18 |
|  | 189,65            | 0,12  | 146,75            | -1,52 | 127,64            | -2,88 | 112,03            | -4    |
|  | 151,7             | -1,16 | 132,71            | -2,52 | 118,41            | -3,68 | 102,78            | -4,66 |
|  | 137,45            | -2,18 | 121,41            | -3,33 | 107,31            | -4,34 | 95,26             | -5,2  |
|  | 125,53            | -3,03 | 111,63            | -4,01 | 99,52             | -4,89 | 88,83             | -5,68 |
|  | 116,74            | -3,73 | 103,86            | -4,58 | 93                | -5,36 | 83,4              | -6,04 |
|  |                   |       |                   |       |                   |       |                   |       |
|  | 273,35            | 7,63  | 236,27            | 4,88  | 205,52            | 2,88  | 180,43            | 0,89  |
|  | 246,76            | 5,83  | 215,57            | 3,4   | 189,01            | 1,6   | 168,87            | -0,08 |
|  | 225               | 4,07  | 198,4             | 2,17  | 175,21            | 0,52  | 155,52            | -0,89 |
|  | 206,95            | 2,78  | 183,96            | 1,14  | 163,53            | -0,32 | 145,87            | -1,56 |
|  | 191,44            | 1,87  | 171,41            | 0,24  | 153,28            | -1,05 | 137,39            | -2,19 |
|  |                   |       |                   |       |                   |       |                   |       |
|  | 169,1             | 0,08  | 148,32            | -1,55 | 127,31            | -2,91 | 111,75            | -4,02 |
|  |                   |       |                   |       |                   |       |                   |       |
|  | 244,81            | 5,47  | 205,14            | 2,65  | 174,84            | 0,49  | 151,48            | -1,18 |
|  | 212,01            | 3,2   | 181,11            | 0,94  | 155,82            | -0,87 | 135,79            | -2,3  |
|  | 188,71            | 1,48  | 162,86            | -0,38 | 141,19            | -1,81 | 123,77            | -3,16 |
|  | 169,52            | 0,11  | 147,76            | -1,45 | 128,32            | -2,76 | 114,02            | -3,88 |
|  | 154,16            | -0,99 | 135,67            | -2,31 | 119,63            | -3,86 | 108,05            | -4,43 |
|  | 141,22            | -1,91 | 125,35            | -3,05 | 111,28            | -4,05 | 99,18             | -4,92 |
|  | 130,53            | -2,68 | 116,72            | -3,86 | 104,25            | -4,55 | 93,34             | -5,33 |
|  |                   |       |                   |       |                   |       |                   |       |
|  | 296,04            | 9,15  | 254,42            | 6,17  | 220,57            | 3,75  | 193,26            | 1,8   |
|  | 289,09            | 7,22  | 233,7             | 4,69  | 204,15            | 2,58  | 178,84            | 0,65  |
|  | 246,74            | 5,62  | 216,28            | 3,45  | 190,27            | 1,59  | 168,47            | 0,03  |
|  | 228               | 4,29  | 201,46            | 2,39  | 176,39            | 0,74  | 156,72            | -0,68 |
|  | 211,75            | 3,13  | 189,48            | 1,46  | 167,88            | -0,01 | 150,06            | -1,28 |
|  |                   |       |                   |       |                   |       |                   |       |
|  | 188,13            | 1,44  | 162,21            | -0,41 | 140,84            | -1,94 | 123,48            | -3,18 |

# Теплотехнические характеристики



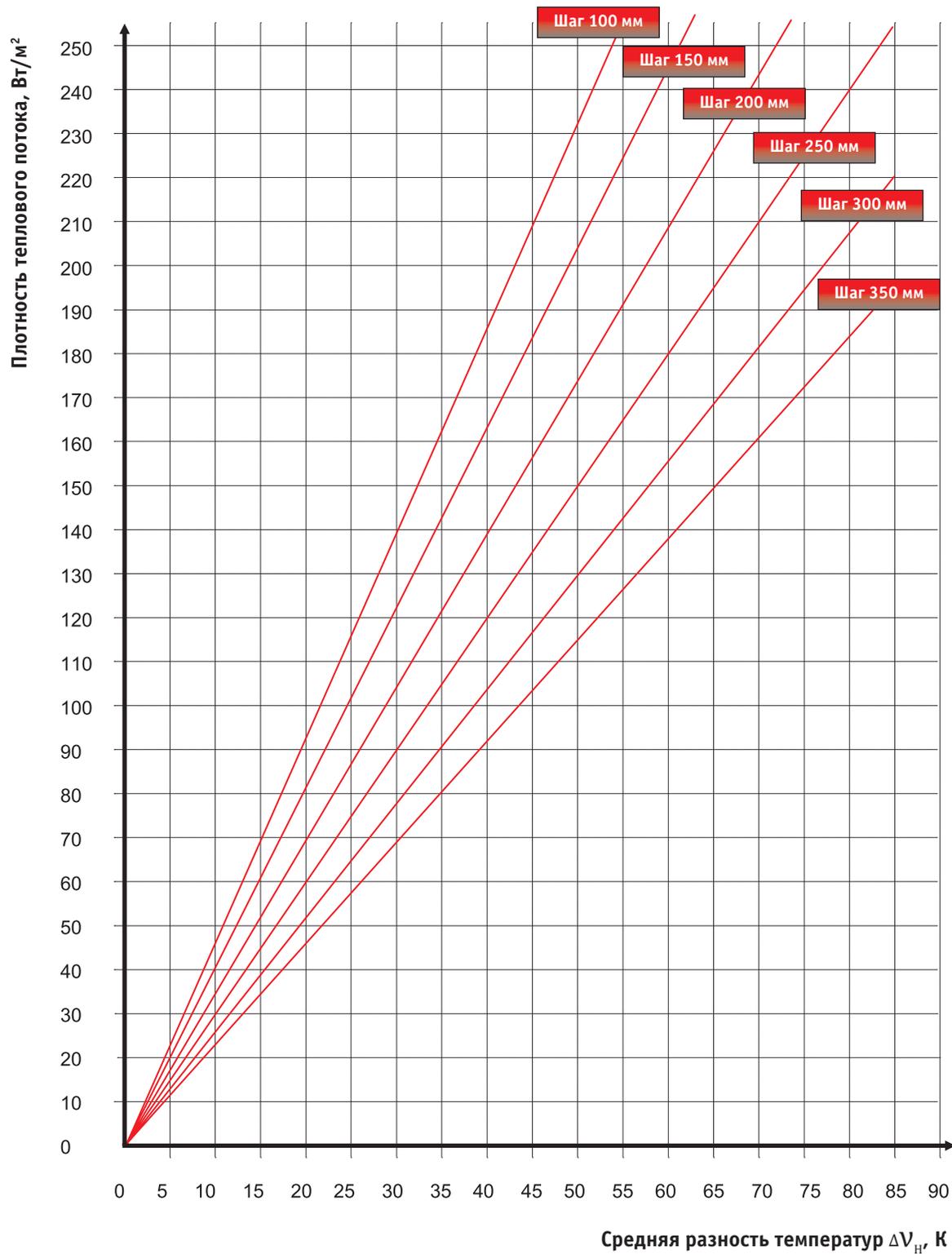
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, слой бетона толщиной 150 мм,  $\lambda = 2,1$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



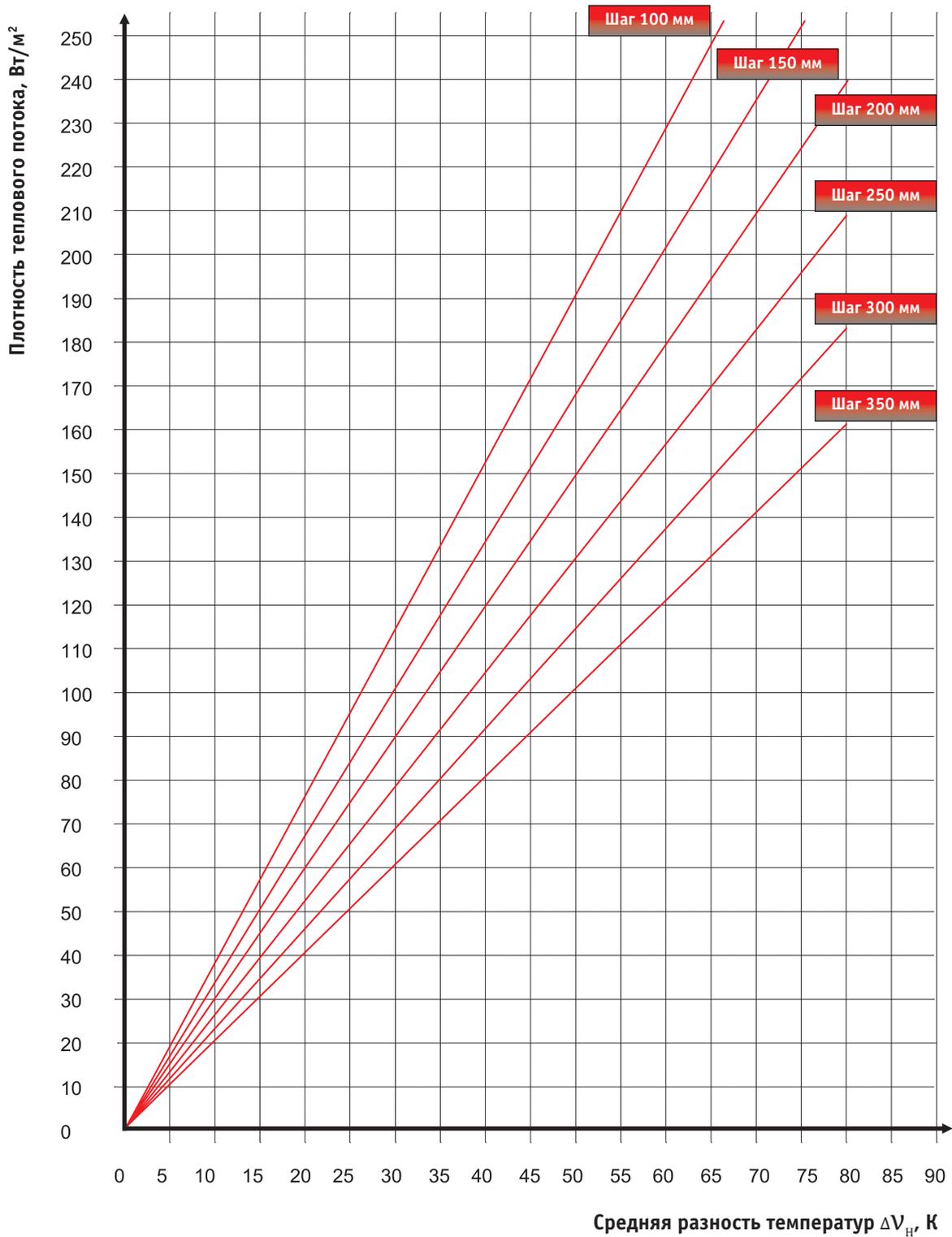
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, слой бетона толщиной 250 мм,  $\lambda = 2,1$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



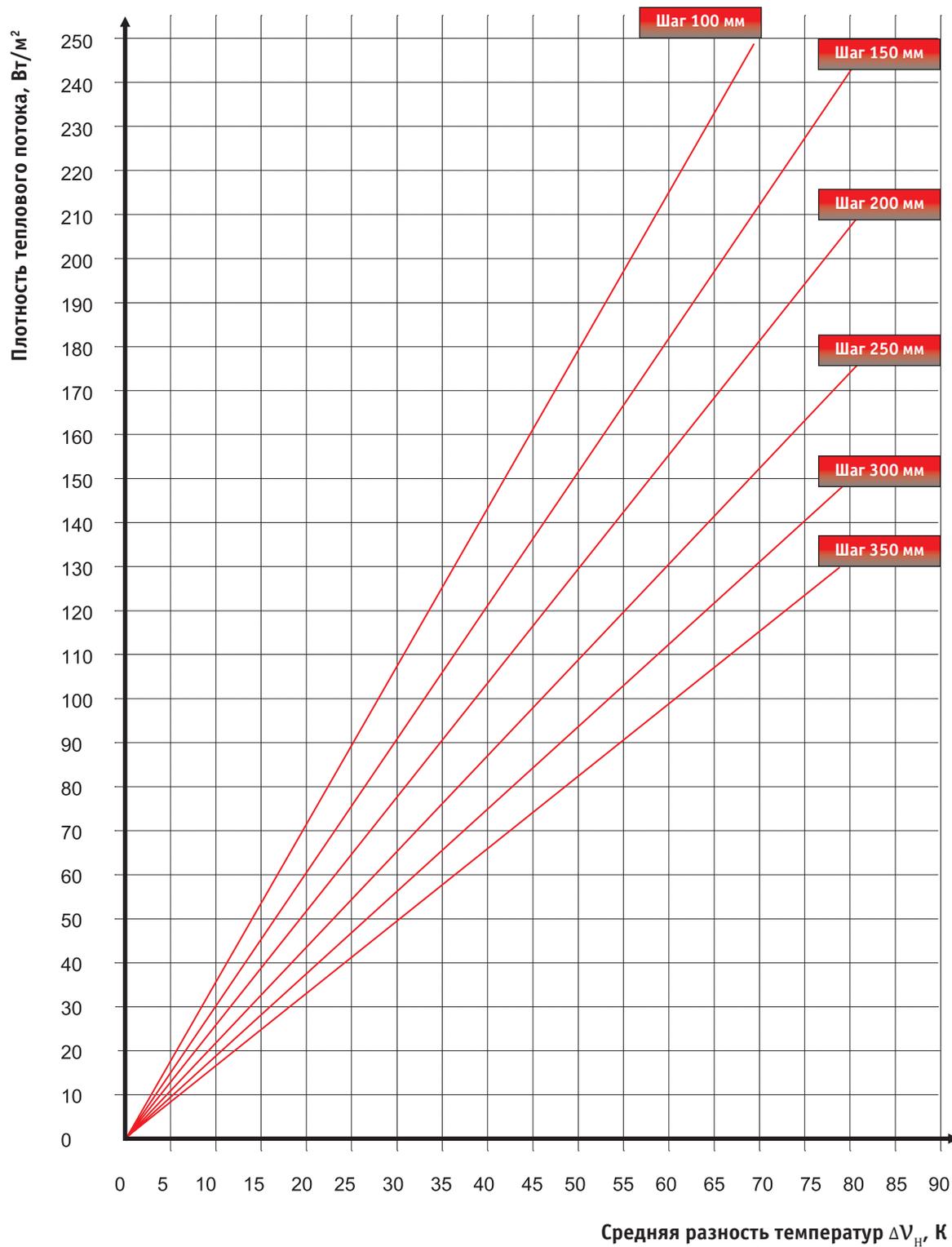
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, слой бетона толщиной 350 мм,  $\lambda = 2,1$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



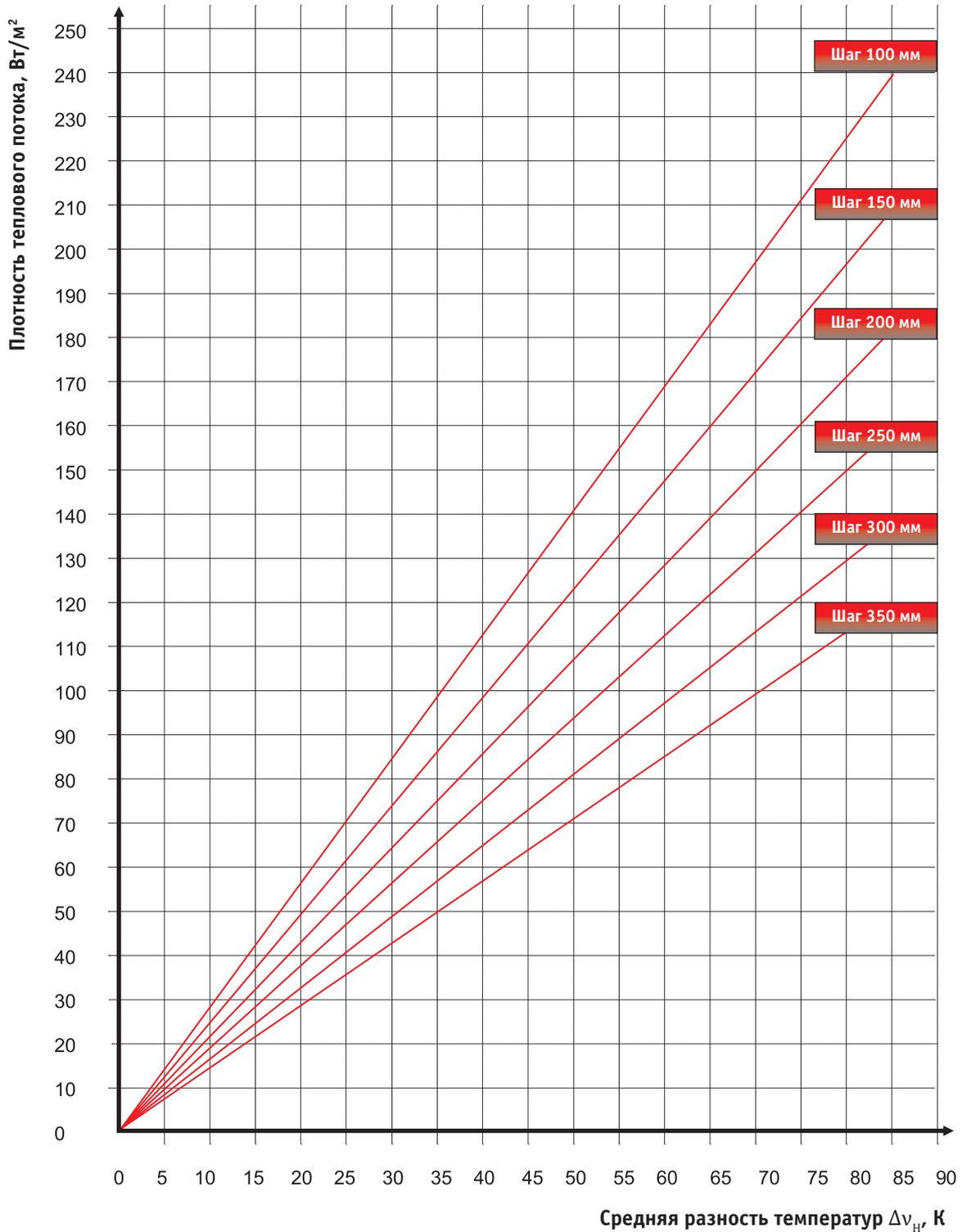
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, слой грунта толщиной 200 мм,  $\lambda = 1,2$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



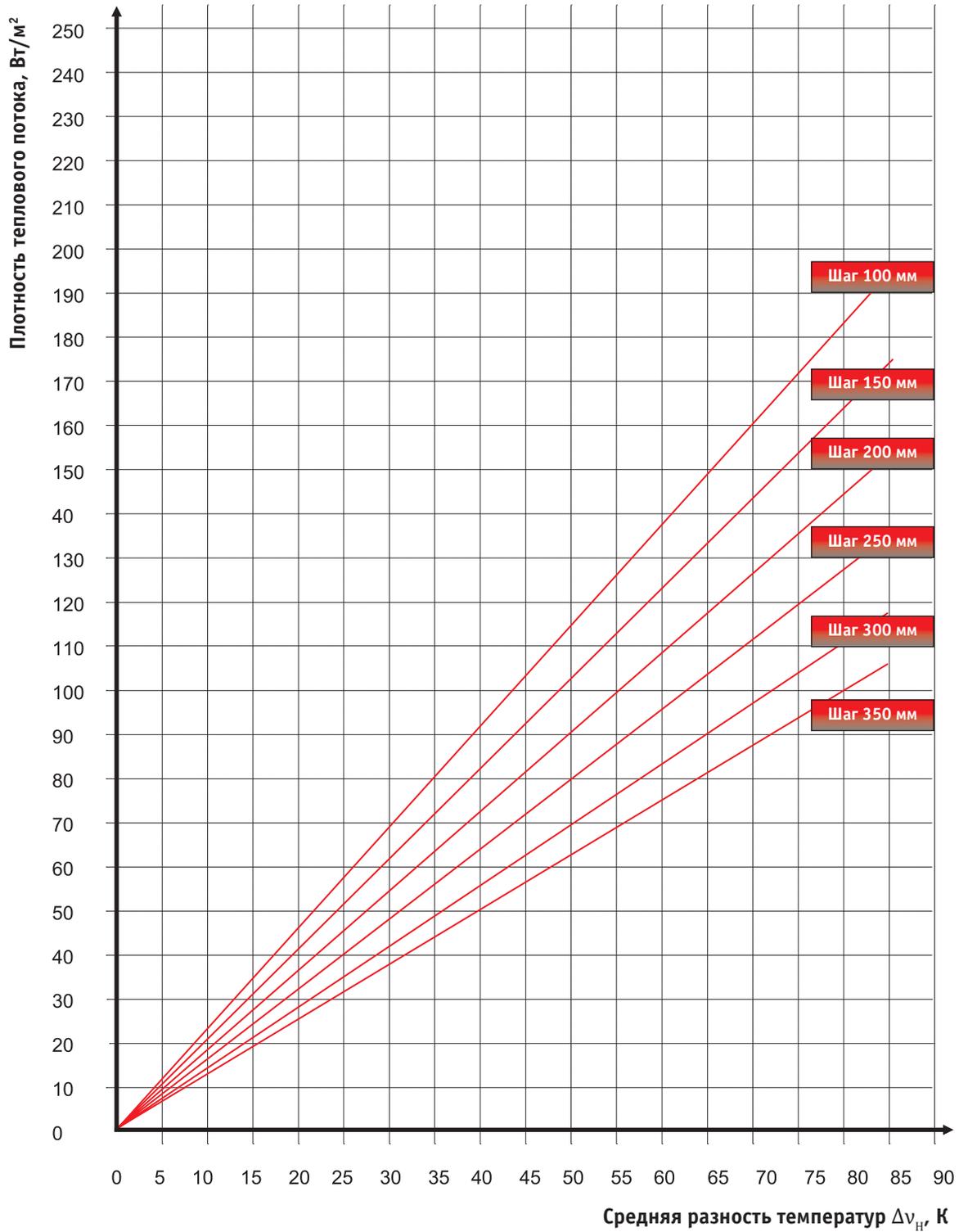
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, слой грунта толщиной 300 мм,  $\lambda = 1,2$  Вт/(мК)



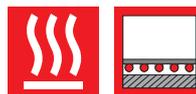
# Теплотехнические характеристики



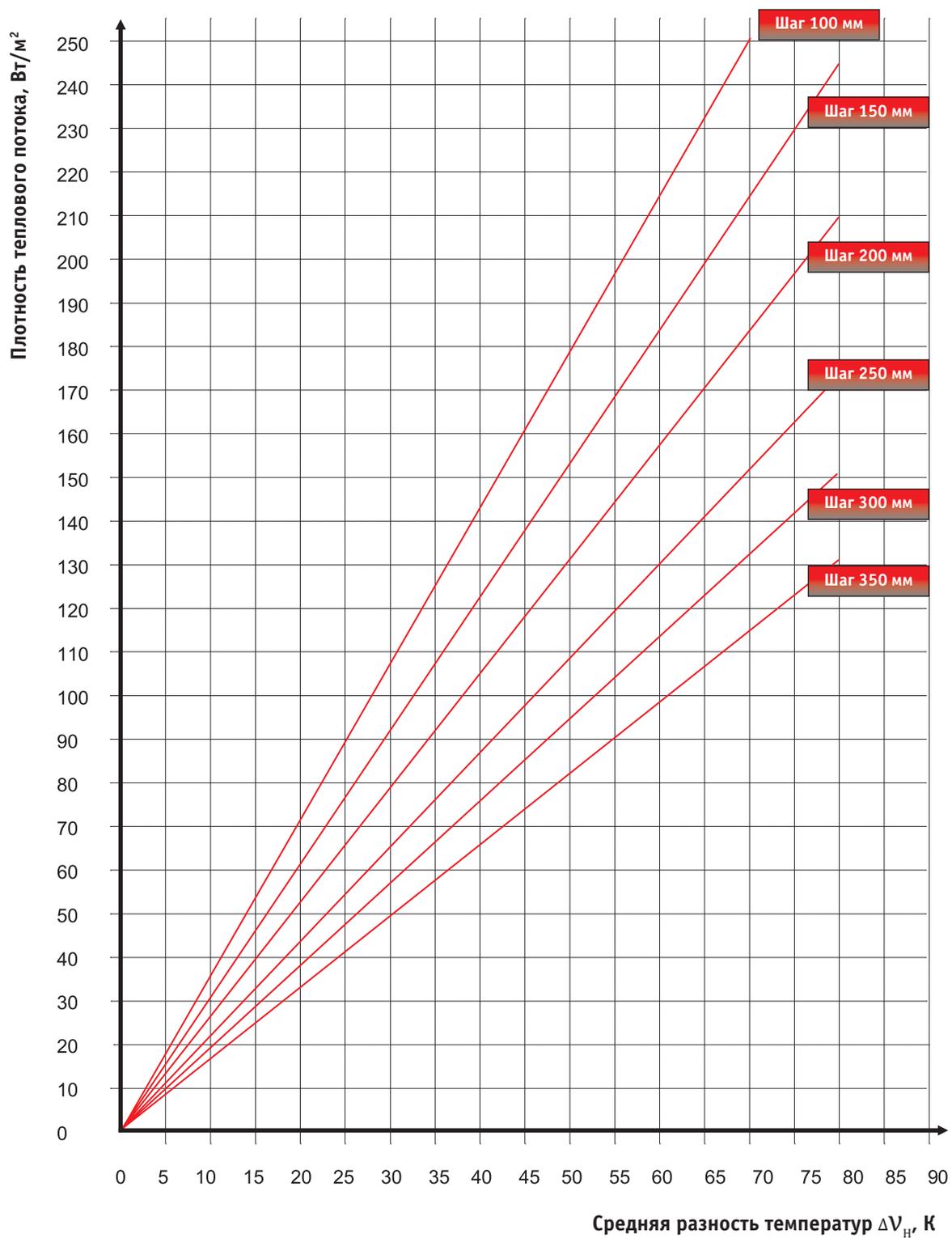
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, слой грунта толщиной 400 мм,  $\lambda = 1,2$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



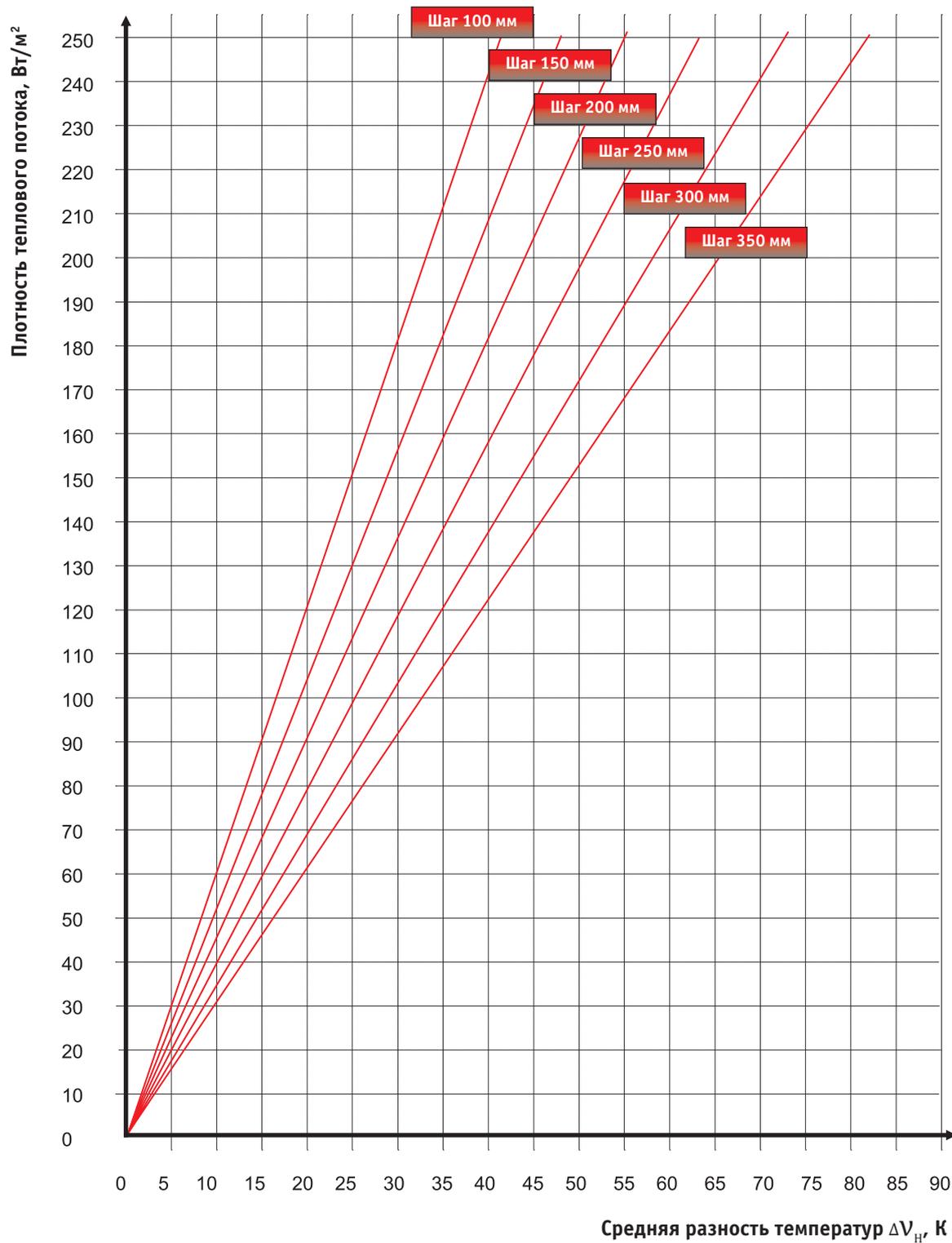
■ Трубы Roth  $\varnothing 20$  мм, песок 80 мм/камень 60 мм, общая толщина слоя 140 мм



# Теплотехнические характеристики



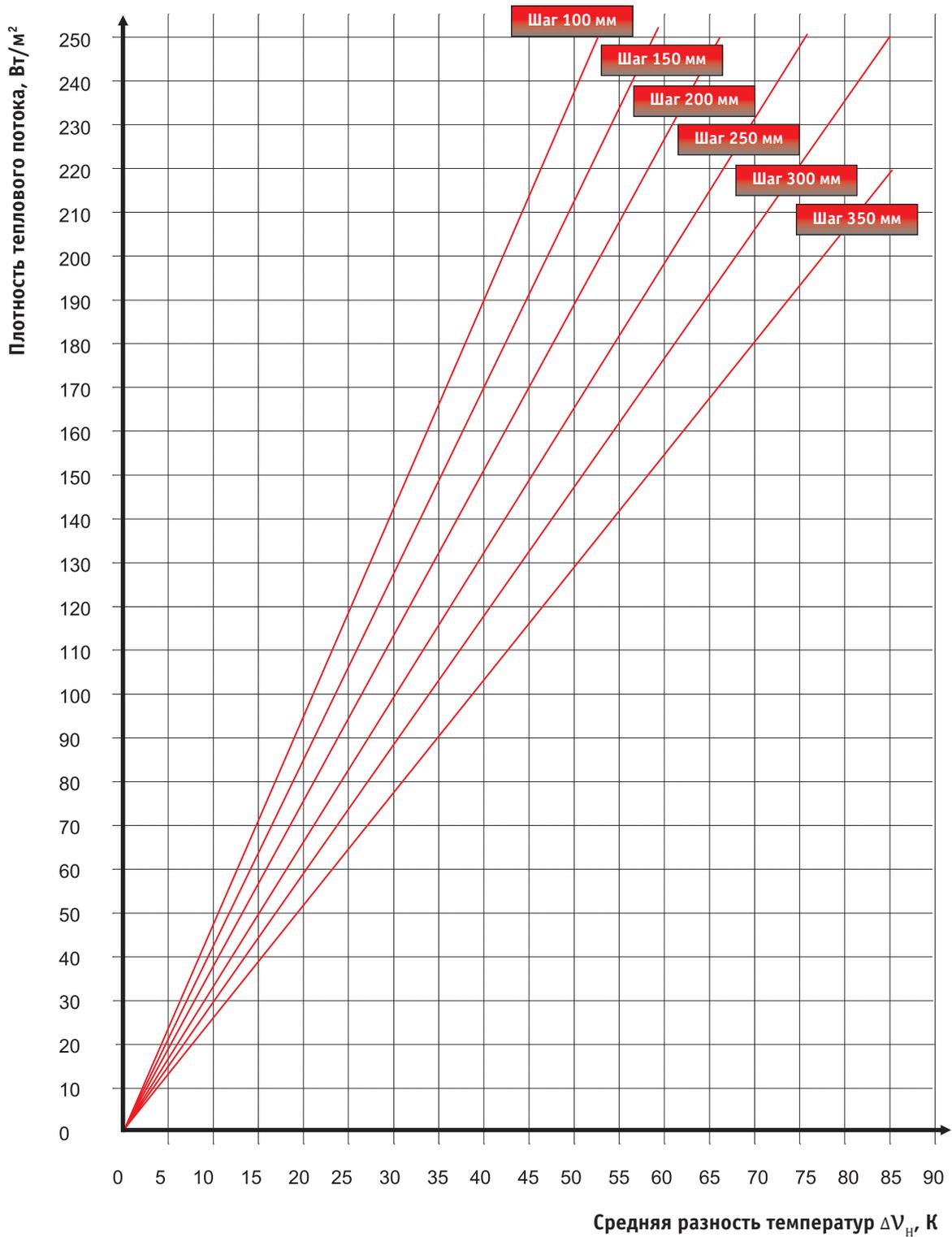
■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, слой бетона толщиной 150 мм,  $\lambda = 2,1$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



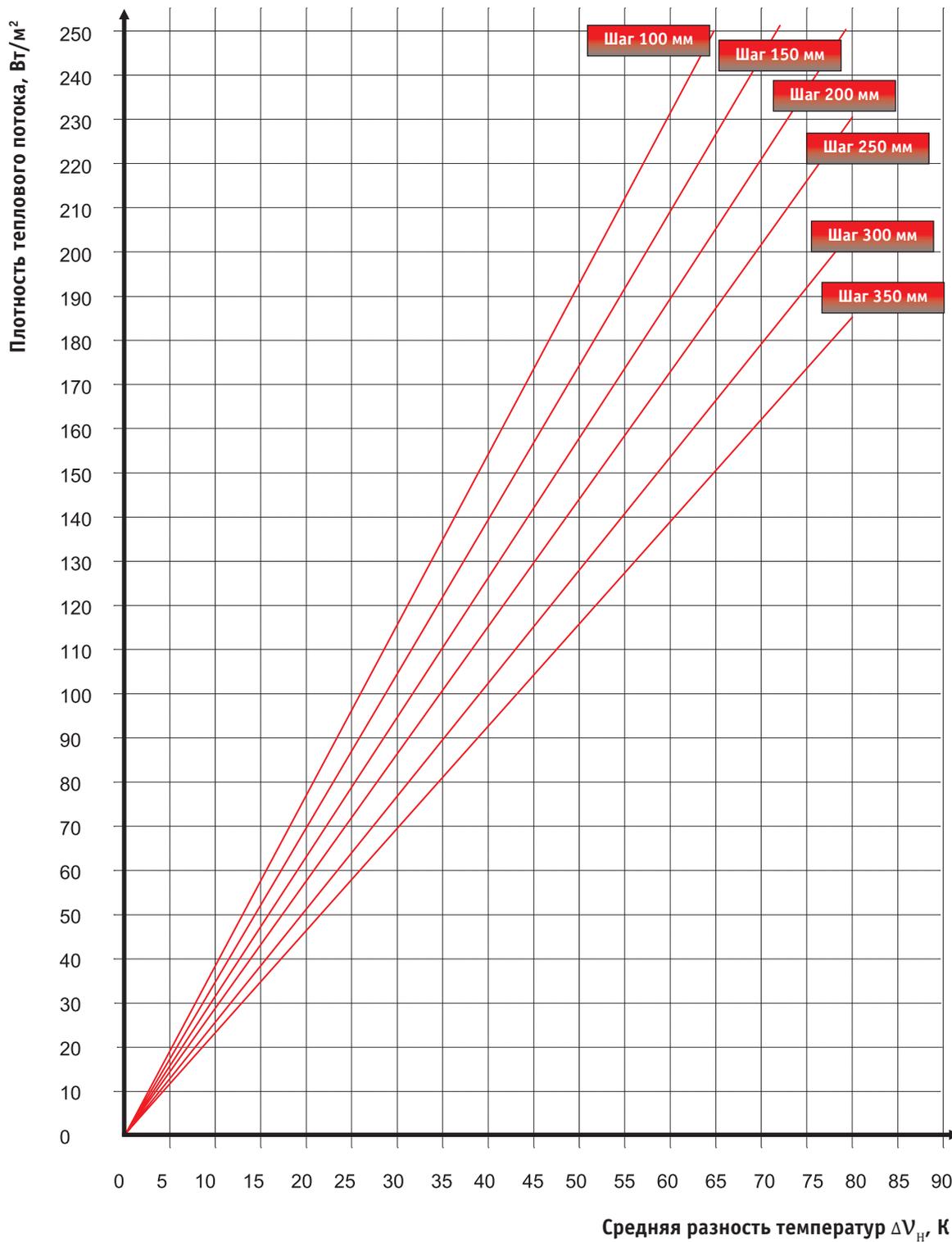
■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, слой бетона толщиной 250 мм,  $\lambda = 2,1$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



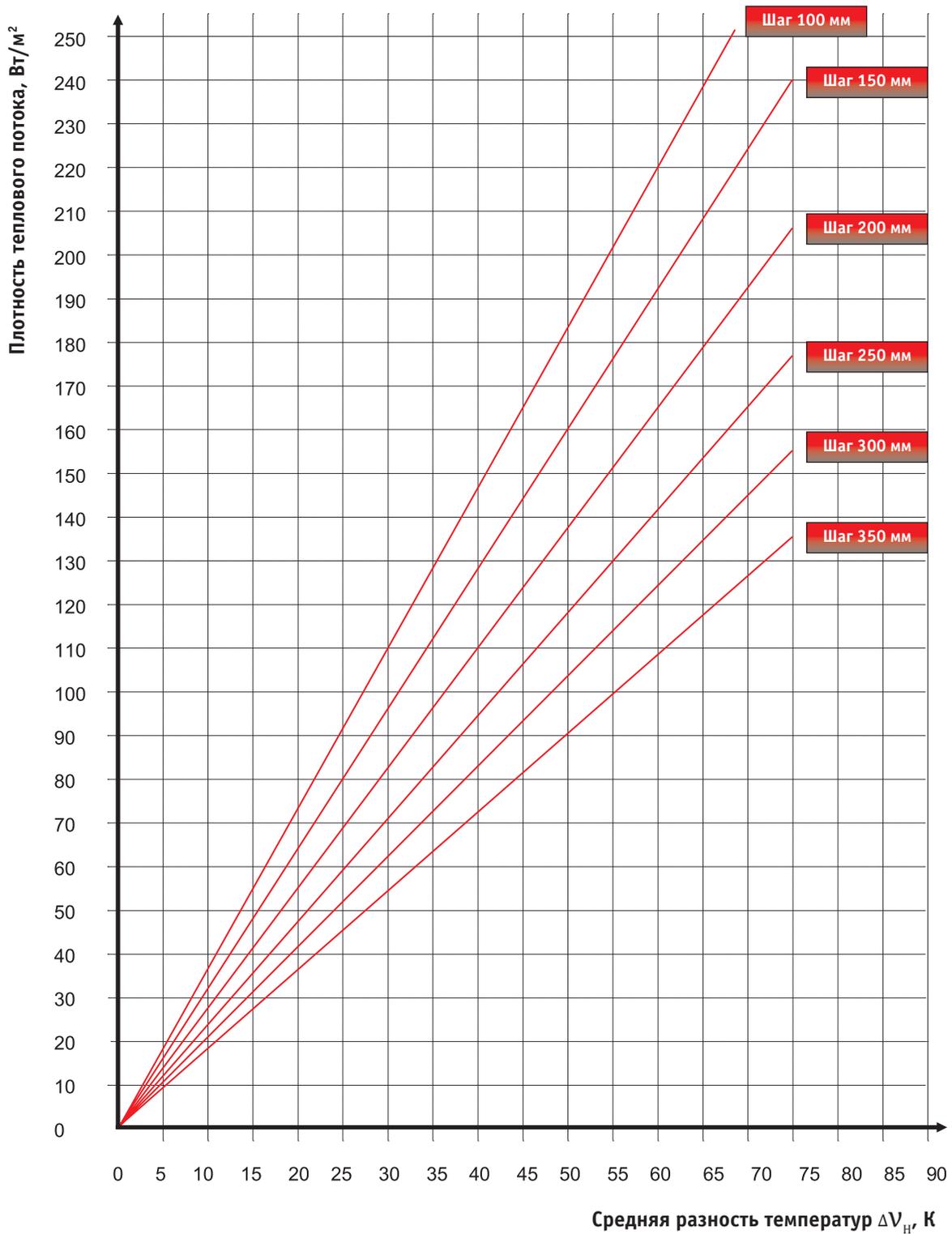
■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, слой бетона толщиной 350 мм,  $\lambda = 2,1$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



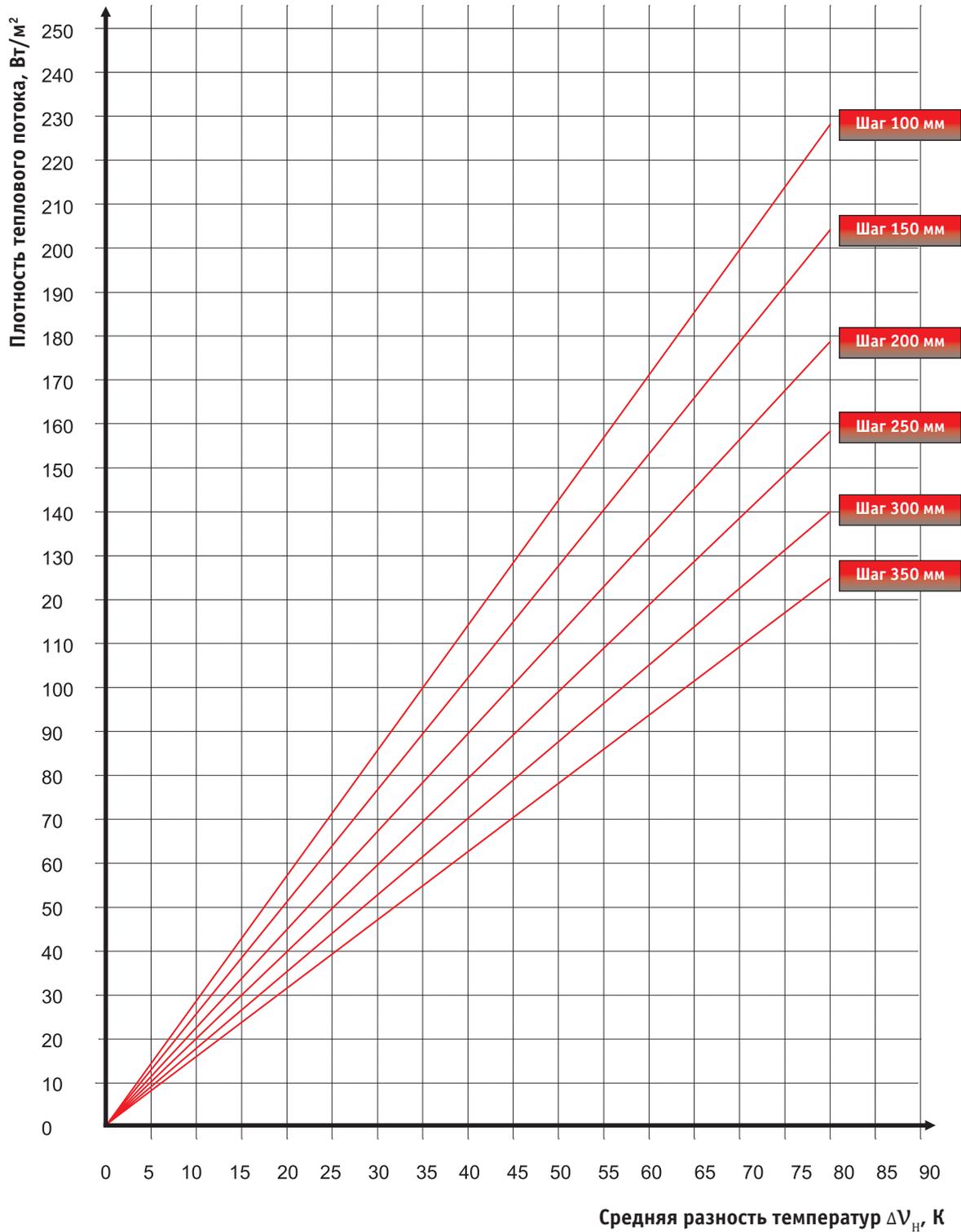
■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, слой грунта толщиной 200 мм,  $\lambda = 1,2$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



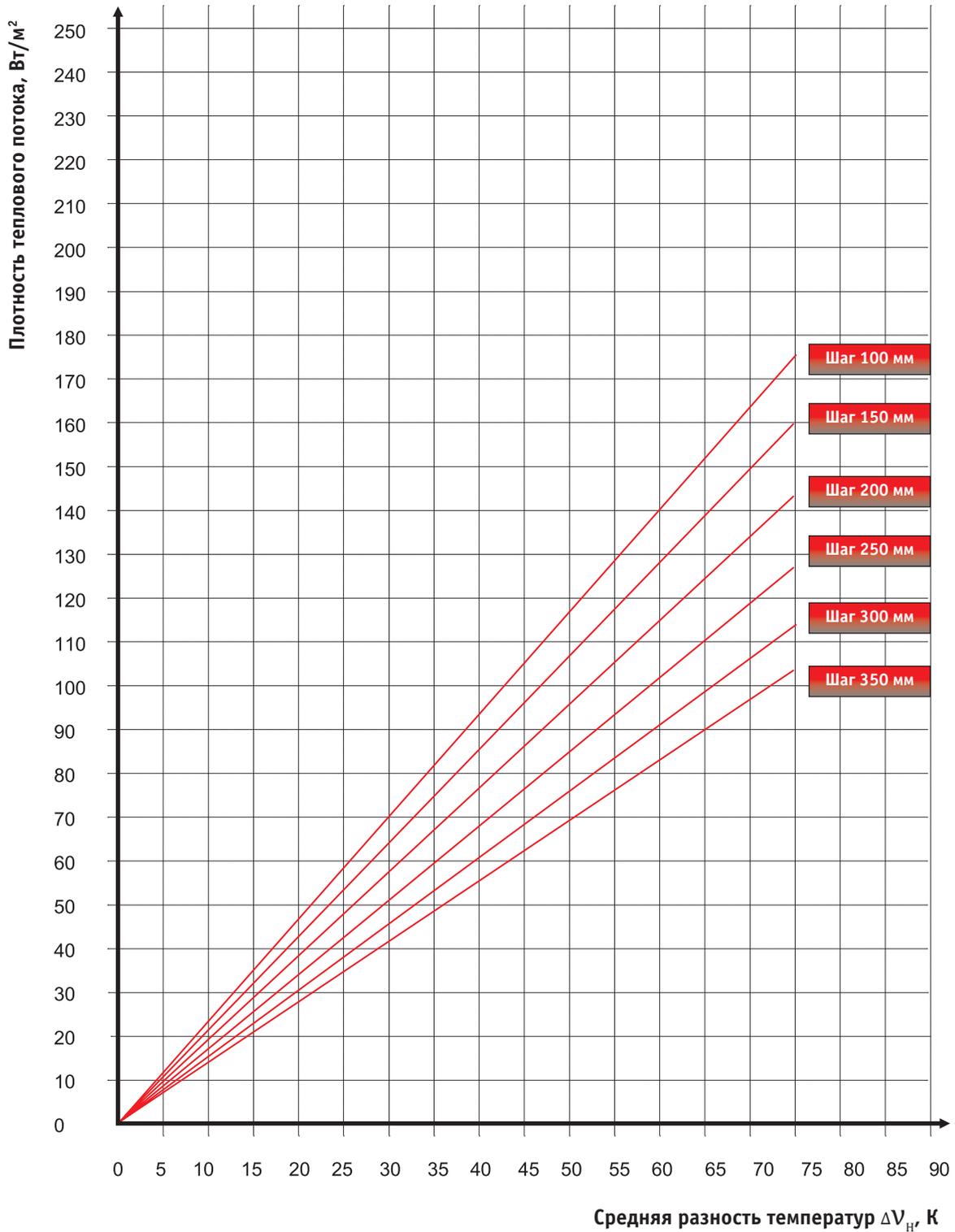
■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, слой грунта толщиной 300 мм,  $\lambda = 1,2$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



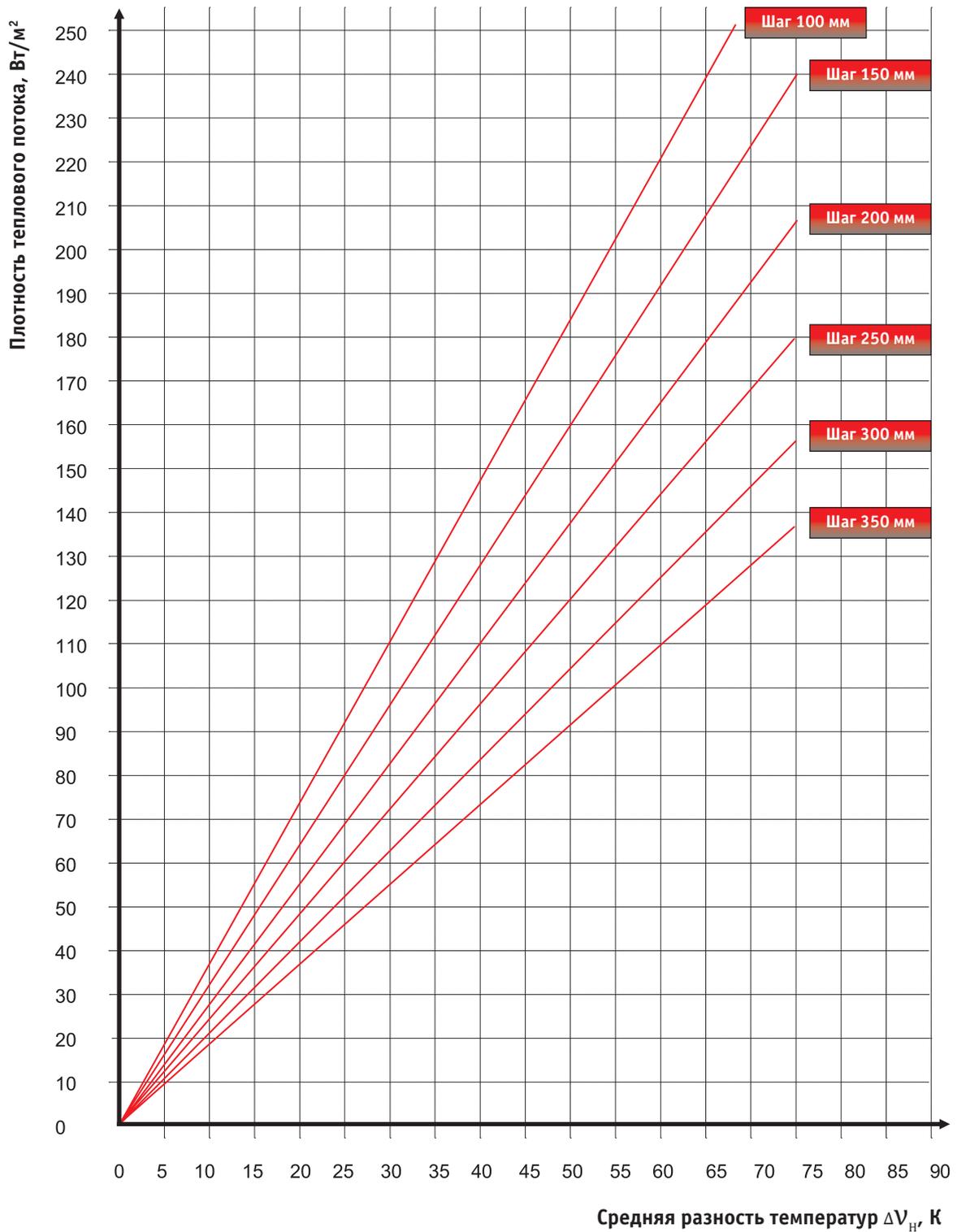
■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, слой грунта толщиной 400 мм,  $\lambda = 1,2$  Вт/(мК)



# Теплотехнические характеристики



■ Трубы Roth  $\varnothing 25$  мм, песок 80 мм/камень 60 мм, общая толщина слоя 140 мм





## Энергетические и санитарные системы Roth

### Производство

- > Гелиоустановки
- > Тепловые насосы
- > Гелиосистемы с тепловыми насосами

### Накопление

- Системы накопителей для сбора и хранения
- > Питьевой и отопительной воды
  - > Горючего и биотоплива
  - > Дождевых и сточных вод

### Использование

- > Системы панельного отопления и охлаждения
- > Системы трубопроводов
- > Душевые системы

**Roth**

ROTH WERKE GMBH

Am Seerain 2 • 35232 Dautphetal

Telefon: 06466/922-0 • Telefax: 06466/922-100

www.roth-werke.de • www.roth-russia.ru

