

Инструкция по подбору секций для обогрева бетона КДБС

1. Определить требуемый перепад температур по формуле

$$\Delta T = T_{\text{б}} - T_{\text{о.с.}}, \text{ где}$$

$T_{\text{б}}$ – требуемая температура поддержания бетона, °С;

$T_{\text{о.с.}}$ – температура окружающей среды, °С.

Пример.

Требуемая температура поддержания бетона $T_{\text{б}} = 40^{\circ}\text{С}$;

Температура окружающей среды $T_{\text{о.с.}} = -10^{\circ}\text{С}$;

Перепад температур $\Delta T = 40 - (-10) = 50^{\circ}\text{С}$.

2. Определить суммарное термическое сопротивление по формуле

$$R = \frac{\delta_{\text{о}}}{\lambda_{\text{о}}} + \frac{\delta_{\text{т}}}{\lambda_{\text{т}}} + \frac{1}{11,7+7\cdot\sqrt{u}}, \text{ где}$$

$\delta_{\text{о}}$ – толщина опалубки, м;

$\delta_{\text{т}}$ – толщина теплоизоляции, м;

$\lambda_{\text{о}}$ – коэффициент теплопроводности опалубки, Вт/м·К;

$\lambda_{\text{т}}$ – коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/м·К;

u – скорость ветра, м/с.

Ориентировочные значения коэффициентов теплопроводности применяемых материалов:

Материал	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К
Сталь	45
Дерево (доски, фанера и т.п.)	0,13
Минераловатная теплоизоляция	0,085
Вспененная теплоизоляция (ППУ, К-Flex и т.п.)	0,04

Пример.

Материал опалубки – фанера.

Толщина опалубки $\delta_{\text{о}} = 21 \text{ мм} = 0,021 \text{ м}$;

Коэффициент теплопроводности опалубки $\lambda_{\text{о}} = 0,13 \text{ Вт/м·К}$;

Материал теплоизоляции – минераловатные плиты.

Толщина теплоизоляции $\delta_{\text{т}} = 80 \text{ мм} = 0,08 \text{ м}$;

Коэффициент теплопроводности теплоизоляции $\lambda_{\text{т}} = 0,085 \text{ Вт/м·К}$;

Скорость ветра $u = 7 \text{ м/с}$.

$$\text{Суммарное термическое сопротивление } R = \frac{0,021}{0,13} + \frac{0,08}{0,085} + \frac{1}{11,7+7\cdot\sqrt{7}} = 1,14 \text{ м}^2\text{К/Вт.}$$

3. Определить с помощью графика 1 или 2 поверхностную мощность обогрева, требуемую для поддержания заданной температуры бетона

График 1. Зависимость требуемой мощности обогрева от требуемого перепада температур ΔT при $R \leq 1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

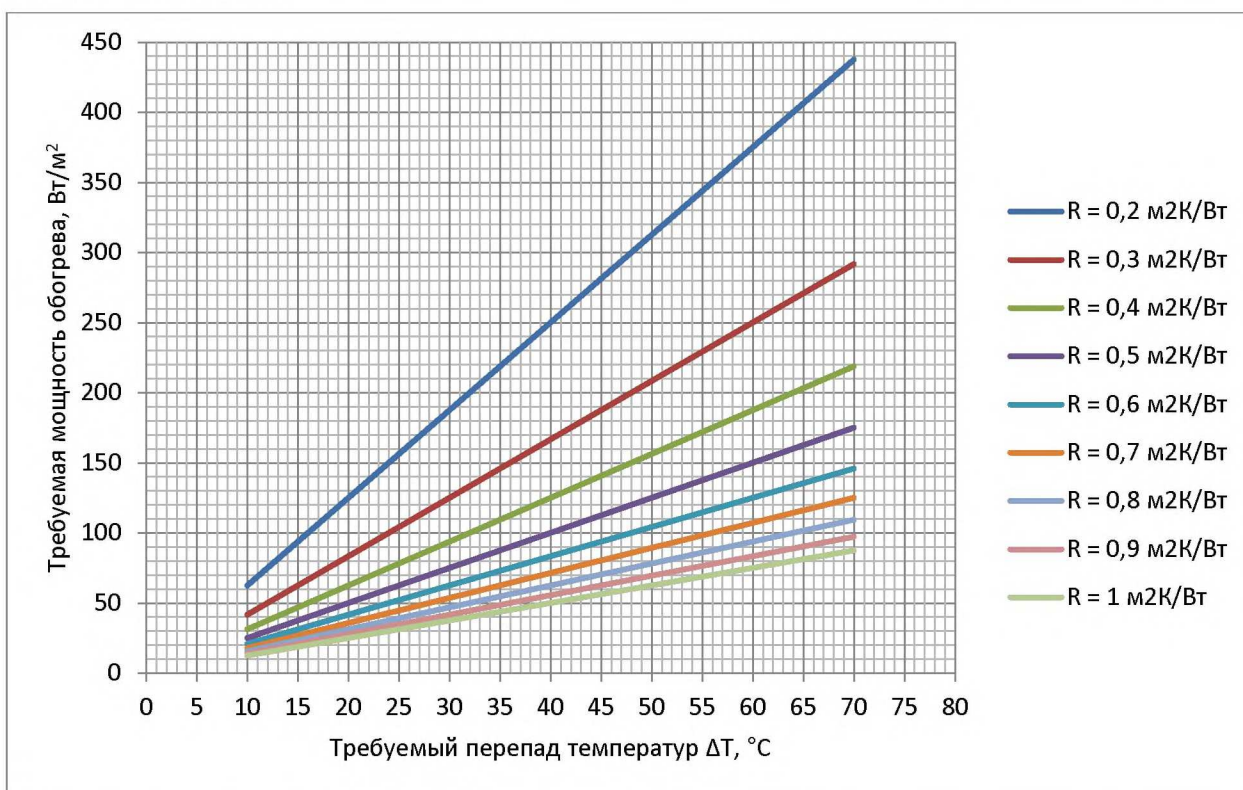
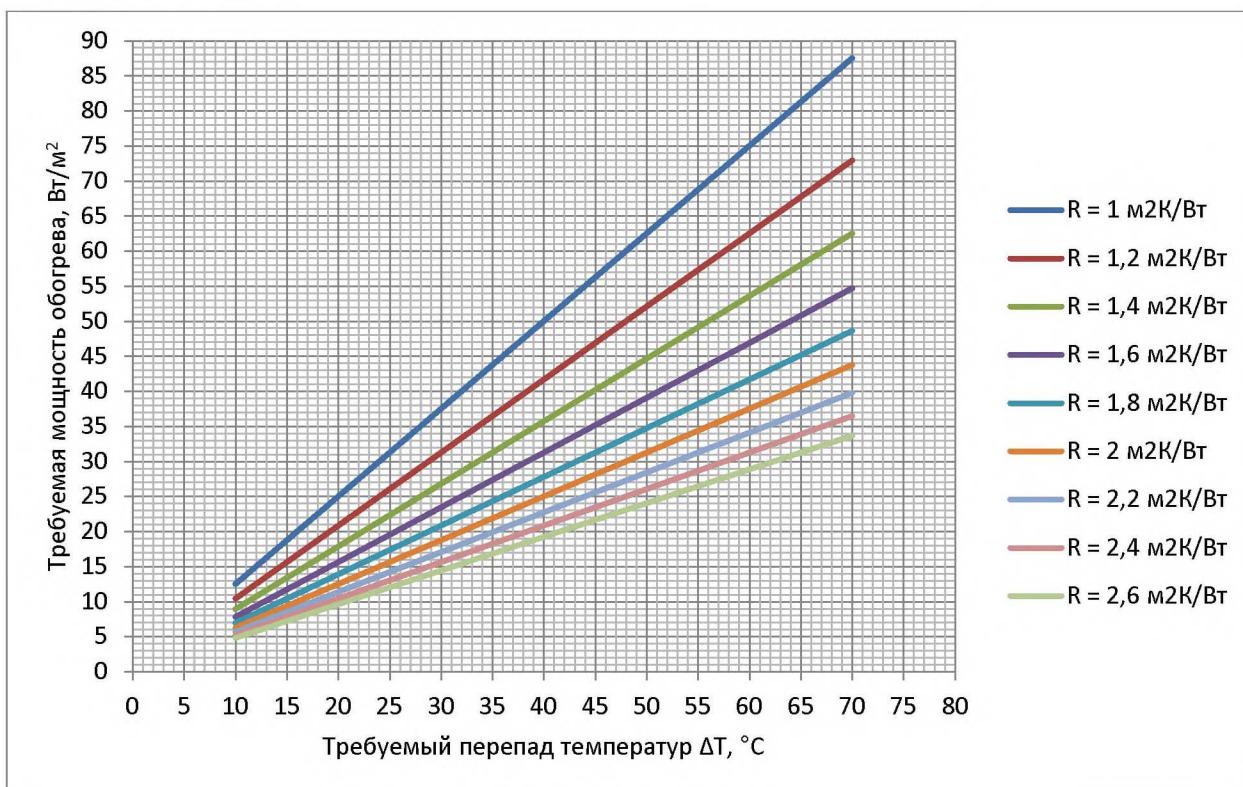


График 2. Зависимость требуемой мощности обогрева от требуемого перепада температур ΔT при $R \geq 1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.



Пример.

Перепад температур $\Delta T = 50^\circ\text{C}$;

Суммарное термическое сопротивление $R = 1,14 \text{ м}^2\text{К/Вт}$;

Требуемая мощность обогрева $P = 55 \text{ Вт/м}^2$;

4. Определить мощность, требуемую для разогрева бетона до требуемой температуры по формуле

$$P_p = \frac{c \cdot m \cdot 1,1 \cdot (T_6 - T_0)}{\tau}, \text{ где}$$

c – теплоемкость бетона, $\approx 840 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$;

m – масса бетона, кг;

коэффициент 1,1 позволяет не учитывать в расчете массу и теплоемкость опалубки и теплоизоляцию, разогрев которых в процессе разогрева бетона неизбежен;

T_6 – требуемая температура поддержания бетона, $^\circ\text{C}$;

T_0 – начальная температура бетона в момент включения обогрева, $^\circ\text{C}$;

τ – требуемое время разогрева, с.

Пример.

Обогреву подлежит стена шириной 6 м, высотой 3 м и толщиной 0,5 м.

Площадь обогреваемой поверхности $S = 6 \cdot 3 \cdot 2 = 36 \text{ м}^2$ (рассчитывается площадь двух сторон стены без учета торцов);

Требуемое время разогрева до 40°C $\tau = 20 \text{ часов} = 72000 \text{ с}$;

Масса конструкции при плотности смеси 2000 кг/м^3 $m = 18000 \text{ кг}$;

Теплоемкость бетона $c = 840 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$;

Начальная температура бетона $T_0 = 10^\circ\text{C}$;

Требуемая мощность разогрева $P_p = \frac{840 \cdot 18000 \cdot 1,1 \cdot (40 - 10)}{72000} = 6930 \text{ Вт}$.

Примечание.

При разогреве бетонной смеси скорость нагрева не должна превышать 6°C/час .

Следует принимать во внимание, что скорость разогрева смеси постепенно снижается. Скорость разогрева смеси в первые часы разогрева может превышать среднюю скорость в 1,5 – 2 раза.

Пример.

Требуется разогрев смеси от 10°C до 40°C за 24 часа.

Средняя скорость разогрева составляет $\frac{(40-10)}{24} = 1,25^\circ\text{C/час}$.

В первые часы после включения системы обогрева скорость разогрева смеси составит 2 – $2,5^\circ\text{C/час}$.

5. Определить требуемое количество кабеля по формуле

$$L = \frac{P \cdot S + P_p}{p_k}, \text{ где}$$

P – мощность, требуемая для поддержания рабочей температуры, Вт/м^2 ;

p_k – линейная мощность нагревательного кабеля, 40 Вт/м ;

P_p – мощность, требуемая для разогрева, Вт ;

S – площадь обогреваемого бетона, м^2 .

Номенклатура секций КДБС:

Наименование секции	Длина нагр. части, м	Стартовая мощность секции, Вт	Номинальная мощность секции, Вт
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-10	10	440	400
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-20	20	910	800
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-53	53	2250	2120
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-82	82	4080	3280
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-100	100	5120	4000
Секция нагревательная кабельная 40КДБС-150	150	7680	6000

Пример.

Обогреву подлежит стена шириной 6 м и высотой 3 м.

Площадь обогреваемой поверхности $S = 6 \cdot 3 \cdot 2 = 36 \text{ м}^2$ (рассчитывается площадь двух сторон стены без учета торцов);

Мощность, требуемая для поддержания рабочей температуры, $P = 55 \text{ Вт/м}^2$;

Линейная мощность кабеля $p_k = 40 \text{ Вт/м}$;

Мощность, требуемая для разогрева, $P_p = 55 \text{ Вт/м}^2$;

Требуемое количество кабеля $L = \frac{55 \cdot 36 + 6930}{40} = 223$ метра.

Обогрев возможно реализовать применением двух секций: секции 40КДБС-150 длиной 150 м и мощностью 6000 Вт и секции 40КДБС-100 длиной 100 м и мощностью 4000 Вт.

При объеме конструкции 9 м^3 объемная мощность составит $1,1 \text{ кВт/м}^3$.

Краткие рекомендации по монтажу секций для обогрева бетона КДБС

1. Требуемая длина кабеля и требуемое количество нагревательных секций определяется согласно «Инструкции по подбору секций для обогрева бетона КДБС».
2. Вся длина кабеля должна быть равномерно разложена по обогреваемой поверхности.
3. Кабель раскладывается в массе смеси на глубине 10 – 20 см от поверхности.
4. Самопересечение кабеля и его сближение более чем на 7 см не допускается.
5. В местах стыка с нетеплоизолированными поверхностями требуется укладка дополнительной нагревательной секции с собственной системой управления.
6. Недопустимо использовать одну и ту же нагревательную секцию для обогрева двух и более объектов с различными условиями теплоотдачи.