# Инструкция по подбору секций для обогрева бетона КДБС

1. Определить требуемый перепад температур по формуле

$∆T=T\_{б}-T\_{о.с.}$ , где

$T\_{б}$ – требуемая температура поддержания бетона, °С;

$T\_{о.с.}$ – температура окружающей среды, °С.

Пример.

Требуемая температура поддержания бетона$ T\_{б}=40$°С;

Температура окружающей среды $T\_{о.с.}=-10$°С;

Перепад температур $∆T=40-\left(-10\right)=50$°C.

1. Определить суммарное термическое сопротивление по формуле

$R=\frac{δ\_{о}}{λ\_{о}}+\frac{δ\_{т}}{λ\_{т}}+\frac{1}{11,7+7·\sqrt{u}}$ , где

$δ\_{о}$ – толщина опалубки, м;

$δ\_{т}$ – толщина теплоизоляции, м;

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

$λ\_{т}$ – 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, K-Flex и т.п.) | 0,04 |

Пример.

Материал опалубки – фанера.

Толщина опалубки $δ\_{о}=21 мм=0,021 м$;

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

Материал теплоизоляции – минераловатные плиты.

Толщина теплоизоляции $δ\_{т}=80 мм=0,08 м$;

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

Скорость ветра $u=7$ м/с.

Суммарное термическое сопротивление $R=\frac{0,021}{0,13}+\frac{0,08}{0,085}+\frac{1}{11,7+7·\sqrt{7}}=1,14$ м2К/Вт.

1. 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 ΔТ при R ≤ 1 м2К/Вт.

График 2. Зависимость требуемой мощности обогрева от требуемого перепада температур ΔТ при R ≥ 1 м2К/Вт.

Пример.

Перепад температур $∆T=50$°C;

Суммарное термическое сопротивление $R=1,14$ м2К/Вт;

Требуемая мощность обогрева $P=55$ Вт/м2;

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

$P\_{р}=\frac{c·m·1,1·(T\_{б}-T\_{0})}{τ}$, где

$с$ – теплоемкость бетона, ≈840 Дж/кг·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;

$T\_{б}$ – требуемая температура поддержания бетона, °С;

$T\_{0}$ – начальная температура бетона в момент включения обогрева, °С;

$τ$ – требуемое время разогрева, с.

Пример.

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

Площадь обогреваемой поверхности $S=6·3·2=36$ м2 (рассчитывается площадь двух сторон стены без учета торцов);

Требуемое время разогрева до 40°С $τ=20 часов=72000$ с;

Масса конструкции при плотности смеси 2000 кг/м3 $m=18000$ кг;

Теплоемкость бетона $c=840$ Дж/кг·К;

Начальная температура бетона $T\_{0}=10$°С;

Требуемая мощность разогрева $P\_{р}=\frac{840·18000·1,1·(40-10)}{72000}=6930$ Вт.

Примечание.

При разогреве бетонной смеси скорость нагрева не должна превышать 6°С/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°С до 40°С за 24 часа.

Средняя скорость разогрева составляет $\frac{(40-10)}{24}=1,25$°С/час.

В первые часы после включения системы обогрева скорость разогрева смеси составит 2 – 2,5°С/час.

1. Определить требуемое количество кабеля по формуле

$L=\frac{P·S+P\_{р}}{p\_{к}}$ , где

$P$ – мощность, требуемая для поддержания рабочей температуры, Вт/м2;

$p\_{к}$ – линейная мощность нагревательного кабеля, 40 Вт/м;

$P\_{р}$ – мощность, требуемая для разогрева, Вт;

$S$ – площадь обогреваемого бетона, м2.

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 $S=6·3·2=36$ м2 (рассчитывается площадь двух сторон стены без учета торцов);

Мощность, требуемая для поддержания рабочей температуры, $P=55$ Вт/м2;

Линейная мощность кабеля $p\_{к}=40$ Вт/м;

Мощность, требуемая для разогрева, $P\_{р}=55$ Вт/м2;

Требуемое количество кабеля $L=\frac{55·36+6930}{40}=223$ 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 м3 объемная мощность составит 1,1 кВт/м3.

# 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.