

Задача 1. Определить время «z», необходимое для оттаивания грунта под местным тепляком (утепление паровые регистры) при следующих условиях: средняя начальная температура грунта $t_n = -10^\circ\text{C}$; температура источника тепла $t_{ит} = +100^\circ\text{C}$; температуропроводность грунта: $a = \frac{\lambda}{c\gamma} = 0,0008$; требуемая глубина оттаивания: $x = 0,6\text{м}$.

Дано:

$$t_n = -10^\circ\text{C}$$

$$t_{ит} = +100^\circ\text{C}$$

$$a = 0,0008$$

$$x = 0,6\text{м}$$

Определить: время «z» оттаивания грунта под местным тепляком

Решение:

$$f\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot z}}\right) = 1 + \frac{t_n}{t_{ит} - t_n}, \text{ где } x = 0,6\text{м}; t_n = -10^\circ\text{C}; t_{ит} = +100^\circ\text{C}; a = 0,0008.$$

$$\text{Тогда: } f\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot z}}\right) = 1 - \frac{10}{100+6} = 0,91.$$

По графику функции Крампа, приложение 1 для функции: $f\left(\frac{x}{2\sqrt{a \cdot z}}\right) = 0,91$ имеем значение

$$\text{аргумента: } = \frac{x}{2\sqrt{a \cdot z}} = 1,4$$

$$\text{Откуда: } z = \frac{x^2}{4a^2} = \frac{0,6^2}{4 \cdot 0,0008 \cdot 1,4^2} \approx 57 \text{ час.}$$

Задача 2. Определить время оттаивания грунта глубинными электродами. Требуемая толщина оттаивания грунта $h = 1,1\text{м}$. Средняя начальная температура грунта $t_n = -3^\circ\text{C}$. Температура разогрева слоя талого грунта между глубинными электродами по сечению по практическим данным равна $t_{ит} = +18^\circ\text{C}$. Усредненная температуропроводность грунта $a = 0,0008$.

Дано:

$$t_n = -3^\circ\text{C}$$

$$t_{ит} = +18^\circ\text{C}$$

$$h = 1,1\text{м}$$

$$a = 0,0008\text{м}$$

$$x = 0,05\text{м}$$

Определить: время оттаивания грунта глубинными электродами

Решение:

1. Продолжительность оттаивания нижнего слоя грунта толщиной $0,05\text{м}$, тогда $x = 0,05\text{м}$.

2. Определяем значение функции:

$$f\left(\frac{x}{2\sqrt{az}}\right) = 1 + \frac{t_n}{t_{ит} - t_n} = 1 - \frac{3}{18+3} = 0,86$$

3. По графику функции Крампа для значения f (по оси ординат) находим значение аргумента (по оси абсцисс):

$$\eta = \frac{x}{2\sqrt{az}} = 0,90$$

4. Из последнего уравнения находим значение время оттаивания грунта:

$$z = \frac{x^2}{4 \cdot a \cdot \eta^2} = \frac{0,05^2}{4 \cdot 0,0008 \cdot 0,90^2} = 0,96 \text{ часа}$$

5. Продолжительность оттаивания мерзлого грунта толщиной $1,10\text{м}$ составит:

$$z_0 = \frac{h}{x} \times z = 0,96 \times \frac{1,1}{0,05} = 21,12 \text{ часов}$$

Задача 3. Бетонирование ленточного фундамента выполняется частями длиной по 7м . Бетонная смесь подается бадьями емкостью $0,4\text{м}^3$ и уплотняется

глубинными вибраторами. Для сборки опалубки используются доски толщиной $h = 2,5$ см и бруски 8×10 см. Запроектировать опалубку ленточного фундамента.

Дано:

l части = 7

$h_{оп} = 0,8$ м

$h_{ф} = 2,9$ м

$b_{ф} = 0,4$ м

Определить: запроектировать опалубку ленточного фундамента

Решение:

По классификации опалубки принимаем подъемно-переставную опалубку. В данном случае на опалубку действуют, только горизонтальные нагрузки, поэтому определяем боковое давление свежесложенной бетонной смеси и нагрузку от сотрясений при выгрузке смеси в опалубку и уплотнении:

$$P_{max} = \rho * H + P^1 = 2,5 * 0,8 + 0,4 = 2,4 \text{ т/м}^2$$

где ρ – плотность бетонной смеси (для армированных конструкций принимается равной $2,5 \text{ т/м}^3$);

H – высота уложенного слоя бетона, м;

P – нагрузка от сотрясений (принимается равной $0,4 \text{ т/м}^2$).

Статическую схему нагрузки для обшивки опалубки принимаем, как для балки на двух опорах.

Междуреберное расстояние l_1 определяем из условий:

1) Деформации при $\frac{f}{l_1} = \frac{1}{250}$; $l_1 = \frac{0,3h}{\sqrt[3]{P_{max}}} = \frac{0,3 * 2,5}{\sqrt[3]{2,4}} = 0,56 \text{ м};$

2) Несущей способности: $l_1 = \frac{h}{2,24\sqrt{P_{max}}} = \frac{2,5}{2,24\sqrt{2,4}} = 0,74 \text{ м};$

Принимаем меньшее из полученных значений, т.е. $l_1 = 0,56 \text{ м}$.

При высоте фундамента $h_{ф} = 2,9$ м и промежутке между ребрами $l_1 = 0,56$ м можно принять рабочую высоту опалубки $h_{оп} = 0,8$ м, т.е. стена фундамента забетонирована в 4 приема.

Определяем нагрузку на ребро: $q = P_{max} * h_{оп} * b_{ф} = 2,4 * 0,8 * 0,4 = 0,768 \text{ т/м}$

Статическую схему ребра принимаем, как горизонтальную многопролетную балку сечением $b \times h_p = 8 \times 10$ см.

Пролет ребра l_2 определяем из условий:

1) Несущей способности через момент сопротивления сечения:

$$W = \frac{b * h_p^2}{6} = 67 q l_2^2; \text{ из которого } l_2 = \sqrt{\frac{\frac{b * h_p^2}{6}}{67 q}} = \sqrt{\frac{8 * 10^2}{6 * 67 * 0,768}} = 1,61 \text{ м}$$

2) Деформации при $\frac{f}{l_2} = \frac{1}{400}$ через момент инерции сечения:

$$J = \frac{b * h_p^3}{12} = 270 q l_2^3; \text{ из которого } l_2 = \sqrt[3]{\frac{\frac{b * h_p^3}{12}}{270 q}} = \sqrt[3]{\frac{8 * 10^3}{12 * 270 * 0,768}} = 1,47 \text{ м}$$

Исходя из длины опалубки (8 м) принимаем $l_2 = 1,33$ м, т.е. на один щит опалубки придется приблизительно 6 пролетов.

Задача 4. На строительной площадке в процессе монтажа сборно-монолитной железобетонной оболочки двойкой кривизны предусмотрено предварительное натяжение арматуры затяжки арочных диафрагм на бетон.

Затяжка армируется пучками из стальной холодноотянутой проволоки периодического профиля диаметром $D = 15$ мм, класса А-IV (ГОСТ 7348—81), по $n = 6$ проволок в пучке. Контролируемое напряжение проволоки в период растяжения $\sigma_0 = 95000$ Н/см².

Модуль упругости $E = 18 \cdot 10^6$ Н/см²

Длина пучка $L = 30$ м. Рассчитать натяжение арматуры электротермическим способом.

Решение:

1. Определяем необходимую температуру нагрева арматурного пучка из формулы определения внутреннего напряжения от нагревания зажатого по концам стержня:

$$\sigma_0 = \alpha E \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\sigma_0}{\alpha E} = 439.81 \text{ } ^\circ\text{C}$$

где α — коэффициент температурного линейного удлинения стали (принимается равным $12 \cdot 10^{-6}$, $^\circ\text{C}^{-1}$);

E — модуль упругости стали;

Δt — температура нагрева стали (температурный перепад) не должна превышать 400 $^\circ\text{C}$ (табл. 26).

2. Определяем удлинение арматурного пучка, по которому контролируется натяжение арматуры:

$$\Delta l = \alpha L \Delta t = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 3000 \cdot 439.81 = 15.833 \text{ см}$$

3. Определяем среднее значение омического сопротивления 1 м арматуры при расчетной температуре:

$$R_{cp} = \frac{\omega \cdot (2 + \mu \Delta t)}{2fn} = \frac{0,12 \cdot (2 + 0,0048 \cdot 439,81)}{2 \cdot 19,63 \cdot 6} = 0,0021 \text{ Ом/м}$$

где ω — удельное сопротивление арматуры, принимается равным $0,12$ Ом·мм²/м;

μ — температурный коэффициент сопротивления арматуры, принимается равным $0,0048$;

f_a — площадь поперечного сечения проволоки арматуры, мм²;

n — количество проволок в пучке

4. Определяем требуемый ток в амперах:

$$I = \sqrt{\frac{17 \cdot m \cdot n \cdot C \cdot \Delta t}{R_{cp} \cdot z}} = \sqrt{\frac{17 \cdot 0,147 \cdot 6 \cdot 0,502 \cdot 417}{0,0021 \cdot 1}} = \sqrt{3310.45} = 57.54 \text{ А}$$

где m — масса 1 м/п. проволоки (при $\rho = 7500$ кг/м³), кг;

C — коэффициент теплоемкости стали, принимается равным $0,502$ Дж/кг· $^\circ\text{C}$;

z — время нагрева (в данном случае $z = 1$ мин).

5. Определяем требуемое напряжение источника питания

$$U = I \cdot R_{cp} \cdot l = 57.54 \cdot 0.0021 \cdot 30 = 3.63 \text{ В}$$

6. Определяем мощность преобразователя:

$$P = (I \cdot U) / 1000 = (57.54 \cdot 3.63) / 1000 = 0.21 \text{ кВт}$$

Задача 5. Найти наименьший фронт работ, т.е. длину деланки для звена каменщиков из $n=3$ человек при работе: а) на наружной стене толщиной $a=2$ кирпича; б) на внутренней стене толщиной $b=1$ кирпича с учетом следующих условий:

1) Нормы кладки, предусмотренные ЕНиР, будут перевыполнены на $p=12\%$;

2) Звено должно быть обеспечено работой на деланке в течение одной смены (7 часов);

3) Кладка стен простая с проемами и ведется без расшивки швов;

4) Высота одного яруса кладки $h=1,1$ м.

Решение:

Для определения длины деланки укрупненные нормы следует дифференцировать.

В среднем можно принять, что в жилых зданиях объем кладки в наружных стенах толщиной в 2 кирпича составляет около 25%, во внутренних толщиной в $1\frac{1}{2}$ кирпича – около 30% и во внутренних, толщиной в 1 кирпич – 15%.

Определяем нормы на внутренние стены:

- для стен толщиной в 1 кирпич – $3,7*0,9=3,3$ чел-час

- комплексная норма при наружных стенах в 2 кирпича

- $2,9*0,9=2,61$ чел-час

Выводим ориентировочную дифференцированную норму для кладки наружных стен толщиной в 2 кирпича из уравнения:

$$3,3*0,15+2,88*0,3+0,55*N=2,61$$

где $N=2,27$ чел-час

Объем кладки, выполняемый за 1 смену звеном из 3 человек при перевыполнении норм на 12% при кладке стен толщиной в 2 кирпича, будет равен:

$$\frac{7}{2,27} * 3 * 1,12 = 10,36 \text{ м}^3;$$

Тоже при кладке внутренних стен в 1 кирпич:

$$\frac{7}{3,3} * 3 * 1,12 = 7,13 \text{ м}^3.$$

Наименьшая длина деланки для кладки стены толщиной в 2 кирпича составит:

$$l_1 = \frac{10,36}{0,51 * 1,1} = 18,46 \text{ м}$$

Тоже для внутренней стены толщиной в 1 кирпич:

$$l_2 = \frac{7,13}{0,12 * 1,1} = 54 \text{ м}$$