

Весьма существенное влияние на долговечность чугунных литейных форм оказывает и графитизация. При графитизации резко увеличивается рост чугунов, который приводит к выходу кокиля из строя.

Следовательно, фазовые превращения, которые происходят в поверхностном слое металлической литейной формы, не могут не сказаться на работоспособности форм и должны учитываться при конструировании форм.

Литература

1. Гуляев А. П. *Металловедение*. М., издательство «Металлургия», 1966.
2. Вейник А. И. *Испытание кокильных красок на теплопроводность*. М., Машгиз, 1956.
3. Ротенберг В. Е., Храмченков А. И. *Упруго-пластические деформации плоского кокиля с учетом температурного изменения свойств металлов*. В сборнике: *Теплообмен между отливкой и формой*. Минск, издательство «Высшая школа», 1967.

В. И. УРОДОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЦИКЛОИДАЛЬНОГО ЖЕЛОБА

Вертикальные циклоидальные желоба применяются при укладке гончарного дренажа бестраншейными дреноукладчиками и дренажными машинами экскаваторного типа [1, 3, 4, 5]. Известно, что при неправильном проектировании циклоидальных желобов происходит заклинивание трубок на выходе из желоба, а скорость их движения не соответствует скорости движения дренажной машины. Равномерное движение трубок на выходе из желоба характеризуется углом спада и скоростью перехода трубок в ложе дренажной щели или траншеи. Настоящая статья посвящается определению этих параметров.

Координаты движущейся дренажной трубки по вертикальному циклоидальному желобу изменяются в пределах [1]: $0 \leq x \leq \pi a$, $-2a \leq y \leq 2a$, $-2a \leq z \leq 2a$. Этому изменению координат соответствует уравнение поверхности циклоидального желоба

$$f(x, y, z) = x + \sqrt{2a \sqrt{y^2 + z^2} - (y^2 + z^2)} - \\ - a \arccos \frac{a - \sqrt{y^2 + z^2}}{a} \quad (1)$$

где x, y, z — текущие координаты;

a — основной параметр вертикального циклоидального желоба [1]:

$$a = \frac{\pi v^2(1 + \pi k_d) + 2\pi g k_{ст} l}{2g(\pi^2 - 8k_d - 3\sqrt{3}k_{ст})}, \quad (2)$$

где v — скорость движения дренажной машины; g — ускорение силы тяжести; k_d и $k_{ст}$ — динамический и статический коэффициенты трения; l — длина дренажной трубки.

Используя уравнения [2], найдем угол спада дренажной трубки на выходе из циклоидального желоба

$$\alpha = \frac{\beta_0}{2}, \quad (3)$$

где β_0 — угол поворота производящего круга, соответствующий дуге сечения желоба, равной половине длины трубки.

Произвольная длина дуги сечения желоба в направлении движения дренажных трубок

$$L = 2a \int_{\beta_1}^{\beta_2} \sin \frac{\beta}{2} d\beta = -4a \cos \frac{\beta}{2} \Big|_{\beta_1}^{\beta_2}, \quad (4)$$

где β_1 и β_2 — углы поворота производящего круга, соответствующие началу и концу дуги сечения.

Для поставленной задачи $L = \frac{l}{2}$; $\beta_1 = 0$; $\beta_2 = \beta_0$.

Тогда

$$\frac{l}{2} = -4a \cos \frac{\beta_0}{2} + 4a,$$

откуда

$$\beta_0 = 2 \arccos \frac{8a - l}{8a}; \quad \alpha = \arccos \frac{8a - l}{8a}, \quad (5)$$

где a — основной параметр циклоидального желоба, определяемый по формуле (2); l — длина дренажной трубки.

Таким образом, зная основной параметр a и длину трубки l , определяют угол спада α по формуле (5), который, как показывают опыты, не должен превышать 30° . Если при расчетах окажется, что угол α больше 30° , то необходимо проектировать

желоб с другим параметром a , который заранее рассчитывается.

Дифференциальное уравнение движения дренажных трубок по циклоидальному желобу имеет вид (составлено с использованием условий [1]):

$$m\ddot{y} = F_{cy} + Q_y - F_{\tau y} + \lambda \frac{\partial f}{\partial y}, \quad (6)$$

где m — масса дренажной трубки; F_{cy} — составляющая движущей силы; Q_y — составляющая напора; $F_{\tau y}$ — составляющая силы трения; $\lambda \frac{\partial f}{\partial y}$ — составляющая реакции циклоидального желоба; λ — множитель Лагранжа.

Определив частные производные функции (1), найдем λ , а затем для точки с координатами $x=0$, $y=2a$; $z=0$, соответствующей переходу дренажной трубки из циклоидального желоба в ложе траншеи, найдем

$$\lambda \frac{\partial f}{\partial y} = 0,14 mg; \quad (7)$$

$$F_{cy} + Q_y - F_{\tau y} = mg \frac{h - \pi(bv^2 + c)}{l}, \quad (8)$$

где h — высота циклоидального желоба; b и c — коэффициенты:

$$b = \frac{\pi(1 + \pi k_x)}{2g(\pi^2 - 8k_x - 3\sqrt{3}k_{ct})}; \quad c = \frac{\pi k_{ct} l}{\pi^2 - 8k_x - 3\sqrt{3}k_{ct}}. \quad (9)$$

В точке желоба с координатами $x=0$; $y=2a$; $z=0$ скорость движения трубок должна быть равна скорости движения дренажной машины, т. е. $v_{\tau p} = v = \dot{y}$. Тогда, подставляя (7) и (8) в (6), получим

$$m v_{\tau p} = - b' v_{\tau p}^2 + c', \quad (10)$$

где

$$b' = \frac{\pi b g}{l}; \quad c' = \frac{g h - \pi g c - 0,14 g l}{l}. \quad (11)$$

Движущиеся дренажные трубки по циклоидальному желобу меняют скорость от v_0 до $v_{\tau p}$ за промежуток времени от t_1

до t_2 . Решая уравнение (10) с учетом этих пределов, найдем

$$\frac{d+v_{\text{тр}}}{d-v_{\text{тр}}} = \frac{d+v_0}{d-v_0} e^{2db'(t_2-t_1)};$$

$$v_{\text{тр}} = \frac{d \left(\frac{d+v_0}{d-v_0} e^{2db'(t_2-t_1)} - 1 \right)}{\frac{d+v_0}{d-v_0} e^{2db'(t_2-t_1)} + 1}, \quad (12)$$

где v_0 — скорость дренажных трубок в верхней точке циклондального желоба; t_2-t_1 — время движения трубки по желобу; d — коэффициент:

$$d = \sqrt{\frac{h-\pi c-0,14l}{\pi b}} \quad (13)$$

Известно [1], что

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_x}{g}}; \quad h_x = \frac{Ql}{P}; \quad t_1 = \sqrt{\frac{2Ql}{P}}, \quad (14)$$

где h_x — линейное дополнение циклондального желоба [1];

Q — давление на выходе трубок из желоба; P — вес трубки; m — масса трубки.

Скорость в верхней точке желоба

$$v_0 = gt_1; \quad v_0 = \sqrt{\frac{2Ql}{m}}, \quad (15)$$

На основании экспериментальных данных установлено, что $t_2 \cong 2t_1$, тогда

$$t_2-t_1 = \sqrt{\frac{2Ql}{mg^2}}. \quad (16)$$

Подставляя (15) и (16) в (12), имеем

$$v_{\text{тр}} = \frac{d \left(\frac{d + \sqrt{\frac{2Ql}{m}}}{d - \sqrt{\frac{2Ql}{m}}} e^{2db' \sqrt{\frac{2Ql}{mg^2}}} - 1 \right)}{\frac{d + \sqrt{\frac{2Ql}{m}}}{d - \sqrt{\frac{2Ql}{m}}} e^{2db' \sqrt{\frac{2Ql}{mg^2}}} + 1}. \quad (17)$$

Формула (17) позволяет заранее установить, соответствует ли скорость движения трубок на выходе из желоба скорости движения дренажной машины.

Используя формулы (5) и (17) для определения угла спада α и скорости движения дренажных трубок на выходе из вертикального циклондального желоба, можно заранее характеризовать качественную работу дренажной машины по укладке трубчатого дренажа. Эти формулы могут быть использованы при конструировании дренажных машин, а также при установлении режимов работы бестраншейных агрегатов.

Литература

1. **Уродов В. И.** Теоретические исследования формы спускного желоба. Сб. Эффективность различных видов дренажа на периодически переувлажняемых почвах, Минск, 1963.
 2. **Берман.** Циклонда. М., 1957.
 3. **Vuch D. C.** How cost subsurface drainage. Agricultural Engineering, № 2, 1958.
 4. For more durable mole drains. Irrigation engineering and maintenance, October—December, 1962.
 5. **Heese K. und Holjewilken K.** Ein neues Maulwurfrohr-dränverfahren. Deutsche Agrartechnik, № 2, 1962.
-