

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЧУГУННОГО ЛЮКА СМОТРОВОГО КОЛОДЦА ПРИ УДАРНЫХ НАГРУЗКАХ

Жигилий Д.А., ст. преподаватель, Дума И.А., студент, СумГУ, г. Сумы

Круглые чугунные люки сетей водопровода и канализации (ГОСТ 3634-89) испытывают на себе действие ударных нагрузок случайного происхождения.

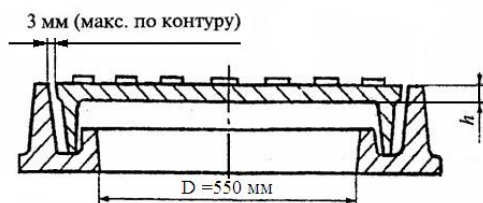


Рисунок 1 - Легкий люк Л(А15) общего назначения для автомобильных и пешеходных районов

Целью работы является определение прочности люка под действием падения металлического груза массой 16 кг и диаметром плоской контактной поверхности соударения 0,1 м, предполагая, что груз падает вдоль оси симметрии люка.

Типичным материалом для люка Л (А15), применяемого в зонах зеленых насаждений и пешеходных зонах, является СЧ 20. Согласно ГОСТ 3634-89 полное отверстие D должно составлять не менее 0,550 м, а ориентировочная масса крышки – 60 кг.

Расчетная модель представляет собой шарнирно опёртую круглую изотропную однородную пластину, находящуюся под действием ударно приложенной нагрузки.

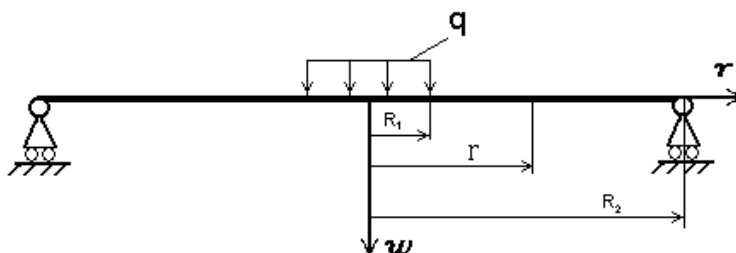


Рисунок 2 - Расчётная схема легкого люка Л (А15)

Расчёт на удар предполагает нахождение прогиба под действием статически приложенной нагрузки.

Задача решалась на основе уравнения Софи Жермен в полярной системе координат, с учетом осевой симметрии:

$$\frac{d^4 w}{dr^4} + \frac{2}{r} \frac{d^3 w}{dr^3} - \frac{1}{r^2} \frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{1}{r^3} \frac{dw}{dr} = \frac{q}{D},$$

где $D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}$ - цилиндрическая жёсткость пластины.

Функция прогибов: $w^I = C_3^I \ln r + C_4^I + \frac{q \cdot r^4}{64D}$, ($0 \leq r \leq R_1$); $w^{II} = C_1^{II} \ln r + C_2^{II} r^2 \ln r + C_3^{II} \ln r + C_4^{II}$, ($0 \leq r \leq R_2$)

С граничными условиями:

$$w^I|_{r=R_1} = w^{II}|_{r=R_1}; \left(\frac{dw^I}{dr} \right) \Big|_{r=R_1} = \left(\frac{dw^{II}}{dr} \right) \Big|_{r=R_1}; Q_r^I|_{r=R_1} = Q_r^{II}|_{r=R_1};$$

$$M_r^I|_{r=R_1} = M_r^{II}|_{r=R_1}; w^{II}|_{r=R_2} = 0; M_r^{II}|_{r=R_2} = 0,$$

$$\text{где } Q_r = -D \frac{d}{dr} \left(\frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dw}{dr} \right) \text{ и } M_r = -D \left(\frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{\nu}{r} \frac{dw}{dr} \right).$$

Учёт массы пластины осуществлён в предположении, что после смятия и снижения скорости груза на первом этапе удара от v до v_1 , равной скорости движения верхних точек пластины в зоне соударения в начале второго этапа, скорость остальных сечений пластины прямо пропорциональна прогибу этого сечения при

статическом приложении нагрузок. $v(r) = v_1 \frac{w(r)}{w^I(0)}$. А значит соответствующая кинетическая энергия элементарного кольца в пластине $dT = \gamma \pi h v^2(r) \cdot dr$, где γ - плотность чугуна. Проинтегрировав по всему радиусу пластины и выразив потерю энергии на смятие материала в месте соударения груза и стержня в течение первого этапа удара двумя способами, нашли кинетическую энергию, которая переходит в энергию деформации ударяемой пластины.

Коэффициент динамичности определялся без учета и с учетом кинетической энергии движения точек пластины после соударения, показано существенное влияние массы люка на величину k_d .

Результатом работы является определение на основании условия прочности при ударной нагрузке опасной высоты падения груза и опасной массы груза при падении с высоты 2 м.