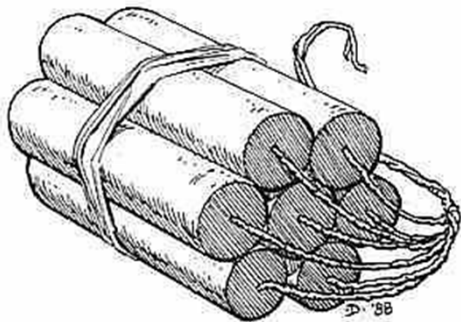


5. cvičení

Clonový odstřel I



Trhací práce na lomech



Zadání

Navrhněte parametry 3 řadového clonového odstřelu ve vápencovém lomu.

Požadavek rozpojení 55000 tun vápence.

Objemová hmotnost suroviny $\rho=2700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Výška etáže $H=18 \text{ m}$.

Úhel sklonu lomové stěny $\alpha=75^\circ$.

Průměr vrtu $D_v=110 \text{ mm}$.

Volba trhaviny

Trhavina Permon 50

- Balení 90/3400

Počínová nálož Semtex 1A

- Balení 60/500

Charakteristiky trhavyiny

Trhavina Permon 50

- Výbuchové teplo Permonex V 19
- $Q_{OP}=4242 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $\rho_{OP}=1050 \text{ kg.m}^{-3}$
- Výbuchové teplo Permonu 50
- $Q_{OT}=3542 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $\rho_{OT}=1000 \text{ kg.m}^{-3}$
- Délka jedné náložky Permonu 50 je 590 mm.

Určení záběru w

1. Určení koeficientu sblížení vrtů:

Volím:

$m=0,9$

Určení záběru w

2. Specifická spotřeba trhavin q_{OT}

Určení hodnoty specifické spotřeby trhavin q podle empirických vzorců.

Poměrně dobře vyhovuje pro určení specifické spotřeby trhavin vztah platný pro trhavinu Permonex V19:

$$q_{OP} = 0,145 \cdot \rho_h \quad [\text{kg.m}^{-3}]$$

Kde ρ_h – objemová hmotnost horniny $[\text{t.m}^{-3}]$

Opravné koeficienty pro jiné druhy trhavin určíme na základě objemové koncentrace energie E_0 , která je dána součinem

$$E_0 = Q_v \cdot \rho_t \quad [\text{MJ.m}^{-3}]$$

Kde Q_v – výbuchové teplo výbušniny $[\text{MJ.kg}^{-1}]$

ρ_t – hustota trhaviny $[\text{kg.m}^{-3}]$

Označíme-li

E_{OP} – objemová koncentrace energie Permonexu V19 $[\text{MJ.m}^{-3}]$

E_{OT} – objemová koncentrace energie jiné trhaviny $[\text{MJ.m}^{-3}]$

nabude vzorec tvar

$$q_{OT} = 0,145 \cdot \rho_h \cdot \frac{E_{OP}}{E_{OT}} \quad [\text{kg.m}^{-3}]$$

který umožní empiricky určit hodnotu specifické spotřeby trhaviny pro libovolnou trhavinu.

Určení záběru w

3. Hmotnost trhaviny na jeden běžný metr

$$p = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \rho_t \quad [kg \cdot m^{-1}]$$

ρ_h – hustota trhaviny [kg.m⁻³]

d_n – průměr nálože [m]

Určení záběru w

4. Délka vrtu

$$L = \frac{H}{\sin \alpha} \quad [m]$$

H – výška stěny lomu [m]

α – úhel lomové stěny [°]

Určení záběru w

5. Vzdálenost vrtu od hlavy etáže

$$x = \frac{-0,7 \cdot p \cdot \sin \alpha + \sqrt{0,5 \cdot \sin^2 \alpha \cdot p^2 + 4 \cdot H \cdot m \cdot q_{OT} \cdot L \cdot p}}{2 \cdot H \cdot m \cdot q_{OT}}$$

p – hmotnost trhaviny na jeden běžný metr [kg.m⁻³]

α – úhel lomové stěny [°]

H – výška stěny lomu [m]

m – koeficient sblížení vrtů [-]

q_{OT} – specifická spotřeba trhavin [kg.m⁻³]

L – délka vrtu [m]

Určení záběru w

6. Velikost odporové úsečky

$$w_{Skut} = x \cdot \sin \alpha \quad [\text{m}]$$

x – vzdálenost vrtu od hlavy etáže [m]

α – úhel lomové stěny [°]

Kontrola záběru w

Dle de Vauban:

$$w = \sqrt{\frac{p}{q_{OT}}} \text{ [m]}$$

p – hmotnost trhaviny na jeden běžný metr [kg.m⁻³]

q_{OT} – specifická spotřeba trhavin [kg.m⁻³]

Další podmínka:

40. Ø

Zbývající geometrické parametry

1. Rozteč vrtů v řadě

$$a = m \cdot w \quad [m]$$

m – koeficient sblížení vrtů [-]

w – záběr vrtu [m]

Zbývající geometrické parametry

2. Hloubka podvrtání

$$h = k_1 \cdot w \text{ [m]}$$

k_1 – pro běžné clonové a plošné odstřely se
doporučuje =0,3. [-]

w – záběr vrtu [m]

Zbývající geometrické parametry

3. Délka ucpávky

$$l_u = k_2 \cdot w [m]$$

$k_2 = 1,0$ (délka ucpávky musí být z hlediska požadavků na ucpávku logicky rovna alespoň hodnotě záběru) [-]

w – záběr vrtu [m]

Zbývající geometrické parametry

4. Celková kubatura

$$V_n = \frac{m_{rozp}}{\rho} [m^3]$$

m_{rozp} – požadované množství rozpojené
horniny [kg]

ρ – objemová hmotnost suroviny [kg.m⁻³]

Zbývající geometrické parametry

5. Délka odstřelu

$$V_n = B \cdot H \cdot (x + n \cdot 0,87 \cdot a) \Rightarrow$$

$$B = \frac{V_n}{H \cdot (x + 1,74 \cdot a)} [m]$$

n – počet řad (mínus první řada) n=2

Zbývající geometrické parametry

6. Počet vrtů v řadách:

1.řada:

- $N_1 = \frac{B}{a}$ [vrtů]

2.řada:

- $N_2 = N_1 - 1$ [vrtů]

3.řada:

- $N_3 = N_1$ [vrtů]

Výpočet hmotnosti nálože v 1. řadě

Objemová metoda

určení hmotnosti náloží:

$$Q = V_n \cdot q$$
$$Q_1 = H \cdot B \cdot x \cdot q_{OT} \text{ [kg]}$$

určení počtu náloží:

$$Q_{1V} = \frac{Q_1}{N_1}$$
$$\Rightarrow \frac{Q_{1V}}{m_n} \text{ [náloží]}$$

Kontrola délky ucpávky

$$(L + h) - n \cdot l_n \geq l_u$$

n – počet náložek ve vrtu [ks]

l_n – délka náložky trhavin [m]

Kontrola délky ucpávky

Pokud nevyhoví nutno upravit:

- náložky rozříznutím a vyplnit tak celý profil vrtu

Příklad

Zadání:

Navrhnete parametry 3 řadového clonového odstřelu ve vápencovém lomu.

Požadavek rozpojení 55000 tun vápence.

Objemová hmotnost suroviny $\rho=2700 \text{ kg.m}^{-3}$.

Výška etáže $H=18 \text{ m}$.

Úhel sklonu lomové stěny $\alpha=75^\circ$.

Průměr vrtu $D_v=110 \text{ mm}$.

Trhavina Permon 50

- Balení 90/3400

Počínová nálož Semtex 1A

- Balení 60/500

Rozbušky sady DeM – SiccaS

- Výbuchové teplo Permonex V 19
- $Q_{OP}=4242 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $\rho_{OP}=1050 \text{ kg.m}^{-3}$
- Výbuchové teplo Permonu 50
- $Q_{OT}=3542 \text{ kJ.kg}^{-1}$
- $\rho_{OT}=1000 \text{ kg.m}^{-3}$
- Délka jedné náložky Permonu 50 je 590 mm.

Příklad

Koeficient sblížení vrtů

- $m=0,9$

Specifická spotřeba trhavin

- $q = 0,145 \cdot \rho_n$
- $E = Q_V \cdot \rho_t$
- $q_{OT} = q_{OP} \frac{E_{OP}}{E_{OT}}$
- $E_{OP} = Q_{OP} \cdot \rho_t = 4242 \cdot 1050 = 4454100 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} = 4454,1 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$
- $E_{OT} = Q_{OT} \cdot \rho_t = 3542 \cdot 1000 = 3542000 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-3} = 3542 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-3}$
- $q_{OP} = 0,145 \cdot \rho_n = 0,145 \cdot 2,7 = 0,392 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
- $q_{OT} = q_{OP} \frac{E_{OP}}{E_{OT}} = 0,392 \frac{4454,1}{3542} = 0,493 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

•

Hmotnost trhaviny na jeden běžný metr

- $p = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \rho_t = \frac{\pi \cdot 0,09^2}{4} 1000 = 6,362 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$

•

Délka vrtu

- $L = \frac{H}{\sin \alpha} = \frac{18}{\sin 75} = 18,635 \text{ m}$

Příklad

Vzdálenost vrtu od hlavy etáže

- $$x = \frac{-0,7 \cdot p \cdot \sin \alpha + \sqrt{0,5 \cdot \sin^2 \alpha \cdot p^2 + 4 \cdot H \cdot m \cdot q_{OT} \cdot L \cdot p}}{2 \cdot H \cdot m \cdot q_{OT}} =$$
$$\frac{-0,7 \cdot 6,362 \cdot \sin 75 + \sqrt{0,5 \cdot \sin^2 75 \cdot 6,362^2 + 4 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 0,493 \cdot 18,635 \cdot 6,362}}{2 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 0,493} = 3,597 \text{ m} \Rightarrow$$

navrhují $x = 3,6 \text{ m}$

Velikost odporové úsečky

- $w_{Skut} = x \cdot \sin \alpha = 3,6 \cdot \sin 75 = 3,477 \text{ m}$

-

Kontrola

Dle de Vauban:

- $w = \sqrt{\frac{p}{q}} = \sqrt{\frac{6,362}{0,493}} = 3,596$

- $40 \cdot \emptyset = 40 \cdot 0,11 = 4,4 \text{ m}$

-

$w_{Skut} = 3,474 \text{ m}$ hodnota se pohybuje přibližně okolo hodnoty vypočtené dle de Vauban $w=3,596 \text{ m}$

Příklad

Dopočetní zbývajících geometrických parametrů

Rozteč vrtů v řadě

- $a = m \cdot w = 0,9 \cdot 3,477 = 3,129 \text{ m} \Rightarrow a = 3,2 \text{ m}$

Koeficient sblížení vrtů:

- $m = 0,9$

Hloubka podvrtání

- $h = k_1 \cdot w = 0,3 \cdot 3,477 = 1,043 \text{ m}$

- $k_1 = 0,3$

Délka ucpávky

- $l_u = k_2 \cdot w = 1,0 \cdot 3,477 = 3,477 \text{ m} \Rightarrow l_u = 3,5 \text{ m}$

- $k_2 = 1,0$

Celková kubatura

- $V_n = \frac{m_{rozp}}{\rho} = \frac{55000}{2,7} = 20370 \text{ m}^3$

Délka odstřelu

- $V_n = B \cdot H \cdot (x + 2 \cdot 0,87 \cdot a) \Rightarrow$

- $B = \frac{V_n}{H \cdot (x + 1,74 \cdot a)} = \frac{20370}{18(3,6 + 1,74 \cdot 3,2)} = 123,437 \text{ m} \Rightarrow B \approx 124 \text{ m}$

Příklad

Počet vrtů v řadách:

1.řada:

- $N_1 = \frac{B}{a} = \frac{124}{3,2} = 38,75 \approx 39 \text{ vrtů}$

2.řada:

- $N_2 = N_1 - 1 = 39 - 1 = 38 \text{ vrtů}$

3.řada:

- $N_3 = N_1 = 39 \text{ vrtů}$

Výpočet hmotnosti nálože v 1. řadě:

Objemová metoda

- $Q = V_n \cdot q$

- $Q_1 = H \cdot B \cdot x \cdot q_{OT} = 18 \cdot 124 \cdot 3,6 \cdot 0,492 = 3953,318 \text{ kg} \approx 3955 \text{ kg}$

- $Q_{1V} = \frac{Q_1}{N_1} = \frac{3955}{39} = 101,41 \text{ kg} \Rightarrow \frac{Q_{1V}}{m_n} = \frac{101,41}{3,4} = 29,826 \Rightarrow 30 \text{ náloží}$

Délka ucpávky

- $l_u = k_2 \cdot x \cdot \sin \alpha = 1,3 \cdot 6 \cdot \sin 75 = 3,477 \Rightarrow l_u = 3,5 \text{ m}$

- $n = k_1 \cdot w = 0,3 \cdot 3,5 = 1,05$

- $(L + h) - n \cdot l_n \geq l_u$

- $(18,654 + 1,043) - 30 \cdot 0,59 = 1,997 \text{ m} \geq 3,5 \text{ m}$ nevyhoví

Příklad

Navržené řešení rozříznout náložky a vyplnit tak celý profil vrtu:

Hmotnost trhaviny na jeden běžný metr

- $p = \frac{\pi \cdot d_n^2}{4} \rho_t = \frac{\pi \cdot 0,11^2}{4} 1000 = 9,503 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$

Délka vrtu

- $L = \frac{H}{\sin 75} = \frac{18}{\sin 75} = 18,635 \text{ m}$

Vzdálenost vrtu od hlavy etáže

- $x = \frac{-0,7 \cdot p \cdot \sin \alpha + \sqrt{0,5 \cdot \sin^2 \alpha \cdot p^2 + 4 \cdot H \cdot m \cdot q_{OT} \cdot L \cdot p}}{2 \cdot H \cdot m \cdot q_{OT}} =$
 $\frac{-0,7 \cdot 9,503 \cdot \sin 75 + \sqrt{0,5 \cdot \sin^2 75 \cdot 9,503^2 + 4 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 0,493 \cdot 18,635 \cdot 9,503}}{2 \cdot 18 \cdot 0,9 \cdot 0,493} =$
 $4,324 \text{ m} \Rightarrow \text{navrhuji } x = 4,4 \text{ m}$

Velikost odporové úsečky

- $w_{Skut} = x \cdot \sin \alpha = 4,4 \cdot \sin 75 = 4,25 \text{ m}$

Příklad

Navržené řešení rozříznout náložky a vyplnit tak celý profil vrtu:

Kontrola

Dle de Vauban:

- $w = \sqrt{\frac{p}{q}} = \sqrt{\frac{9,503}{0,492}} = 4,395 \text{ m}$
- $40 \cdot \emptyset = 40 \cdot 0,11 = 4,4 \text{ m}$

$w_{Skut} = 4,25 \text{ m}$ hodnota se pohybuje přibližně okolo hodnoty vypočtené dle de Vauban

$w=4,395\text{m}$

Příklad

Navržené řešení rozříznout náložky a vyplnit tak celý profil vrtu:

Dopočtení zbývajících geometrických parametrů

Rozteč vrtů v řadě

- $a = m \cdot w = 0,9 \cdot 4,25 = 3,825 \text{ m} \Rightarrow a = 3,9 \text{ m}$

Koeficient sblížení vrtů:

- $m = 0,9$

Hloubka podvrtání

- $h = k_1 \cdot w = 0,3 \cdot 4,25 = 1,275 \text{ m}$

- $k_1 = 0,3$

Délka ucpávky

- $l_u = k_2 \cdot w = 1,0 \cdot 4,25 = 4,25 \text{ m} \Rightarrow l_u = 4,25 \text{ m}$

- $k_2 = 1,0$

Celková kubatura

- $V_n = \frac{m_{rozp}}{\rho} = \frac{55000}{2,7} = 20370 \text{ m}^3$

Délka odstřelu

- $V_n = B \cdot H \cdot (x + 2 \cdot 0,87 \cdot a) \Rightarrow$

- $B = \frac{V_n}{H \cdot (x + 1,74 \cdot a)} = \frac{20370}{18(4,4 + 1,74 \cdot 3,9)} = 101,168 \text{ m} \Rightarrow B \approx 102 \text{ m}$

Příklad

Navržené řešení rozříznout náložky a vyplnit tak celý profil vrtu:

Počet vrtů v řadách:

1.řada:

- $N_1 = \frac{B}{a} = \frac{102}{3,9} = 26,154 \approx 27 \text{ vrtů}$

2.řada:

- $N_2 = N_1 - 1 = 27 - 1 = 26 \text{ vrtů}$

3.řada:

- $N_3 = N_1 = 27 \text{ vrtů}$

Výpočet hmotnosti nálože v 1. řadě:

Objemová metoda

- $Q = V_n \cdot q$

- $Q_1 = H \cdot B \cdot x \cdot q_{OT} = 18 \cdot 102 \cdot 4,4 \cdot 0,492 = 3974,573 \text{ kg} \approx 3975 \text{ kg}$

- $Q_{1V} = \frac{Q_1}{N_1} = \frac{3975}{27} = 147,222 \text{ kg} \Rightarrow \frac{Q_{1V}}{m_n} = \frac{147,222}{3,4} = 43,3 \Rightarrow 44 \text{ náloží}$

Délka ucpávky

- $l_u = k_2 \cdot x \cdot \sin \alpha = 1,4 \cdot 4 \cdot \sin 75 = 4,25 \Rightarrow l_u = 4,25 \text{ m}$

- $n = k_1 \cdot w = 0,3 \cdot 3,5 = 1,05$

- $(L + h) - n \cdot l_n \geq l_u$

- $(18,654 + 1,043) - 44 \cdot 0,395 = 2,317 \text{ m} \geq 4,25 \text{ m}$ nevyhoví

Příklad

Další navrhované řešení je použít rozříznuté nálože v prvním navržené geometrii vývrtů:

Výpočet hmotnosti nálože v 1. řadě:

Objemová metoda

- $Q = V_n \cdot q$
- $Q_1 = H \cdot B \cdot x \cdot q_{OT} = 18.124 \cdot 3,6 \cdot 0,492 = 3953,318 \text{ kg} \approx 3955 \text{ kg}$
- $Q_{1V} = \frac{Q_1}{N_1} = \frac{3955}{39} = 101,41 \text{ kg} \Rightarrow \frac{Q_{1V}}{m_n} = \frac{101,41}{3,4} = 29,826 \Rightarrow$
30 náloží

Délka ucpávky

- $l_u = k_2 \cdot x \cdot \sin \alpha = 1,3,6 \cdot \sin 75 = 3,477 \Rightarrow l_u = 3,5 \text{ m}$
- $n = k_1 \cdot w = 0,3 \cdot 3,5 = 1,05$
- $(L + h) - n \cdot l_n \geq l_u$
- $(18,654 + 1,043) - 30 \cdot 0,395 = 7,847 \text{ m} \geq 3,5 \text{ m}$ vyhoví