

Ryszard, ADAMEK, Łucja PĘCIAK, Piotr IGNACY
Jerzy CHWALISZ, Zdzisław MYSŁEK

ZASIĘG PODSADZANIA HYDRAULICZNEGO A JEGO WPŁYW NA LOKALIZACJĘ PODSADZKOWNI

Streszczenie. W artykule dokonano analizy niektórych dotychczasowych sposobów lokalizacji podsadzkowni (Głazowski, Czechowicz) na obszarze górniczym. Według autorów jednym z warunków mających zasadniczy wpływ na usytuowanie podsadzkowni jest zasięg podsadzania. W opracowaniu wyprowadzono wzory na obliczenie granicznego i krytycznego zasięgu podsadzania, na który między innymi mają wpływ takie czynniki, jak: wielkość przestrzeni przeznaczonych do podsadzania, rodzaj i jakość materiału podsadzkowego, ciśnienie panujące w instalacji podsadzkowej, głębokość i sieć rurociągów podsadzkowych, prędkość przepływu mieszaniny.

Z wyprowadzonych wzorów wynika, że odległość podsadzkowni od podsadzonej przestrzeni powinna spełniać nierówność:

$$L_{gr} \leq L \leq L_{kr}$$

W przypadku gdy $L > L_{kr}$ celem jest wybudowanie dla danej partii obszaru górniczego nowej podsadzkowni.

1. WSTĘP

Przy eksploatacji pokładów węgla, zalegających pośród zwięzłych i mocnych skał, w głównej mierze do wypełnienia przestrzeni poeksploatacyjnej stosuje się podsadzkę - najczęściej hydrauliczną. Stąd bardzo ważnym zagadnieniem dla nowoczesnej kopalni jest odpowiednie usytuowanie podsadzkowni i sieci instalacji podsadzkowej.

Podsadzkownia w kopalniach stosujących podsadzkę stanowi podstawowy obiekt urządzeń podsadzkowych. Jej dobór i lokalizacja na obszarze górniczym to podstawowy warunek uzyskania żądanej i potrzebnej wydajności urządzeń podsadzkowych. Nie jest zatem sprawą obojętną, w którym miejscu w danym obszarze górniczym zostanie ona zlokalizowana. Wiadomo, że proces podsadzania jest bardzo złożony i polega na równoczesnym oddziaływaniu szeregu zmiennych i zależnych od siebie wielkości, mających istotne znaczenie dla wydajności instalacji podsadzkowej.

W procesie projektowania lokalizacji podsadzkowni i całej sieci podsadzkowej istnieje potrzeba wyboru optymalnego rozwiązania ze zbioru możliwych usytuowań podsadzkowni i ukształtowań sieci podsadzkowych.

Dobór miejsca usytuowania podsadzkowni, która zapewniałaby ciągłość podsadzania przy minimalnym koszcie jednostkowym jest zagadnieniem złożonym i trudnym. Zagadnienie to jeszcze komplikuje się bardziej przy projektowaniu podsadzkowni dla głębokich kopalń, gdzie występują w instalacji podsadzkowej duże ciśnienia i związane z nimi duże prędkości przepływu mieszaniny, wpływające w zasadniczy sposób na wzrost ścieralności rurociągów podsadzkowych i innych parametrów technicznych.

Lokalizacja podsadzkowni wraz z całą siecią podsadzkową musi być rozpatrywana przy uwzględnieniu warunków geologiczno-górnicznych.

2. NIEKTÓRE DOTYCHCZASOWE SPOSOBY LOKALIZACJI PODSADZKOWNI

Przy określaniu lokalizacji podsadzkowni projektanci w głównej mierze posługują się analizą ekonomiczną zasięgu podsadzkowni oraz analizą kosztów inwestycyjnych, lokalizacją szybów względnie otworów podsadzkowych i poboczniczy piaskowej. U nas zagadnieniem tym między innymi zajmowali się T. Czechowski i B. Głazowski.

T. Czechowski w swojej analitycznej metodzie określa, czy dla danych warunków, danego obszaru górniczego oraz zasobów jest ekonomicznie uzasadniona budowa nowej podsadzkowni. W swojej metodzie za podstawę do obliczeń przyjmuje koszt zużytych w czasie eksploatacji rurociągów podsadzkowych oraz koszt budowy nowego urządzenia podsadzkowego. Poza tym zakłada:

- stałą zasobność złoża w granicach podsadzania.
- obszar podsadzania posiada kształt prostokąta,
- stały kierunek rozciągłości w granicach obszaru,
- średnią długość rurociągów podsadzkowych (zależną od kształtu obszaru).

Rozważania przeprowadza dla centralnie położonego szybu lub otworu podsadzkowego, jak również dla szybu i otworów nie leżących w środku obszaru górniczego, określając dla nich minimalną odległość między istniejącym i projektowanym urządzeniem podsadzkowym w polu o kształcie prostokąta.

B. Głazowski przeprowadził analizę dla jednego, dwóch i trzech szybów na danym obszarze górniczym, przeciwstawiając kosztom budowy nowych urządzeń - koszty eksploatacji rurociągu podsadzkowego. Przyjmuje do swoich obliczeń następujące założenia:

- pokłady zalegające w obszarze górniczym dzieli na n pól eksploatacyjnych,
- każde pole posiada własną drogę doprowadzenia podsadzki od szybu podsadzkowego,
- miejsca doprowadzenia podsadzki do pól eksploatacyjnych są najczęściej środkami tych pól,
- rurociąg podsadzkowy ulega zużyciu przy przepuszczeniu średnio $f(m^3)$ piasku i określa wzór na i -krotność wymian rurociągu,

- na koszt podsadzania któregośkolwiek pola składają się: koszt budowy instalacji podsadzkowej, koszt zużycia rurociągów podsadzkowych pionowych i poziomych, koszt materiału podsadzkowego oraz koszty związane z odprowadzeniem wody podsadzkowej.

Na podstawie różnicy kosztów budowy nowego urządzenia podsadzkowego i eksploatacji starego dochodzi do wniosku, że jeżeli różnica tych kosztów jest większa od kosztu budowy nowego urządzenia podsadzkowego, wtedy celowym i opłacalnym jest budowa nowego urządzenia podsadzkowego i odwrotnie, jeśli różnica kosztów eksploatacyjnych rurociągów podsadzkowych jest mniejsza od kosztu budowy nowej podsadzkwoni, wtedy budowa nowego urządzenia podsadzkowego jest nieopłacalna i niecelowa.

3. KRYTYCZNY I GRANICZNY ZASIĘG PODSAZANIA

Lokalizując podsadzkwonię na obszarze górniczym należy przeanalizować podstawowe parametry techniczne, decydujące o wyborze określonego układu przestrzennego instalacji podsadzkowej. Każda instalacja podsadzkowa, w zależności od różnicy poziomów wlotu i wylotu instalacji, całkowitej jej długości, średnicy rurociągu itp. cechuje się odpowiednimi dla tych warunków parametrami technologicznymi. Przez parametry technologiczne instalacji podsadzkowej rozumie się wszystkie parametry i wskaźniki charakteryzujące pracę instalacji.

Podstawowym parametrem technologicznym, decydującym o zasięgu podsadzania z określonego punktu usytuowania podsadzkwoni, jest prędkość robocza przepływu mieszaniny podsadzkowej. Długoletnie badania i obserwacje prowadzone zarówno w laboratoriach, jak i w instalacjach przemysłowych wykazały, że optymalne wartości prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej można przyjąć:

$$3,3 \text{ (m/s)} \leq v \leq 6,5 \text{ (m/s)}.$$

Prędkości te zapewniają stosunkowo nieduże ścieranie się rurociągu i stabilny przepływ mieszaniny podsadzkowej. Szybszy wzrost ścierania rurociągu następuje przy prędkościach przepływu mieszaniny podsadzkowej od 6,5 m/s do 10,1 m/s ale jeszcze bez niebezpieczeństwa powstawania kawitacji. Należy tu jednak dodać, że prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej w instalacji powyżej 12 m/s są prędkościami niepożądanymi ze względu na niebezpieczeństwo powstawania kawitacji, która może doprowadzić do nieuszczelnności instalacji.

Dla każdego obszaru górniczego z określonego punktu podsadzkwoni można wyznaczyć poziomy zasięg podsadzania, znając głębokość doprowadzenia mieszaniny podsadzkowej H i przyjętej średnicy D_1 .

Poziomy zasięg podsadzania można wyznaczyć na podstawie prędkości przepływu mieszaniny podsadzkowej, która dla stabilnego przepływu wynosi.

$$M \cdot v_{kr} \leq v \leq 12 \text{ (m/s)},$$

gdzie:

M - wskaźnik pewności ruchu mieszaniny podsadzkowej,

v_{kr} - prędkość krytyczna przepływu mieszaniny podsadzkowej (m/s).

Prędkość roboczą mieszaniny podsadzkowej określa się korzystając ze wzorów na jednostkowe straty energii:

$$I_E = [(-a_1\gamma + a_2) v^2 + a_3\gamma - a_4] 10^{-4}, \quad (1)$$

gdzie:

γ - optymalne zagęszczenie mieszaniny podsadzkowej (T/m^3),

I_E - wielkość rozporządzalnych strat jednostkowych energijnych w instalacji podsadzkowej (m s \cdot H $_2$ O),

a_1, a_2, \dots, a_4 - stałe zależne od rodzaju materiału podsadzkowego (tabl.1).

Tablica 1

Współczynniki do wyznaczenia zasięgu podsadzania

Lp.	Rodzaj materiału podsadzkowego	Prędkość krytyczna v_{kr}	Wskaźnik pewności ruchu mieszaniny podsadz. M	a_1	a_2	a_3	a_4
1	Piasek		1,1	13	58,1	2057,6	2122,
2	Piasek i skruszone skały płonne o uziarnieniu $d \leq 14$ mm	$v_{kr} = \frac{5,519}{d+0,47} + 5,231$	1,2	16,4	58,7	2581,6	2170,
3	Piasek i skruszone skały płonne o uziarnieniu $d \leq 50$ mm		1,2	19,3	64,6	3381,5	3498,
4	Skały płonne o uziarnieniu $d \leq 14$ mm	d - max. średnica ziarn (mm)	1,3	16,4	58,7	2581,6	2170,
5	Skały płonne o uziarnieniu $d \leq 50$ mm		1,3	19,3	64,6	3381,5	3498,

Po przekształceniu wzoru (1) otrzymujemy:

$$v = \sqrt{\frac{10^4 I_E + a_4 - a_3\gamma}{a_2 - a_1\gamma}} \quad (2)$$

Po przeprowadzeniu przekształceń uzyskujemy zależności określające poziomy - graniczny i krytyczny - zasięg podsadzania instalacji podsadzkowej:

$$L_{gr} = \frac{10^4 H \gamma \eta + (a_4 - a_3 \gamma) H a - 12^2 (a_2 - a_1 \gamma) H a}{12^2 (a_2 - a_1 \gamma) a - (a_4 - a_3 \gamma) a} \quad (3)$$

Zasięgiem granicznym nazywamy taki zasięg z określonego punktu usytuowania podsadzkowni przy zadanym układzie przestrzennym instalacji podsadzkowej, dla którego graniczna prędkość przepływu nie stwarza jeszcze niebezpieczeństwa powstania kawitacji.

Zasięgiem krytycznym nazywamy taki zasięg podsadzania z określonego punktu usytuowania podsadzkowni przy zadanym układzie przestrzennym instalacji podsadzkowej, dla którego prędkość przepływu mieszaniny jest równa prędkości najmniejszej, przy której jeszcze nie występuje zjawisko osadzania się materiału podsadzkowego w rurociągu.

Zasięg krytyczny instalacji podsadzkowej można wyrazić wzorem:

$$L_{kr} = \frac{10^4 H \gamma \eta + (a_4 - a_3 \gamma) H a - (a_2 - a_1 \gamma) (M v_{kr})^2 H a}{a^2 (a_2 - a_1 \gamma) (M v_{kr})^2 - a (a_4 - a_3 \gamma)} \quad (4)$$

(Wartości współczynników a_1 , a_2 , a_3 , a_4 podano w tabl. 1).

Jak z powyższych równań wynika, zasięg podsadzania powinien spełniać relację:

$$L_{gr} \leq L \leq L_{kr} \quad (5)$$

gdzie:

- L_{gr} - graniczny zasięg podsadzania (m),
- L_{kr} - krytyczny zasięg podsadzania (m),
- H - głębokość podsadzania (m),
- η - współczynnik sprawności hydrodynamicznej

$$(\eta = 0,80 - 0,86),$$

a - współczynnik określony wzorem:

$$a = \frac{D_0^5}{D_1^5}$$

D_0 - średnica obliczeniowa rurociągu ($D_0 = 0,150$ m),

D_1 - średnica instalacji podsadzkowej (m).

Dla każdego usytuowania przestrzennego instalacji podsadzkowej w obszarze górniczym można określić zasięg podsadzania, korzystając ze wzorów (1, 2, 3, 4, 5). Przyjmując stałą średnicę rurociągu D_1 , rodzaj materiału podsadzkowego, maksymalną średnicę ziarn materiału podsadzkowego d_1 , optymalną gęstość mieszaniny podsadzkowej γ , można określić zasięg podsadzania w zależności od głębokości podsadzania

$$L = f(H). \quad (6)$$

Dla przyjętych założeń wyznaczamy graniczny zasięg podsadzania:

$$L_{gr} = A_1 H. \quad (7)$$

- krytyczny zasięg podsadzania:

$$L_{kr} = A_2 H. \quad (8)$$

Wartości współczynników A_1 , A_2 dla podstawowych materiałów podsadzkowych i średnic rurociągów podano w tabelicy 2.

Tabela 2

Wartości współczynników A_1 i A_2 dla wyznaczenia zasięgu podsadzania

Lp.	Rodzaj materiału podsadzkowego	A_1		A_2	
		$D_1 = 150$ mm	$D_1 = 185$ mm	$D_1 = 150$ mm	$D_1 = 185$ mm
1	Piasek	1,18	5,25	6,35	20,00
2	Skała płonna o uziarnieniu do 14 mm	1,15	5,16	2,96	10,31
4	Skała płonna o uziarnieniu do 50 mm	1,11	4,97	2,68	9,51
5	Piasek i skała płonna o uziarnieniu do 14 mm	1,15	5,16	3,15	10,87
5	Piasek i skała płonna o uziarnieniu do 50 mm	1,11	4,97	2,87	10,06

Warunkiem technologicznym mającym zasadniczy wpływ na lokalizację podsadzkowni jest zasięg podsadzania, który zależy od takich czynników, jak: średnica rurociągu podsadzkowego, różnicy wysokości pomiędzy wlotem i wylotem instalacji podsadzkowej, rodzaju materiału podsadzkowego i koncentracji objętościowej mieszaniny podsadzkowej.

Korzystając ze wzorów (1-5, 7 i 8) oraz tablic (1, 2) można bardzo szybko określić pionowy i poziomy zasięg podsadzania.

Dla danego obszaru górniczego, znanych warunków geologiczno-górnich w fazie projektowania można określić czy konieczna jest budowa jednej, dwóch czy więcej podsadzkowni, aby zagwarantować kopalni dla planowanego wydobycia ciągłość podsadzania o żądanej wydajności przy najniższych kosztach podsadzania.

4. WNIOSKI

Reasumując, można powiedzieć, że niezależnie od parametrów techniczno-ekonomicznych podsadzania należy dodatkowo przeanalizować zasięg podsadzania dla danej podsadzkowni. Przedstawiona powyżej metoda lokalizacji podsadzkowni na podstawie określania krytycznego i granicznego zasięgu podsadzania dla zadanego układu przestrzennego instalacji podsadzkowej polega na tym, że zakładając kolejno lokalizację podsadzkowni względem podsadzanej przestrzeni poeksploatacyjnej i przyjmując odpowiednio dla niej wariant ukształtowania przestrzennego instalacji podsadzkowej, można dokonać takiego jej doboru i położenia, że przy zadanym rodzaju materiału podsadzkowego oraz odpowiedniej koncentracji objętościowej mieszaniny podsadzkowej będzie zapewniona ciągłość procesu podsadzania o wymaganej wydajności przy najniższym koszcie jednostkowym podsadzania.

LITERATURA

- [1] Adamek R.: Badania nad ustaleniem optymalnych wielkości parametrów technologii podsadzki hydraulicznej dla głębokich kopalń. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej nr 166, Gliwice 1966 r.
- [2] Adamek R.: Wpływ jakości materiału podsadzkowego na efekty podsadzania w wyrobiskach górniczych. Komunikat GIG nr 447, 1968.
- [3] Adamek R., Łojas: Eksploatacja instalacji podsadzkowych głębokich kopalń. Przegląd Górniczy nr 6, 1968 r.
- [4] Adamek R. i inni: Prognozowanie lokalizacji podsadzkowni dla głęboko zalegającego złoża oraz dobór typu podsadzkowni. Niepublikowane.
- [5] Czechowicz T.: Ekonomiczna analiza kosztów podsadzki płynnej. Przegląd Górniczy nr 9, 1957.
- [6] Głazowski B.: Zagadnienie lokalizacji podsadzkowni w dowolnym obszarze górniczym. Przegląd Górniczy nr 5, 1961.
- [7] Hurysz J. i inni: Unowocześnienie iatniejących podsadzkowni Przemysłu Węglowego i dostosowanie ich do regularnego sposobu molenia. Prace GIG, 1962.
- [8] Krysiak M.: Trwałość instalacji podsadzki hydraulicznej w warunkach eksploatacji w kopalniach. Komunikat GIG nr 537, 1971.
- [9] Łukaszewicz J.: Analiza techniczno-ekonomiczna budowy podsadzkowni w różnych warunkach hydrogeologicznych. Biul. BPPW Projektów-Problemy nr 7-8, 1959.

ДАЛЬНОСТЬ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЗАКЛАДЫВАНИЯ
И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА ЛОКАЛИЗАЦИЮ ЗАКАЛОЧНОЙ СТАНЦИИ

Р е з ю м е

В докладе совершенно анализ некоторых существовавших до сих пор методов локализации закладочной станции в горном пространстве.

По авторам одним из значительных условий имеющих принципиальное влияние на локализацию закладочной станции является дальность закладывания.

В докладе выведено формулы для расчёта граничной и критической дальности закладывания, на которую-то имеют влияние такие факторы как: величина закладываемого пространства, сорт и качество закладочного материала, давление в трубопроводах, глубина и система закладочных трубопроводов, скорость, скорость переплыва закладочной смеси. С выведенных формул вытекает, что расстояние закладочной станции от закладываемого пространства должна исполнять неравенство:

$$L_{гр} \leq L \leq L_{кр}$$

В случае, когда $L > L_{кр}$ целесообразной ест постройка новой закладочной станции для части горного пространства.

A RANGE OF A HYDRAULIC FILLING AND ITS INFLUENCE UPON
A LOCATION OF FILLING PLANT

S u m m a r y

In the paper it was accomplished an analysis of some prevailing methods of location of filling plant in a mine territory.

After the authors, one of the most essential conditions, influencing upon the location of filling plant, is the range of filling. In the work presented it was carried out the formulas for calculating of boundary (maximum) and critical (minimum) filling range, on which influence such factors as: magnitude of filling space, kind and quality of filling material pressure prevalent in the filling plant, deep and system of pipelines, flow velocity of filling material. It follows from formulas derived, that a distance from filling plant to a bound of filling space ought to fulfil an inequality:

$$L_{gr} \leq L \leq L_{kr}$$

L_{gr} - boundary distance,

L_{kr} - critical distance

L - distance of filling.

In the case, when $L > L_{kr}$ it is suitable to build for the certain section of mine territory a new filling plant.