

Ryszard DOMŻAŁ, Ryszard STAWCZYK

Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Elementów i Układów Pneumatyki, Kielce

Tadeusz MIKULCZYŃSKI, Zdzisław SAMSONOWICZ

Politechnika Wrocławska, Wrocław

WYBRANE SYSTEMY USUWANIA ZAWISÓW MATERIAŁÓW SYPKICH

Streszczenie. Opisano wybrane systemy usuwania zawisów materiałów sypkich magazynowanych w zasobnikach lub silosach. Opisano instalacje wyposażone w armatki powietrzne, skutecznie przeciwdziałające powstawaniu sklepień, narostów i nawisów oraz ścian pionowych. Podano przykłady stosowania ich w zasobnikach i silosach oraz w rurociągach transportowych materiałów sypkich.

SELECTED SYSTEMS FOR REMOVAL OF LOOSE MATERIAL HANG-UPS

Summary. Selected systems for removing hang-ups of loose materials stored in hoppers and silos have been discussed. Installations equipped with air cannons have been described that effectively prevent creation of arches, build-ups and overhangs, as well as vertical walls. Examples of their application in loose material hoppers and transport pipes have been provided.

1. Wstęp

W elektrowniach, elektrociepłowniach, cementowniach i zakładach wapienniczych oraz w odlewniach materiały sypkie są magazynowane w zasobnikach lub silosach. Podstawowym problemem eksploatacyjnym, występującym w magazynowaniu i transporcie tych materiałów, jest zapewnienie: ciągłości odbioru magazynowanego materiału, drożności przewodów zspowych i rurociągów transportowych.

Zjawiskiem zakłócającym swobodny wysyp materiału sypkiego jest tworzenie się w zbiornikach tzw. „zawisów” w postaci sklepień lub ścian pionowych. Sklepienia mogą tworzyć zarówno materiały gruboziarniste, jak również drobnoziarniste bądź pylaste. Zjawisko to występuje w przypadku wysypu hydraulicznego, którego cechą charakterystyczną jest to, że całkowita objętość materiału porusza się w zbiorniku ku dołowi, a wysyp materiału następuje podobnie jak wypływ cieczy. Innym niekorzystnym zjawiskiem występującym w magazynowaniu materiałów sypkich w silosach i zasobnikach jest tworzenie się nawisów i narostów.

Powstawaniu sklepień, ścian pionowych, nawisów i narostów sprzyja zawiłgocenie materiału spowodowane warunkami atmosferycznymi w czasie jego transportu i składowania lub związane z jego właściwościami higroskopijnymi.

Poniżej zostaną opisane wybrane systemy służące do usuwania nawisów materiałów sypkich magazynowanych w zasobnikach lub silosach.

2. Metody udrażniania zasobników materiałów sypkich

Znanych jest wiele sposobów ograniczania lub usuwania niekorzystnych zjawisk, jakie występują podczas magazynowania materiałów sypkich. Można do nich zaliczyć:

- stosowanie odpowiedniego pochylenia ścian leja wysypowego,
- stosowanie odpowiedniego przekroju otworu wysypowego,
- umieszczanie otworu wysypowego przy ścianach pionowych,
- umieszczanie daszka nad otworem wysypowym,
- stosowanie wykładzin i wylewk ścian znacznie zmniejszających współczynnik tarcia, szczególnie tarcia stycznego, który występuje w momencie rozpoczęcia ruchu posuwistego materiału,
- stosowanie urządzeń wibracyjnych lub uderzeniowych, powodujących drgania zbiorników,
- stosowanie ruchomych przegród,
- stosowanie porowatych ścianek fluidyzacyjnych.

Wymienione sposoby nie zawsze w 100% eliminują niekorzystne zjawiska. W Ośrodku Badawczo-Rozwojowym Elementów i Układów Pneumatyki w Kielcach opracowano urządzenie przeznaczone do udrażniania, które nazwano armatką powietrzną. Oferowany obecnie typoszereg o pojemnościach zbiorników akumulacyjnych od $V = 10 \text{ dcm}^3$ do $V = 50 \text{ dcm}^3$

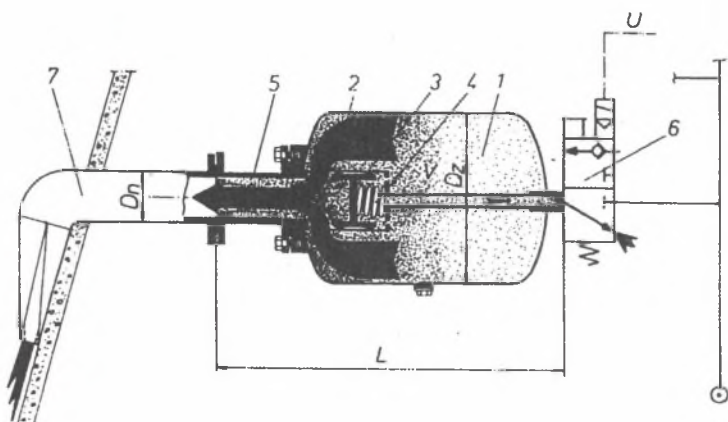
umożliwia stosowanie armatek do zapewnienia drożności rurociągów, zsyków i niewielkich zasobników oraz do dużych stalowych, betonowych lub żelbetonowych silosów.

Specyficznymi obiektami, gdzie zastosowano armatki powietrzne, są wymienniki ciepła w kilku cementowniach wykorzystujących technologię wypału klinkieru metodą suchą. Mają one za zadanie usuwanie ze ścian cyklonów i przewodów zsykowych narostów powstałych w wyniku zapiekania się mączki surowcowej, zasypywanej do pieca obrotowego, pod wpływem wypływających z niego gorących gazów, których temperatura dochodzi do 1000°C.

W Zakładzie Odlewnictwa Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej opracowano inny system do usuwania zawisów materiałów sypkich. Opracowany aeracyjny system udrażniający zasobniki lub silosy jest przydatny szczególnie w magazynowaniu suchych materiałów sypkich.

3. Armatka powietrzna

Na rysunku 1 pokazano schemat budowy armatki powietrznej.



Rys. 1. Schemat budowy armatki powietrznej: zbiornik akumulacyjny (1), tuleja (2), tłok (3), sprężyna dociskowa (4), króciec wylotowy (5), zawór sterujący (6) i dysza kierunkowa (7)

Fig. 1. Diagram of air cannon: accumulation tank (1), sleeve (2), piston (3), compression spring (4), outlet ferrule (5), control valve (6), and direction nozzle (7)

Armatka składa się ze zbiornika akumulacyjnego (1), wewnątrz którego znajduje się tuleja (2), a wewnątrz niej przesuwany się tłok (3). Na obwodzie tulei znajdują się otwory, poprzez które sprężone powietrze wypływa ze zbiornika do króćca (5), a następnie do dyszy kierunkowej (7). Tłok jest wstępnie dociskany sprężyną (4) do czoła króćca wylotowego, zamykając szczelnie zbiornik. Na zbiorniku jest zamontowany zawór sterujący (6) - w wersji przedstawionej na rysunku 1 zawór rozdzielający 3/2 sterowany elektrycznie. Armatka jest mocowana do wmontowanej w ścianę zbiornika dyszy kierunkowej, najczęściej wyposażonej w specjalnie ukształtowaną końcówkę, nadającą wypływającej strudze powietrza odpowiedni kierunek i kształt.

Istotą działania armatki jest powtarzalny cykl, polegający na napełnianiu jej zbiornika akumulacyjnego sprężonym powietrzem o zadanej wartości ciśnienia, a następnie gwałtownym otwarciu wylotu armatki i skierowaniu powietrza przez dyszę w kierunku materiału magazynowanego w zasobniku.

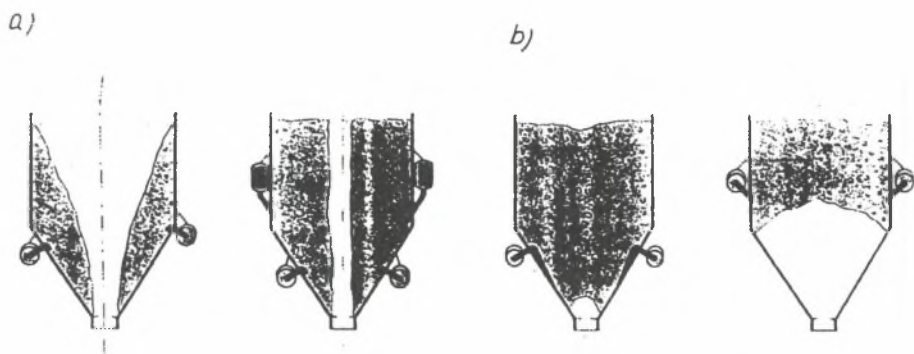
Armatki są przeznaczone do pracy w zakresie ciśnień roboczych od 0,35 MPa do 0,6 MPa.

3.1. Wybrane przykłady udrażniania zasobników i silosów

Każda instalacja do udrażniania zasobników i silosów składa się (w zależności od wielkości zbiornika magazynowego) z kilku do kilkudziesięciu armatek powietrznych rozmieszczonych w taki sposób, aby objęły swym zasięgiem przestrzeń, w której występują zawisy. Armatki mogą być uruchamiane indywidualnie ręcznie lub mogą pracować w cyklu automatycznym według ściśle określonego programu. Sterowanie ręczne armatkami stosuje się wtedy, gdy celem instalacji jest usuwanie powstałych sklepień, ścian pionowych, narostów lub nawisów, natomiast automatyczne, gdy instalacja zapobiega ich powstawaniu.

Sposób wprowadzania dyszy kierunkowej do zbiornika oraz kształt jej końcówki zależy od tego, czy celem armatki jest likwidacja sklepienia czy też usunięcie narostów, nawisów lub ścian pionowych.

Na rysunku 2 pokazano przykłady obydwu rozwiązań likwidacji zawisów przy użyciu armatki powietrznej.



Rys. 2. Likwidacja zawisów materiałów sypkich w zasobnikach: w postaci narostów i nawisów oraz ściany pionowej (a), w postaci sklepień (b)

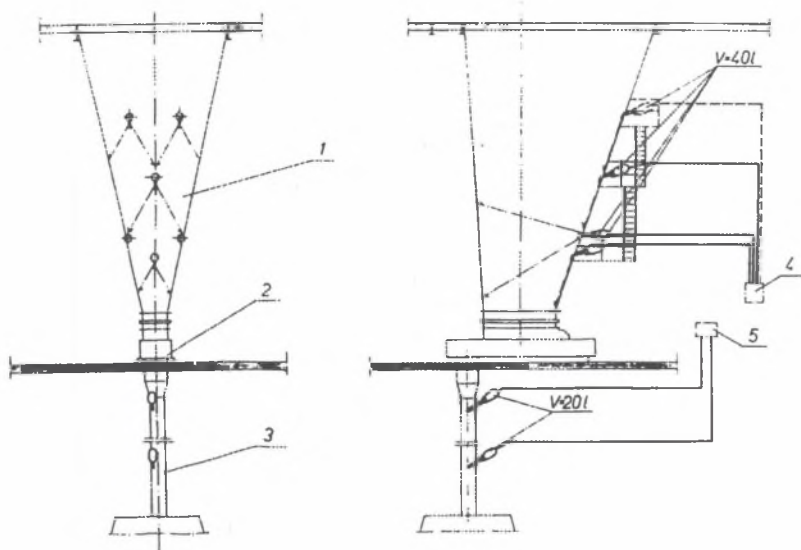
Fig. 2. Removal of loose material hang-ups in hoppers: in the form of build-ups and overhangs and vertical wall (a), in the form of arches (b)

Na rysunku 3 przedstawiono przykład instalacji armatek powietrznych na zasobniku miazgi węglowej i rurze wysypowej do młyna węgla, pracującej w jednej z elektrociepłowni.

Instalacje armatek powietrznych, wykonane przez OBREiUP w Kielcach, pracują obecnie w wielu obiektach, między innymi w:

- elektrociepłowniach w Kielcach, Tychach, Toruniu i Krakowie,
- elektrociepłowni Bełchatów i Łagisza w Będzinie,
- cementowniach: Nowiny, Małogoszcz, Ozarów i WARTA w Działoszynie.

Eksploatacja wymienionych instalacji w pełni potwierdziła ich bardzo dobrą skuteczność.



Rys. 3. Instalacja armatek powietrznych w zasobniku miazła węglowego i rurze wysypowej:
 $V = 20$ l i $V = 40$ l - armatki powietrzne, zasobnik (1), przenośnik dozujący (2), rura zsympowa (3), szafa sterownicza (4) i pulpit sterowniczy (5)

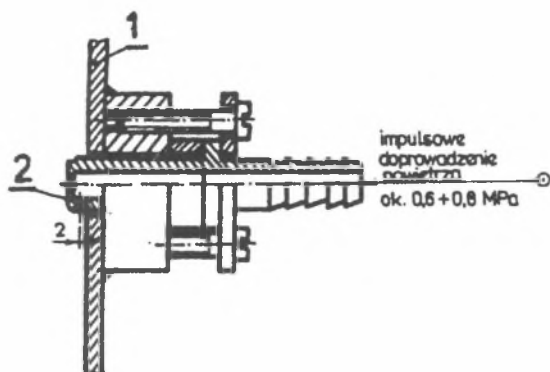
Fig. 3. Installation of air cannons in coal powder hopper and outlet pipe: $V = 20$ l and $V = 40$ l - air cannons, hopper (1), proportioning conveyor (2), outlet pipe (3), control switchbox (4) and control board

5. Aeracyjny system przeciwważeniowy

W Zakładzie Odlewnictwa Instytutu Technologii Maszyn i Automatykacji Politechniki Wrocławskiej wiele lat temu został opracowany aeracyjny system [1] przeznaczony do usuwania zawisów materiałów sypkich w zasobnikach lub silosach. Podstawowy element systemu stanowią tzw. kierownice strugi sprężonego powietrza. Kierownicę strugi sprężonego powietrza pokazano schematycznie na rysunku 4.

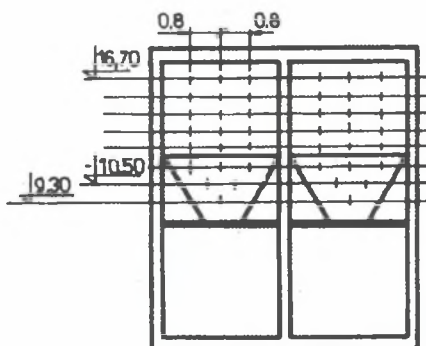
Kierownica strugi powietrza jest mocowana do ścian zasobnika 1 w taki sposób, żeby jej dysza (dysze) 2 znajdowała się w odległości ok. 2 mm od nich. Sprężone powietrze wypływające przez dyszę rozluźnia warstwy materiału sypkiego oraz fluidyzuje i w ten sposób umożliwia swobodny wysyp materiału z zasobnika.

Kierownice są zasilane sprężonym powietrzem w chwili otwarcia wysypów zasobników impulsem trwającym ok. 1-3 s. Krótkotrwała praca kierownic powoduje niewielkie zużycie powietrza. Niewielkie zużycie powietrza ma tę zaletę, że nie wymaga stosowania dużych filtrów instalowanych na przewodach odpowietrzających zasobników.



Rys. 4. Schemat kierownicy strugi sprężonego powietrza: ściana zasobnika (1), dysza kierownicy (2)
Fig. 4. Diagram of guide ring of stream air

Na rysunku 5 zamieszczono przykład instalacji systemu aeracyjnego kierownic strugi powietrza dla bliźniaczych zasobników wapna (każdy o pojemności 200 m³), który został zrealizowany w elektrowni Yenikoy w Turcji.



Rys. 5. Schemat rozmieszczenia kierownic strugi powietrza w zasobnikach wapna
Fig. 5. Diagram of arrangement of guide ring of stream air in lime hoppers

Na podstawie kilkuletniej eksploatacji systemu można stwierdzić, że pozwala on na 100% likwidowanie zawisów magazynowanego wapna.

W zasobnikach zainstalowanych w odlewniach wydaje się celowe stosowanie armatki powietrznej, zasilającej system kierownic strugi powietrza zasilanych jednocześnie. Impulsowy wypływ powietrza, wzmacniany działaniem armatki, zezwoli na zwiększenie efektu odrywania się mas od ścian zasobników.

6. Zakończenie

Opisane wybrane systemy usuwania zawisów materiałów sypkich w zasobnikach lub silosach pozwalają zapewnić ciągłość odbioru materiałów sypkich magazynowanych w zasobnikach lub silosach, drożność przewodów zsypanych oraz rurowciągów transportowych.

Zaprezentowana armatka powietrzna, pracująca w instalacjach montowanych na zasobnikach lub silosach, skutecznie przeciwdziała powstawaniu sklepień, narostów i nawisów oraz ścian pionowych. Opracowany typoszereg armatek powietrznych o pojemności zbiorników akumulacyjnych od $V = 10$ l do $V = 50$ l umożliwia wykonywanie instalacji udrażniających na dowolnych pod względem wielkości zasobnikach bądź silosach.

Przedstawiona kierownica strugi powietrza również jest przeznaczona do likwidacji zawisów materiałów sypkich magazynowanych w zasobnikach lub silosach.

Kierownica strugi powietrza była instalowana z pozytywnym efektem również w wielu odlewniach. W szczególnych przypadkach wydaje się celowe połączenie obu opisanych systemów.

LITERATURA

1. Samsonowicz Z.: Automatyizacja procesów odlewniczych. PWN, Warszawa 1985.

Recenzent: Prof. dr inż. Zbigniew Piątkiewicz

Wpłynęło do Redakcji: 10.10.1997 r.

Abstract

Selected systems for removing hang-ups of loose materials stored in hoppers or silos have been presented. They help assure continuous reception of loose materials from the hoppers as well as patency of outlet and transport pipes. A air cannon that has been developed in the Research and Development Center for Pneumatic Systems and Elements in Kielce assures patency of pipes as well as hoppers or silos. Available types of the cannon allow it to be used both for small hoppers as well as large steel, concrete or reinforced concrete silos. The cannon patency systems may be used in power plants, heat and power stations, as well as cement mills and foundries. Developed in the Foundry Plant of the Institute of Mechanical Engineering and Automation, the emergency system for removal of loose material hang-ups is designed for removing hang-ups in hoppers or silos. The great advantage of this system is its very good effectiveness and small consumption of pressurized air. In some cases, it is recommended to combine both systems.