

# Transport pneumatyczny surowców sypkich

Transport pneumatyczny stosuje się do przesyłania surowców (chemikaliów, półproduktów, tworzyw sztucznych, itp.) w wielu zakładach branży chemicznej. Jest to nowoczesny i bardzo elastyczny w zabudowie rodzaj transportu surowców. Szczególnie nadaje się do wszelkiego rodzaju modernizacji, ponieważ ułożony rurociąg potrzebuje najmniej miejsca ze wszystkich urządzeń transportowych.

Przez transport pneumatyczny surowców sypkich rozumie się ruch cząsteczek surowca spowodowany ruchem cząsteczek gazu (z reguły powietrza) w rurociągu. Ruch powietrza powstaje w wyniku różnicy ciśnień pomiędzy początkiem transportu (nadawcą), a końcem transportu (odbiorcą). W zależności od sposobu podania (wymieszania) produktu z powietrzem, mamy do czynienia z transportem fluidyzacyjnym lub z transportem z unoszeniem fazy stałej. Podczas transportu fluidyzacyjnego cząsteczki materiału sypkiego najpierw zostają „upłynnione” strugą przepływającego gazu, a następnie transportowane. Napowietrzony surowiec zachowuje się podobnie jak ciecz (wypływa nawet przez mały otwór, a powierzchnia swobodna przyjmuje położenie poziome). Podczas transportu z unoszeniem fazy stałej, cząsteczki surowca są porywane przez ruch cząsteczek powietrza.

Transport pneumatyczny stosuje się do:

- rozładunku autocystern i cystern kolejowych
- transportu międzyoperacyjnego pomiędzy silosami magazynowymi a produkcją
- transportu pomiędzy poszczególnymi węzłami produkcyjnymi
- transportu gotowego produktu do urządzeń pakujących.

Kolejne etapy transportu pneumatycznego obejmują: wymieszanie produktu z gazem transportującym (powietrzem) w urządzeniu podającym, transport rurociągami oraz oddzielenie frakcji stałej od gazowej na końcu rurociągów.

Instalacja transportu pneumatycznego składa się z:

- źródeł powietrza (gazu), np. dmuchaw, kompresorów, pomp próżniowych
- urządzeń podających, którymi mogą być ssawy,

injektory, zasilacze śluzowe, zasilacze (podajniki) komorowe

- rurociągów transportowych, które stanowią rury, złączki rurowe (kołnierze), łuki, rozdzielacze dwu- i wielodrogowe, dosilacze

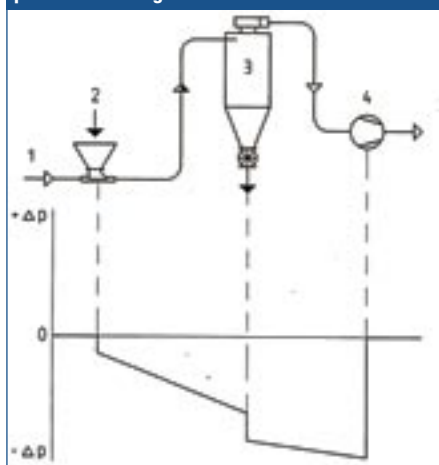
- urządzeń odbierających, czyli cyklonów, filtrów, filterocyklonów.

W zależności od rodzaju surowca i typu transportu stosuje się różne kombinacje wymienionych urządzeń. Poprawny dobór wszystkich składników daje w efekcie hermetyczną instalację transportową pracującą niezawodnie i prawie bezobsługowo.

Instalacja transportu pneumatycznego prowadzonego za pomocą zasilacza (podajnika) komorowego składa się ze zbiornika z surowcem, zasilacza komorowego z przepustnicą zamykającą i własnym układem sterowania, rurociągów z dosilaczami, silosa odbiorowego z filtrem (rys. 1). Dosilacze służą do dodatkowego doprowadzenia powietrza do rurociągu transportowego. Stosuje się je na dłuższych trasach w celu wspomaganie transportu. Dzięki zastosowaniu dosilaczy można obniżyć również ciśnienie powietrza transportującego, a tym samym obniżyć prędkość surowca.

W zależności od rodzaju ciśnienia wyróż-

Rys. 2. Schemat instalacji transportu podciśnieniowego



nia się dwa zasadnicze typy transportu: podciśnieniowy i nadciśnieniowy.

## Transport podciśnieniowy (ssący)

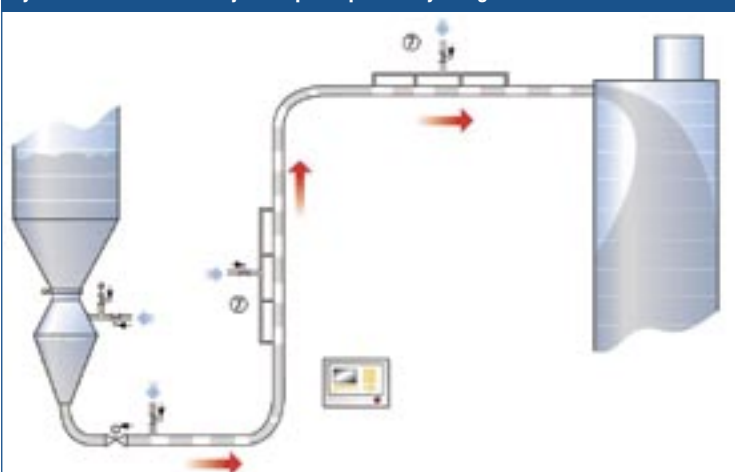
W typowym układzie transportu pneumatycznego ssącego (rys. 2) pompa próżniowa (4) znajduje się na końcu, a zassanie powietrza (1) na początku instalacji. W zależności od surowca układem zasilającym (2) może być injektor, ssawa lub zasilacz śluzowy. Rozkład ciśnień w rurociągu jest przedstawiony pod schematem instalacji.

Transport podciśnieniowy stosuje się z reguły dla mniejszych wydajności i odległości transportowych. Jego zaletą jest to, że w przypadku nieszczelności układ zawsze zasyssa powietrze do środka, a nie pyli na zewnątrz.

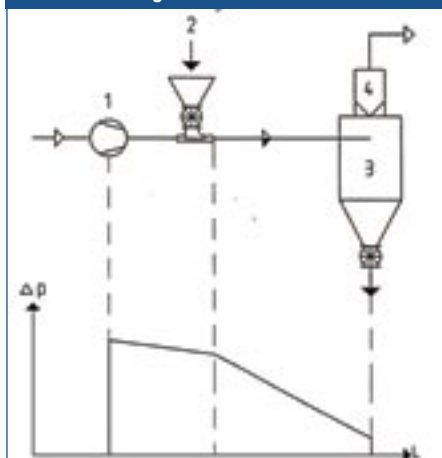
## Transport nadciśnieniowy (tłoczący)

Schemat typowej instalacji transportu nadciśnieniowego z zasilaczem śluzowym jako układem podającym surowiec (2) przedstawia rys. 3. Źródło powietrza, w tym wypadku dmuchawa (1), znajduje się na początku, a filtr na końcu instalacji transportowej. W zależności od wymagań (wydajność, odległość, rodzaj surowca),

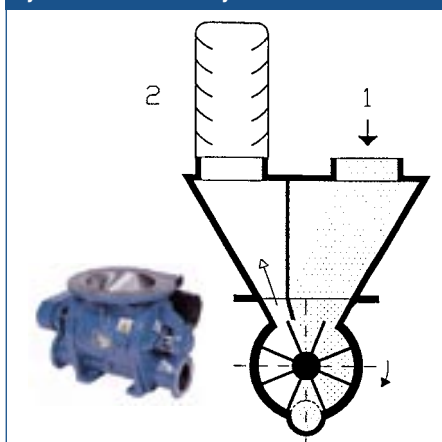
Rys. 1. Schemat instalacji transportu pneumatycznego



Rys. 3. Schemat instalacji transportu nadciśnieniowego



Rys. 4. Zasilacz śluzowy



układem zasypowym może być zasilacz śluzowy lub zasilacz (podajnik) komorowy. Pod schematem przedstawiony jest rozkład ciśnień w rurociągu.

Transport nadciśnieniowy stosowany jest w wielu procesach technologicznych.

### Urządzenia podające Instalacje transportowe z zasilaczem śluzowym

Zasilacz śluzowy jest to urządzenie mechaniczne, z obracającym się wirnikiem, podające surowiec wprost do rurociągu transportowego. Stosuje się go zarówno do instalacji podciśnieniowych, jak i nadciśnieniowych.

W przypadku instalacji z zasilaczem śluzowym ciśnienie w rurociągu nie powinno być wyższe niż 0,8 bar (1,1 bar przy uszczelnionej konstrukcji zasilacza). Ograniczenie to stosuje się ze względu na przedmuchy powietrza przez zasilacz, które są tym większe, im większe jest ciśnienie w rurociągu.

Aby poradzić sobie z niekontrolowanym przedmuchem (powietrze powracające z wirnikiem przeszkadza w zsypywaniu się surowca do zasilacza, co utrudnia osiągnięcie założonej wydajności) należy stosować układy odprowadzenia powietrza przedmuchu w sposób kontrolowany. W przedstawionym

na rysunku 4 rozwiązaniu, zasilacz śluzowy powinien mieć podzielony kołnierz wlotowy (na część zasypową i część odpylającą). Surowiec doprowadzany jest króćcem (1), natomiast powietrze odprowadzane jest poprzez zaopatrzony w filtr króćciec (2). W niektórych urządzeniach można odbierać powietrze wprost z obudowy zasilacza śluzowego.

### Instalacje transportowe z zasilaczem komorowym

Transport nadciśnieniowy z zastosowaniem zasilaczy (podajników) komorowych jest najbardziej uniwersalnym typem transportu pneumatycznego. Charakteryzuje się długą żywotnością instalacji, małym zużyciem powietrza i dużym współczynnikiem koncentracji (jeden kilogram powietrza umożliwia transport kilkudziesięciu kilogramów surowca). Transportowany surowiec można bilansować np. umieszczając podajnik komorowy na wadze platformowej (rys. 5).

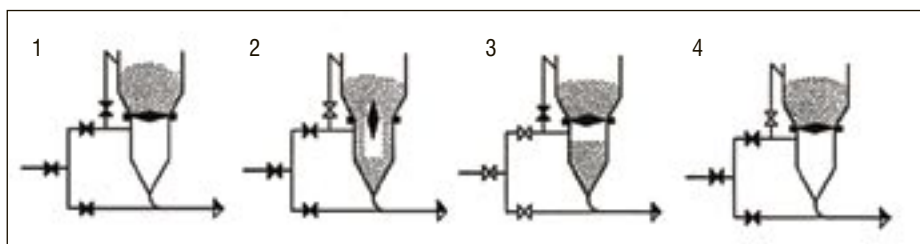
Zasadę transportu za pomocą zasilaczy (podajników) komorowych przedstawia schematycznie rysunek 6.

Poprzez odpowiednie sterowanie zaworami powietrza (i ew. dodatkowymi zaworami surowca) można uzyskać tzw. transport „korkowy”. Charakteryzuje się on przepływem surowca w postaci „korków” rozdzielonych „korkami” powietrza (rys. 7). Surowiec transportowany jest pełnym przekrojem rurociągu z niewielką prędkością, dzięki czemu nie ma przedmuchów powietrza, które mogłyby zabrać np. lekkie frakcje.

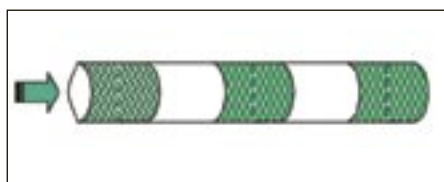
Dzięki niewielkim prędkościom nie następuje degradacja ziaren transportowanych substancji (pękanie, kruszenie się, tworzenie się tzw. „anielskich włosów”), co jest bardzo ważne w przypadku surowców tracących swoje właściwości po rozdrobnieniu. Dużo mniejsze jest również

Rys. 5. Podajnik komorowy





Rys. 6. Schemat transportu za pomocą zasilaczy komorowych.  
 1) Stan gotowości do pracy. Zasilacz (podajnik) komorowy jest pusty, wszystkie zawory są pozamykane, a w podajniku nie ma ciśnienia. 2) Stan zasypywania surowca. Przepustnica główna jest otwarta, zawór odpowietrzający jest otwarty, a wszystkie zawory powietrza są pozamykane. 3) Stan pracy. Przepustnica główna jest zamknięta. Zawór odpylający jest zamknięty, a zawory doprowadzające powietrze są otwarte. 4) Stan odpylania. Otwarty jest tylko zawór odpylający. Otwarcie tego zaworu przed kolejnym cyklem daje pewność, że w zasilaczu nie ma ciśnienia, które mogłoby spowodować wydmuchanie surowca przez silos po otwarciu przepustnicy głównej.



Rys. 7. Transport „korkowy”

zużycie elementów rurociągów (szczególnie łuków). Transport „korkowy” można stosować do przesyłu mieszanin. Po transporcie skład mieszaniny jest zachowany, gdyż lekkie i cięższe frakcje nie rozwarstwiają się.

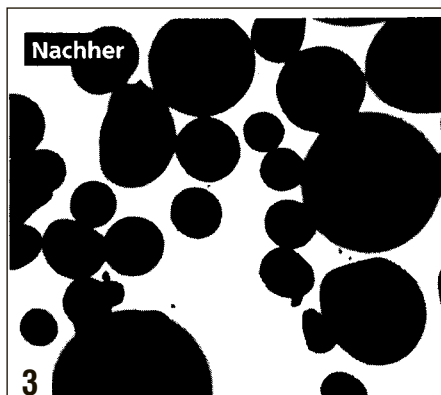
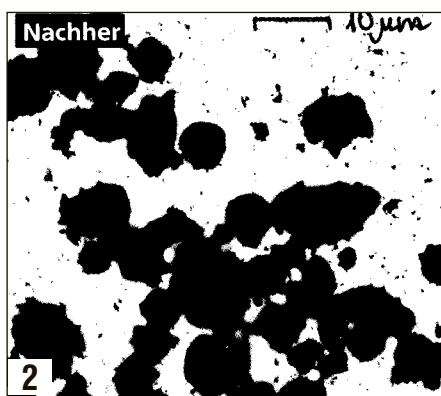
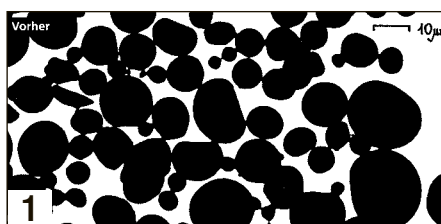
Na rysunku 8 przedstawiającym zdjęcia wykonane pod mikroskopem (powiększenie 1:1000) widać wpływ prędkości transportu pneumatycznego na degradację ziaren surowców, w tym wypadku pigmentu.

Transport pneumatyczny tego typu ma jeszcze jedną zaletę. Powoduje niewielkie zużycie gazu transportowego, dzięki czemu można stosować nie tylko powietrze, ale również inne gazy. Na przykład, ze względu na skłonności surowców do wybuchania, bądź odbarwiania się, dość często używany jest azot. Niektóre granulaty przed zakończeniem cyklu produkcyjnego mogą zmieniać odcień pod wpływem tlenu, a to obniża ich jakość. Azot po transporcie może uchodzić do atmosfery lub być zawracany do transportu (dodatkowo filtrowany i sprężany).

Przykładem transportu za pomocą niewielkich ilości azotu może być bezpośrednie podawanie surowców wprost do reaktora chemicznego (rys. 9). Surowiec pobierany z kontenera lub big baga może być dodatkowo odważony i przetransportowany pneumatycznie do reaktora.

### Rurociągi transportowe

Rurociągi transportowe składają się z rur prostych (ew. systemowych – przeznaczonych do szybkiego czyszczenia) poziomych lub pionowych, łuków rurowych (o promieniu gięcia ok. 10 D) lub łuków specjal-



Rys. 8. 1) Układ ziaren pigmentu przed transportem pneumatycznym. 2) Wygląd pigmentu po standardowym transporcie pneumatycznym. 3) Wygląd pigmentu po transporcie prowadzonym z minimalną prędkością

nych (niewycierających się), rozdzielaczy dwudrogowych oraz połączeń (np. kolnierzy, złączek rurowych, obejm żłobkowych). Rozdzielacze dwudrogowe służą do rozdzielania (ew. łączenia) transportowanego surowca do kilku punktów odbioru (np. zbiorników odbiorowych na produkcji). W większości przypadków wszystkie połączenia należy zmostkować elektrycznie, aby umożliwić odprowadzenie ładunków

elektrycznych pojawiających się wskutek ruchu surowca w rurociągu.

### Urządzenia odbierające

Surowce transportuje się bezpośrednio do zbiorników (silosów) lub poprzez kołpaki rozładowcze, czy filtrocyklony. Rysunek 10 przedstawia zasadę działania filtrocyklonu. Surowiec wraz z powietrzem wpada do części cyklonowej urządzenia, a następnie po zawirowaniu zostaje oddzielony od powietrza. Surowiec opada w dół do zbiornika, a powietrze poprzez filtr uchodzi na zewnątrz.

Transport pneumatyczny można wykorzystać do przesyłu każdego surowca sypkiego (produktu lub mieszanki). Pytanie, na które trzeba sobie odpowiedzieć, to: czy jest to opłacalne ekonomicznie w zakresie wydajności, odległości i właściwości surowca.

Andrzej Żelazo  
 PROORGANIKA S.A.

Rys. 9. Bezpośredni transport do reaktora chemicznego



Rys. 10. Zasada działania filtrocyklonu

