## Porównanie separacji i koalescencji w układach zabezpieczających kolumnę absorpcyjną

# Oczyszczanie gazu ziemnego

*mgr inż. Cezary Pokrzywniak*
*pod kierunkiem dr. hab. inż. Stanisława Nagy, prof. AGH*

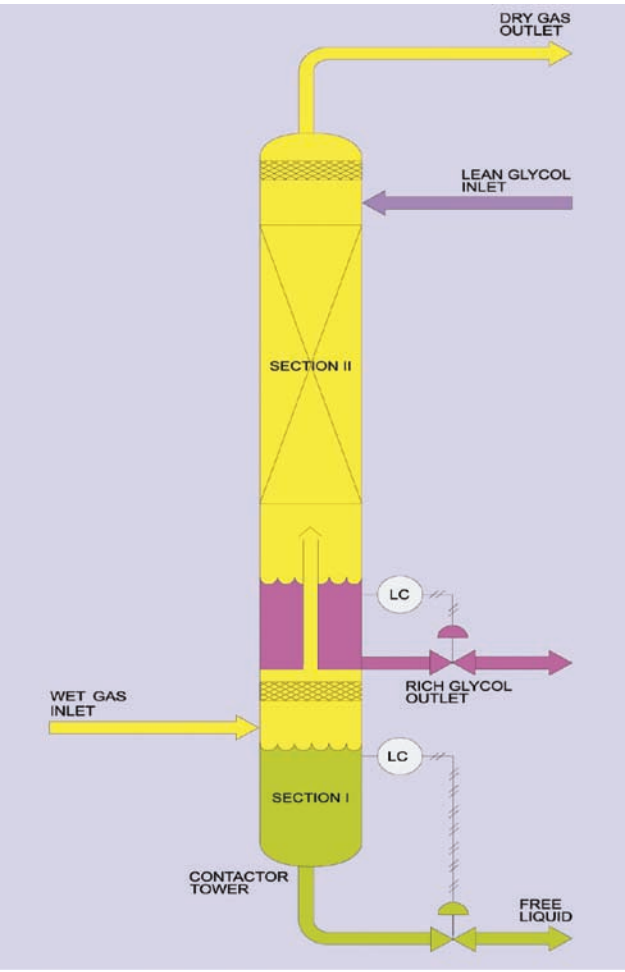
**W celu zapewnienia prawidłowego przebiegu procesu osuszania glikolowego czy aminowego usuwania $CO_2$ i $H_2S$ w kolumnie absorpcyjnej na strumieniu wlotowym gazu stosowane są separatory, służące do oddzielenia fazy ciekłej. Separatory mają również za zadanie usuwanie ciekłych węglowodorów ze strumienia gazu czy wszelkiego rodzaju inhibitorów. Ciecz w gazie występuje zwykle w postaci aerozolu o wielkości kropel od 0,1 do 50μm.**

Obecnie na świecie wykorzystuje się wiele technologii zabezpieczenia kolumny absorpcyjnej w instalacjach przemyslowych. Najczęściej stosowane to:

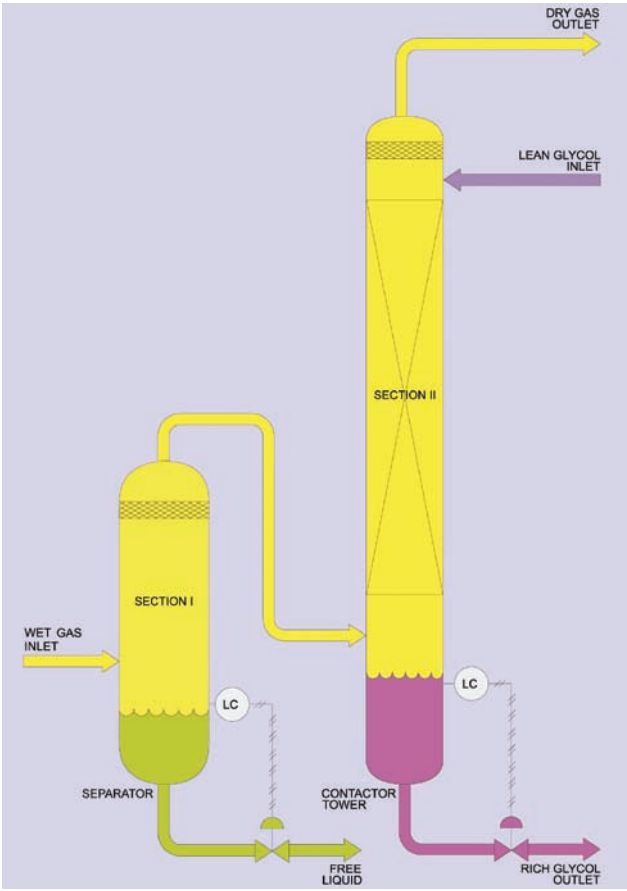
- separator zabudowany w dolnej części kolumny (rysunek 1.),
- niezależny separator zabudowany przed kolumną (rysunek 2.),
- niezależny separator wyposażony w elementy koalescencyjne zabudowany przed kolumną (rysunek 3.).

Każdy z powyższych układów technologicznych ma wady i zalety zależne od szeregu czynników, począwszy od miejsca zabudowy instalacji w całym układzie tech-

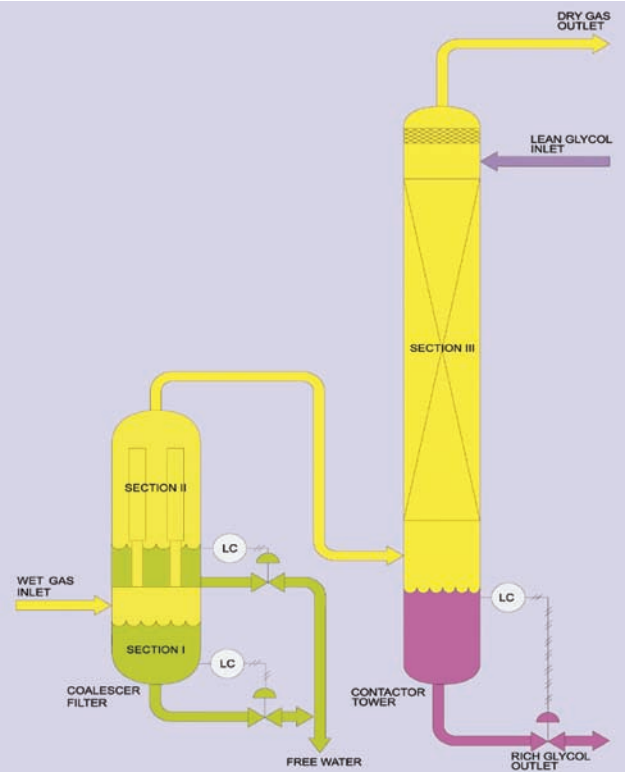
**Rysunek 1. Contactor Tower**




**Rysunek 2. Contactor Tower & Separator**



**Rysunek 3. Contactor Tower & Coalescer Filter**




nologicznym a skończywszy na zawartości cieczy i wielkości kropel w strumieniu gazu.

## Separator zabudowany w dolnej części kolumny absorpcyjnej

Bardzo często w instalacjach wykorzystywany jest układ z demisterem w dolnej części kolumny absorpcyjnej (rysunek 1.). Zwykle jest to demister siatkowy typu knitted mesh. Popularność tego rozwiązania wynika z jego prostej konstrukcji, niskich kosztów wykonania oraz małej powierzchni zabudowy. Ma on jednak dużą wadę w postaci niskiej efektywności. Średnica części separacyjnej (sekcja I) jest zwykle uzależniona od średnicy części absorpcyjnej (sekcja II) kolumny. Parametry doboru obu sekcji są różne i przeważnie prędkość przepływu gazu w części separacyjnej przekracza dopuszczalną wartość dla separacji, co w znaczny sposób wpływa na obniżenie sprawności pracy samego demistera, zwykle do 90% dla kropel o średnicy 8-10 μm.

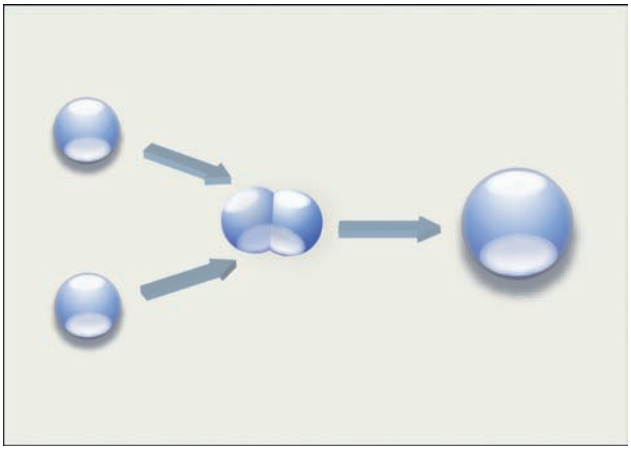
## Separator zabudowany przed kolumną absorpcyjną

Drugi układ jest modyfikacją poprzedniego rozwiązania polegającą na wstawieniu niezależnego separatora przed kolumną (rysunek 2.). Zwykle są to separatory pionowe rzadziej poziome. Wyposażone w demister siatkowy (knitted mesh), demister lamelowy (vane--pack), cyklony czy multicyklony. W nowych instalacjach praktycznie nie stosuje się już separatorów grawitacyjnych z uwagi na ich niską sprawność i duże rozmiary. Usuwanie cieczy z gazu w układzie z niezależnym separatorem zachodzi w dwóch fazach: podczas separacji (sekcja I) w separatorze oraz podczas absorpcji (sekcja II) w kolumnie absorpcyjnej. Układ z niezależnym separatorem charakteryzuje się wyższą efektywnością w porównaniu z separatorem zabudowanym wewnątrz kolumny absorpcyjnej. Przy prawidłowo dobranym i zaprojektowanym separatorze wyposażonym w typowy demister siatkowy (0,011") jego sprawność powinna wynosić 90% dla kropli o średnicy powyżej 5μm. Dodatkowym atutem tego rozwiązania jest niższa kolumna oraz wyeliminowanie z jej wnętrza płyty przelewowej z kominkiem, niezbędnej do gromadzenia bogatego w wodę glikolu w czasie procesu osuszania.

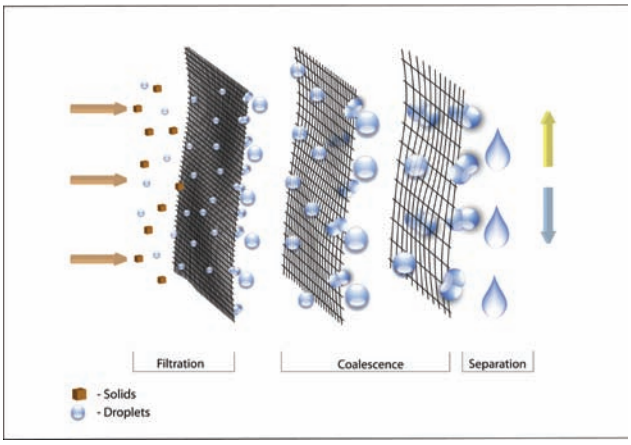
## Separator wyposażony w elementy koalescencyjne zabudowany przed kolumną absorpcyjną

Najczęściej obecnie stosowanym układem zabezpieczającym poprawną pracę kolumny absorpcyjnej jest zastosowanie przed nią niezależnego separatora, wyposażonego w elementy koalescencyjne w postaci świec (rysunek 3.). Ciekły aereozol zawarty w strumieniu gazu przepływającym przez porowatą strukturę elementu filtracyjnego ulega koalescencji – małe cząstki aerozolu łączą się w większe, tworząc duże krople (rysunek 4.), które pod wpływem sił grawitacji opadają w dół (rysunek 5.). Usuwanie cieczy w tym układzie podzielone jest na trzy fazy. W dolnej części filtra zachodzi separacja grawitacyjna (sekcja I), następnie w jego górnej czę-

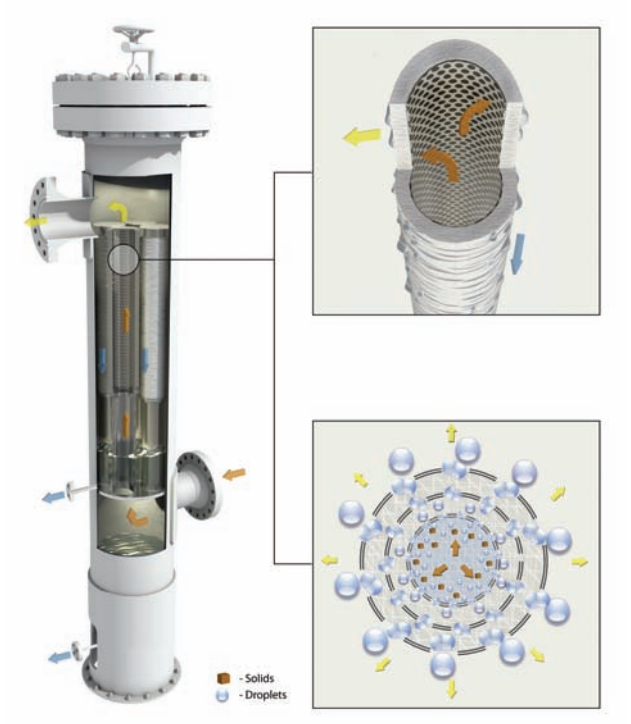
**Rysunek 4. Coalescence**



**Rysunek 5. Coalescence of the Dispersed Phase**




**Rysunek 6. Coalescer Filter**



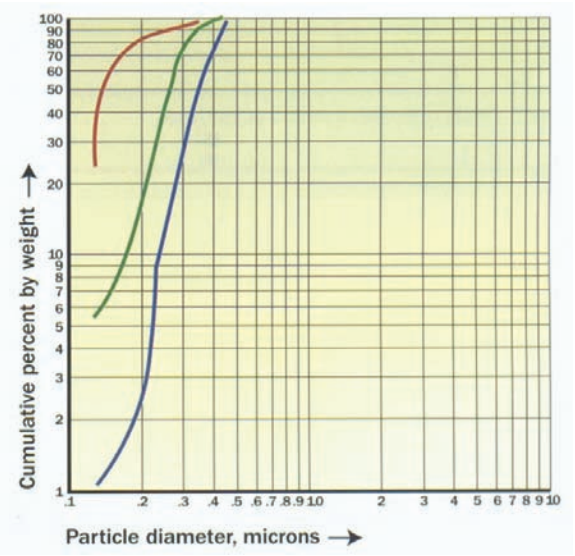

ści zachodzi koalescencja (sekcja II) a w kolumnie absorpcyjnej (sekcja III) zachodzi proces absorpcji. Separator z elementami koalescencyjnymi np. firmy Pall (rysunek 6.) charakteryzuje się sprawnością oddzielania ciekłego aerozolu z gazu na poziomie 99,9% dla wielkości kropli cieczy większych od 0,1μm, a przy kroplach większych od 0,3μm jego sprawność wynosi 99,98%. Układ ten oprócz ewidentnych zalet w postaci wysokowydajnej separacji aerozoli ciekłych i jednoczesnej fil-

Jednym z najczęściej popełnianych błędów przy doborze zabezpieczenia kolumny jest wykorzystanie separatora z elementami koalescencyjnymi z równoczesnym separatorem zabudowanym w dolnej części kolumny. Rozwiązanie takie nie ma podstaw do prawidłowego funkcjonowania (separator z elementami koalescencyjnymi powinien usunąć wszystkie krople cieczy z gazu o wielkości do 0,1 m, a zabudowany za nim separator co najwyżej mógłby oddzielić krople o wielkości od 5 m), dodatkowo instalacja taka wymaga kolejnego układu spustowego a sama kolumna jest wyższa od wymaganej – co nadmiernie i bezpodstawnie podnosi koszty instalacji.

**Zdjęcie 1. Kolumny Absorpcyjne, Turkmenistan**

**Zdjęcie 2. Kolumny Absorpcyjne, Kościan**

**Rysunek 7. Wielkość kropel areozolu dla 3 różnych kompresorów olejowych**




tracji gazu na poziomie 0,3 μm ma kilka wad: wkłady koalescencyjne wymagają okresowej wymiany, obudowa filtra musi być wyposażona we właz rewizyjny oraz podest obsługowy. Wymienione niedostatki równoważone są zazwyczaj mniejszą powierzchnią zabudowy (średnica filtra koalescencyjnego jest najczęściej wyraźnie mniejsza od średnicy separatora) i gaz opuszczający taki separator nie zawiera żadnych cząstek stałych.

Rozwiązanie takie jest często droższe od prostego separatora wyposażonego w zwykły demister, jednak wymienione zalety z naddatkiem równoważą poniesione koszty.

Przy dużych przepływach możliwe jest wykonanie kolumny absorpcyjnej z zabudowanymi w dolnej części elementami koalescencyjnymi, w której wymiana elementów odbywa się przez boczny właz rewizyjny (zdjęcie 1.).

## Podsumowanie

Wybór metody zabezpieczenia kolumny absorpcyjnej zależy od wielu czynników, które powinny być przeanalizowane bardzo szczegółowo przed podjęciem ostatecznej decyzji. Jeżeli np. na linii gazu mamy wcześniej zabudowany separator z elementami koalescencyjnymi nie ma potrzeby powtórnie montować go przed kolumną, natomiast jeżeli np. gaz przed instalacją absorpcyjną jest sprężany z użyciem kompresorów z uszczelnieniem olejowym mających na wylocie jedynie fabryczny separator oleju, wręcz niezbędne jest zabezpieczenie kolumny poprzez separator z elementami koalescencyjnymi (typowa wielkość kropel aerozolu olejowego dla kompresorów waha się między 0,2 a 0,6 μm – rysunek 7.). Mimo iż zastosowanie omawianego tu separatora bywa najdroższym rozwiązaniem z wyżej przedstawionych, jako jedyne pozwala na separację z gazu aerozolu o wielkości kropel poniżej 5μm. Drugim ważnym aspektem jest możliwość optymalnego zaprojektowania instalacji (np. regeneracji glikolu) na mniejsze przepływy z uwagi na separację większości cieczy już przed kolumną.

Należy pamiętać, że wybór, które z rozwiązań powinno być przyjęte do projektowania, zawsze powinien być kompromisem pomiędzy wymaganymi parametrami a ceną.

*Cezary Pokrzywniak, PBG SA*
*cezary.pokrzywniak@pbg-sa.pl*

*Literatura*

*[1] GPSA: Engineering data book. Vol. 1.*

*[2] Krzysztof Chyliński, Tomasz Kalinowski: Koalescencja – wysokosprawna technika separacji fazy ciekłej ze strumienia gazu, Nowoczesne Gazownictwo, 2 (X) 2005.*

*[3] API Spec 12J, Specification for oil and gas separators.*

*[4] Cezary Pokrzywniak: Separacja gaz/ciecz, Nowoczesne Technologie w Przemyśle, 4 (15) 2008,*

*Zdjęcia i rysunki: arch. PBG S.A.*

**Zdjęcie 3. Separator gazu z elementami koalescencyjnymi, Inchukalnsk, Łotwa.**