

Źródło: Power Electric

## Turbosprężarki

Turbosprężarki, czyli inaczej – sprężarki odśrodkowe, to specyficzny rodzaj sprężarki o budowie turbinowej. Są stosowane w chłodnictwie, w urządzeniach klimatyzacyjnych, górnictwie, hutnictwie. Generalnie wszędzie tam, gdzie istotniejszy jest wydatek powietrza, a nie jego wysokie ciśnienie.

**Tomasz Kurzacz**

Tego typu urządzenia charakteryzują się przepływem promieniowym sprężanego medium. Może to być zarówno powietrze, jak i inne gazy. Medium jest zasysane do środka obracającego się wirnika z umieszczonymi promieniowo łopatkami i jest odrzucane na zewnątrz wirnika pod działaniem siły odśrodkowej. Ruch gazu w kierunku promieniowym daje efekt w postaci wzrostu ciśnienia jak i generowaniu energii kinetycznej. Zasada jest więc taka, że w przypadku sprężarek odśrodkowych ciśnienie zwiększane jest nie przez zmniejszanie objętości gazu (jak to ma miejsce w przypadku sprężarek tłokowych lub śrubowych), a przez zwiększenie jego prędkości.

W dyfuzorze umieszczonym za wirnikiem energia kinetyczna zamieniana jest na ciśnienie. Na każdym stopniu sprężania osiąga się pewien wzrost ciśnienia generowanego przez sprężarkę, który w przypadku urządzeń przemysłowych jest zwykle mniejszy

niż 3. Wyższe wartości stosunku ciśnień ograniczają sprawność stopnia sprężania. Wielostopniowe instalacje sprężarkowe mają możliwość chłodzenia międzystopniowego, co ogranicza zużycie energii.

Turbosprężarki stosowane są do osiągania bardzo dużych przepływów. Znajdują szerokie zastosowanie w różnych dziedzinach techniki, gdzie zachodzi potrzeba sprężania dużych objętości powietrza, np.: w lotnictwie (do pracy silników tłokowych i odrzutowych), w górnictwie, w hutnictwie (jako dmuchawy niezbędne przy wytapianiu i stali).

Sprawność ogólna sprężarek odśrodkowych wynosi 50 do 70%, natomiast ich maksymalne wydajności dochodzą do ok. 600 tys. m<sup>3</sup>/h (170 m<sup>3</sup>/s).

### Budowa sprężarki odśrodkowej

Zwykle sprężarki odśrodkowe budowa są jako wielostopniowe dla osiągnięcia większego stopnia sprężania. Są to konstrukcje bazujące na jednym

wale. Wirniki osadzone na nim wytwarza się zwykle ze stali nierdzewnej lub aluminium. Cechują się bardzo wysoką precyzją wykonania z powodu pracy z wysokimi prędkościami obrotowymi od 15 tys. do 100 tys. obr./min. Dlatego stosuje się łożyska ślizgowe pracujące z filmem olejowym lub łożyska magnetyczne. Sprężarki wielostopniowe mają dwa wirniki zamontowane na każdym końcu tego samego wałka po to by wyrównać obciążenia osiowe spowodowane przez różnicę ciśnień. Zwykle stosuje się 2 lub 3 stopnie sprężania.

Ponieważ jako napęd stosuje się ultraszybkoobrotowe silniki elektryczne pozwala to na stworzenie całkowicie bezolejowej kompaktowej sprężarki bez przekładni i związanego z tym systemu smarowania.

Sprężarki odśrodkowe wyposażone są w odpowiednie uszczelnienia, aby zapobiec przedostawaniu się oleju do sprężanego gazu oraz utracie środka smarnego. Najczęściej spotykane typy uszczelnień to: uszczelnienia labiryntowe, uszczelnienia pierścieniowe, uszczelnienia mechaniczne i uszczelnienia hydrostatyczne.

### Zalety sprężarek odśrodkowych

Sprężarki odśrodkowe są urządzeniami bezolejowymi. Obieg oleju jest niezależny od obiegu gazu, a sam układ olejowy jest odpowiednio uszczelniony. Zatem nie ma potrzeby oczyszczania powietrza za sprężarką.

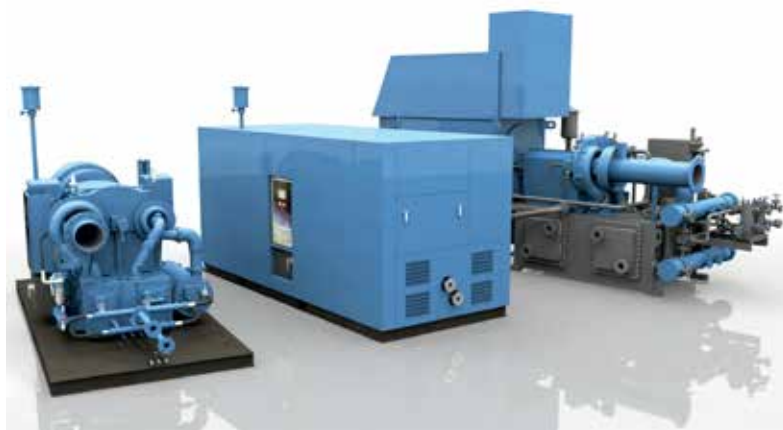
Dzięki stosunkowo niewielkiej liczbie elementów i charakterystyce pracy (wyłącznie ruch obrotowy niewielkiej liczby elementów) mają one długie przebiegi międzyserwisowe. Dzięki równomiernemu przepływowi medium (bez pulsacji) należą do urządzeń stosunkowo cichych, gdyż są pozbawione drgań. Wpływa na to również brak przekładni w konstrukcjach osiowych oraz możliwość zastosowania łożysk magnetycznych.

Urządzenia odśrodkowe charakteryzują się niewielkimi rozmiarami, dzięki czemu zajmują niewiele miejsca w sprężarkowni.

### Oferta

W Polsce sprężarki odśrodkowe oferuje kilkunastu dostawców. Są to zarówno urządzenia mniejsze, jak i wysokowydajne turbosprężarki o wysokich prędkościach obrotowych.

Firma Pneumatik proponuje urządzenia firmy BOGE. Obecna konstrukcja sprężarek wyposażonych w technologię HIGH SPEED TURBO to zupełnie nowa seria urządzeń, a nie unowocześnienie poprzednich modeli. Dzięki radykalnej redukcji elementów konstrukcyjnych (sprężarki zmniejszone zostały o połowę wielkości i jedną trzecią wagi) i odpowiedniej konstrukcji, gwarantującej pracę o bardzo niskiej zużywalności części, osiągnięto znaczącą poprawę efektywności turbosprężarek. Do zalet tych urządzeń należy przemyślana koncepcja napędu, bardzo wysoka gęstość energii, brak oleju lub smaru, wyjąt-



Źródło: FS-Elliott

kowo mała powierzchnia posadowienia, minimalne koszty serwisowania i eksploatacji, długa żywotność oraz wyraźnie zmniejszony poziom głośności.

Power Electric oferuje najwyższej jakości sprężarki ShaanGu do różnych zastosowań, głównie w przemyśle gazowniczym, chemicznym oraz petrochemicznym. Sprężarki mogą być napędzane zarówno silnikiem jak i turbiną parową EKOL. Sprężarki produkowane przez ShaanGu są na poziomie wyrobów najlepszych światowych koncernów, dla których są liczącą się konkurencją. Wiele lat doświadczeń, wysoki poziom inżynierii pozwoliły na stworzenia wyrobów pod względem jakości jak i sprawności często przewyższających innych znanych producentów.

15 lat doświadczeń, wdrażania technologii i innowacji zaowocowało powstaniem 8 typów sprężarek odśrodkowych z korpusem bębnowym. Do dziś wyprodukowano 250 sztuk takich specjalistycznych urządzeń. Największa z nich – EBS 75 – ma następujące parametry: sprężanie 250 bar, przepływ maksymalny 1200 m<sup>3</sup>/h, średnica impelera 750 mm. Ten typ sprężarki jest używany w przemyśle petrochemicznym dla dowolnego rodzaju gazów. Oprócz tego

Źródło: Atlas Copco





## Wybrane sprężarki odśrodkowe dostępne w Polsce

Nazwa/model	Seria HST	ZH 350+	ShaanGu	Seria SM	Quantima
Producent	<b>BOGE Kompressoren</b>	<b>Atlas Copco</b>	<b>Shaangu Power</b>	<b>Samsung TechWin</b>	<b>CompAir</b>
Oferent w Polsce	<b>Pneumatik</b>	<b>Atlas Copco Polska</b>	<b>Power Electric</b>	<b>VECTOR</b>	<b>Gardner Denver</b>
Strona <b>www</b> producenta lub dystrybutora	www.boge.com, www.pneumatik.pl	www.atlascopco.pl	www.powerelectric.com.pl	www.powietrze.com.pl	www.compair.com
Moc silnika [kW]	55-220	350	do 11 000	93-2400	150-300
Ciśnienie [bar]	6-8	6-9	do 250	od 6,5 do 10	3-8
Wydajność [m <sup>3</sup> /min]	7,97-36,57	2520-3960	do 20	12-350	27,8-89,5
Liczba stopni	3	3	do 8	b.d.	b.d.
Masa [tys. kg]	do 1,7	b.d.	do 75	do 18	23-38
Rodzaj medium	powietrze	powietrze	gaz	b.d.	b.d.
Dlaczego warto zwrócić uwagę na ten model?	wykonanie bezolejowe, silnik magnetyczny bez przekładni, łożyska powietrzne, tytanowy wirnik,	brak przekładni, brak oleju, minimalne tarcie	wysoka sprawność, bardzo wysokie parametry ciśnienia i przepływu	wirnik o przeciwbieżnej geometrii łopatek, wysoka precyzja przekładni zębatej, regulacja przepustowości	opatentowany projekt układu napędu oraz sprężania Quantimy – Q-drive ma tylko jedną ruchomą część która rotuje w polu magnetycznym z prędkością do 76 000 obr./min
Uwagi/dodatkové cechy	przemysłana koncepcja napędu, bardzo wysoka gęstość energii, bezolejowa praca, wyjątkowo mała powierzchnia posadowienia, minimalne koszty serwisowania i eksploatacji, długa żywotność, wyraźnie zmniejszony poziom głośności (cicha praca)	tytanowe wirniki, krótszy czas przebiegu między stacjami dociążenia i odciążenia umożliwia obniżenie kosztów energii i ciągłe poruszanie się po ścieżce minimalnego zużycia energii, bezproblemowa instalacja, krótki czas uruchomienia i odbioru, brak oprzyrządowania zewnętrznego	jednolity korpus bębnowy, zastosowanie w przemyśle chemicznym, petrochemicznym, hutnictwie (oczyszczanie i przesył gazu, skraplanie gazu, paliwa syntetyczne z węgla, odsiarczania, krakingu katalitycznego, odwodornienia propanu, produkcji metanolu, olefinów, chloru, amoniaku, mocznika, kwasu azotowego, sprężonego powietrza, azotu, gazu wielkopiecowego i koksowniczego)	konstrukcja rotora została zoptymalizowana poprzez analizę dynamiczną zaczerpniętą z przemysłu lotniczego przy założeniu minimalnych drgań, kąty pochyleń łopatek zostały zaprojektowane tak aby uzyskały optymalną sprawność działania w całym cyklu pracy	doskonała sprawność (brak przekładni oraz części stykających się), technologia zmiennobrotowa (minimalizuje pracę na luzie) – oszczędności energii do 25%, najniższy pobór mocy na biegu luzem, najmniejsze wymiary gabarytowe, najniższy poziom hałasu – tylko 69 dB(A)

Shaangu produkuje sprężarki odśrodkowe z poziomą linią podziałową korpusu, sprężarki izotermiczne oraz sprężarki osiowe bazując na własnych rozwiązaniach a także na doświadczeniach z wcześniejszej współpracy z firmą Sulzer i Man turbo.

Sprężarka ma jednolity korpus bębnowy, dzięki czemu unika się poziomej płaszczyzny podziałowej korpusu, a tym samym mają one zastosowanie do najwyższych ciśnień. Sprężarka jest ośmiostopniowa, ma króćce do podłączenia chłodnic międzystopniowych, lub służących jako odbiór gazu przy ciśnieniu pośrednim.

Do obliczeń aerodynamicznych takiej sprężarki wykorzystywane jest najbardziej zaawansowane oprogramowanie, które pozwala przeprowadzić symulację, analizę i optymalizację w 3D przepływu na impe-



Źródło: Penumatik

lerze. Pełna uwaga również zwrócona jest na wpływ stopnia kompresji na dokładność obliczeń. Powstałe w ten sposób rozwiązania są optymalizowane i porównywane aby dokonać najlepszego wyboru.

Serwis techniczny sprężarek Shaangu w Europie realizuje czeski producent turbin parowych firma Ekol, będąca od 2015 roku własnością firmy Shaangu.

Sprężarki Shaangu znajdują zastosowanie do gromadzenia, oczyszczania i przesył gazu, skraplanie gazu, paliwa syntetyczne z węgla, odsiarczania, krakingu katalitycznego, odwodornienia propanu, produkcji metanolu, olefinów, chloru, amoniaku, mocznika, kwasu azotowego, sprężonego powietrza, azotu, gazu wielkopiecowego i koksowniczego. Są to następujące branże: nafta i gaz, rafinacja, chemia i petrochemia, produkcja nawozów i hutnictwo.

SULLAIR seria T i F	POLARIS	POLARIS+	CENTAC (niskie ciśnienie)	CENTAC (średnie ciśnienie)	CENTAC (wysokie ciśnienie)
SULLAIR	FS-Elliott by ALMIG	FS-Elliott by ALMIG	Ingersoll Rand	Ingersoll Rand	Ingersoll Rand
TOMPRESS	ALMIG	ALMIG	Ingersoll Rand	Ingersoll Rand	Ingersoll Rand
www.tompress.pl	www.almig.pl	www.almig.pl	www.myir.com	www.myir.com	www.myir.com
b.d.	183–3400	186–1864	30–800	170–4500	650–3400
1–50	3,1–23,1	do 10,3	1–2	3–13	11–42
15–3341	25–695	25–326	25–280	25–280	50–425
b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
b.d.	b.d.	4,55–13	b.d.	b.d.	b.d.
b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
podzespoły sprężarek, odpowiedzialne za najbardziej wydajną pracę urządzeń, są każdorazowo indywidualnie projektowane i produkowane na podstawie szczegółowych danych o warunkach pracy w miejscu przeznaczenia, podczas projektowania urządzeń pod uwagę brane są wszystkie istotne czynniki środowiskowe, również w zakresie warunków ekstremalnych	100% bezolejowe sprężone powietrze, bardzo duży zakres wydajności, bardzo niskie koszty wytwarzania sprężonego powietrza, przyjazne w obsłudze systemy sterowania pracą		hydrodynamiczne łożyska bezstykowe zapewniają 2–3-krotnie dłuższy okres użytkowania niż tradycyjne łożyska, w pełni pływające bezstykowe węglowe pierścienie uszczelniające minimalizują wycieki powietrza i zapobiegają migracji oleju do strumienia sprężonego powietrza. Jednocześnie konstrukcja uszczelki zapewnia znacznie wyższą wydajność niż inne technologie, oszczędzając cenne sprężone powietrze		
najwyższa jakość i technologia turbo kompresorów sullair to rezultat wieloletnich, permanentnych badań, a także analizy danych zebranych podczas eksploatacji pracujących ponad 9000 sztuk tych urządzeń na całym świecie	konstrukcja wirników i dyfuzorów poszczególnych stopni jest gwarancją wysokiej sprawności i stabilnej wydajności, dzięki odpowiedniej konstrukcji chłodnic zachowana zostaje niska temperatura sprężonego powietrza, turbosprężarki wyposażone są w system regulacji wydajnością IGV zapewniający płynną regulację wydajności w zakresie 70–100%, dodatkowym atutem sprzętu jest redukcja obsługi do niezbędnego minimum		wbudowana logika stałego ciśnienia lub automatycznego sterowania typu auto-dual zapewnia niezawodność systemu poprzez precyzyjne zarządzanie ciśnieniem wylotowym i optymalizację zużycia energii we wszystkich trybach pracy, kontroler Xe-Series korzysta z najnowszych algorytmów sterowania, pomagając obniżyć zużycie energii, wbudowany punkt Energy Smart Set (ESS) dostosowuje ustawienia w celu zbilansowania i rozłożenia obciążeń między kilkoma sprężarkami w jednym systemie, redukując wydmuchy powietrza i oszczędzając energię		

Firma Atlas Copco oferuje sprężarkę ZH 350+. Jak podaje producet, jest to pierwsza przemysłowa sprężarka odśrodkowa średniego ciśnienia o konstrukcji trójstopniowej wyposażona w silniki wysokoobrotowe i pozbawiona przekładni. Sprężarka ZH 350+ jest przeznaczona dla przemysłu farmaceutycznego, elektronicznego, lotniczego i motoryzacyjnego oraz dla wszystkich branż, w których wymagane jest dostarczenie wysokiej jakości sprężonego powietrza całkowicie wolnego od oleju. W porównaniu z tradycyjnymi turbosprężarkami zapewnia znaczące oszczędności energii.

Konstrukcja modelu ZH 350+, czyli wysokoobrotowej sprężarki odśrodkowej o mocy 350 kW i ciśnieniu 7–8 bar, jest owocem szeroko zakrojonych prac badawczo rozwojowych opartym na innowacyjnych rozwiązaniach grupy Atlas Copco. Model

ZH 350+ jest do 4% bardziej energooszczędny od najlepszych dotąd sprężarek bezolejowych grupy Atlas Copco. Wyjątkowo niski pobór energii nowej turbosprężarki wynika z zastosowania pięciu rozwiązań.

Po pierwsze, sprężarka trójstopniowa ZH 350+ wykorzystuje najlepsze dostępne obecnie technologie w celu zapewnienia wysokiej sprawności termodynamicznej i niskiego zużycia energii. Konstrukcja trójstopniowa jest powszechnie uznawana za najbardziej efektywną w klasie turbosprężarek o ciśnieniu 7–11 bar. Nowa konstrukcja turbosprężarek trójstopniowych pozwala obniżyć całkowity koszt eksploatacji o 3% w porównaniu do bezolejowych sprężarek śrubowych i aż o 18% w porównaniu do turbosprężarek dwustopniowych.

Po drugie, w sprężarce ZH 350+ całkowicie wyeliminowano przekładnię,

a w związku z tym także powodowane przez nią straty. W przypadku sprężarek o mocy rzędu 350 kW tego rodzaju straty mogą skutkować obniżeniem sprawności energetycznej nawet o 9%.

Po trzecie, w modelu ZH 350+ zastosowano wirniki tytanowe, które nie tylko są bardziej niezawodne, lecz także przyspieszają realizację cykli dociążania i odciążania. Większa prędkość robocza przekłada się na mniejsze straty mocy w okresach niskiego zapotrzebowania na sprężone powietrze.

Po czwarte, dzięki użyciu chłodnic o optymalnej wielkości zminimalizowano spadki ciśnienia, co ma znaczący wpływ na stabilność zmian stopnia sprężania. Istotne znaczenie ma także większa powierzchnia wymiany ciepła.

Po piątę, wydmuch jest realizowany na odcinku przed chłodnicą końcową, dzięki



czemu przy wzroście zapotrzebowania na powietrze straty sprężonego powietrza są minimalne.

Mniejsze straty powietrza, straty związane z zastosowaniem przekładni i niższe spadki ciśnienia oznaczają sprawność energetyczną wyższą o 4% w porównywalnych warunkach roboczych od sprawności najlepszych pod tym względem sprężarek oferowanych obecnie przez grupę Atlas Copco.

Ingersoll Rand oferuje sprężarki odśrodkowe pod marką Centac. Te urządzenia wyróżniają się prostotą budowy, niezawodnością i są projektowane tak, by spełniać specyficzne wymagania użytkowników, w tym: zapewnić większą wydajność, obniżyć koszt zakupu oraz zapewnić wzrost produkcji.

Wykorzystanie sprężarek Centac daje możliwość istotnych oszczędności w czasie eksploatacji systemu sprężonego powietrza, dzięki elementom takim jak: wysoka sprawność energetyczna sprężarki oraz jej wyposażenia gwarantujące najmniejsze zużycie energii, oferowane programy monitorowania produkcji i wykorzystania sprężonego powietrza umożliwiają określenie przyczyn strat powietrza, energii, programy rozszerzonych gwarancji Air-Care i Ultra-Care pozwalają na uniknięcie nieplanowanych kosztownych remontów i zastąpienie ich regularnym serwisem, oferowane układy sterowania i monitorowania pracy kompresorów zwiększają energetyczną sprawność systemu sprężania powietrza i szybszy zwrot nakładów na inwestycje.

Oferowane urządzenia występują w trzech podstawowych klasach (mocach): dla niskiego ciśnienia (30–110 kW), standardowego ciśnienia (170–4500 kW)

Źródło: ALMIG



Źródło: CompAir

oraz wysokiego ciśnienia (650–3400 kW). Ciekawym rozwiązaniem jest zastosowanie hydrodynamicznych łożysk bezstykowych, dzięki którym mają prężnie nieograniczoną żywotność i maksymalizują efektywność, zapewniając 2–3-krotnie dłuższy okres użytkowania niż tradycyjne łożyska. Z kolei w pełni pływające bezstykowe węglowe pierścienie uszczelniające minimalizują wycieki powietrza i zapobiegają migracji oleju do strumienia sprężonego powietrza. Jednocześnie konstrukcja uszczelki zapewnia znacznie wyższą wydajność niż inne technologie, oszczędzając cenne sprężone powietrze.

W ofercie firmy ALMIG znalazły się turbosprężarki bezolejowe FS-Elliott. Sprzęt ten znajduje zastosowanie w miejscach, gdzie wymaga się dużych ilości powietrza bezolejowego. Urządzenia dostępne są w klasie mocy 200–2000 kW i napięciach zasilania od 400 V, 500 V, 6 kV i 10kV. Przeznaczone są do zastosowania w różnych gałęziach przemysłu: chemicznym, motoryzacyjnym, rafineriach, hutach stali.

Konstrukcja wirników i dyfuzorów poszczególnych stopni jest gwarancją wysokiej sprawności i stabilnej wydajności. Dzięki odpowiedniej konstrukcji chłodnic zachowana zostaje niska temperatura sprężonego powietrza. Turbosprężarki wyposażone są w system regulacji wydajnością IGV zapewniający płynną regulację wydajności w zakresie 70–100%.

Firma VECTOR proponuje sprężarki odśrodkowe Samsung SM. Seria turbosprężarek SM to sprężarki odśrodkowe wielostopniowe, zabudowane w obudowie dźwiękochłonnej, kompletnie okablowane i wyposażone we wszystkie niezbędne podzespoły.

Konstrukcja turbosprężarek zapewnia niższe koszty zarówno procesu montażu jak i regularnej konserwacji urządzeń zaś wysoka wydajność sprężarek SM obniża koszty energii elektrycznej. Wirnik o wysokiej wydajności i szerokim zakresie regulacyjności pozwala na obniżenie kosztów energii elektrycznej (brak częstych zmian stanów

praca/odciążenie). Oszczędności energii sprzyja także usprawniona aerodynamika oraz zredukowane straty mechaniczne, więc przecieki powietrza zredukowane do minimum. Przepustnica łopatkowa dopasowuje przepustowość sprężarki do obciążenia układu zapewniając optymalne zużycie energii.

Układ czterech stopni uszczelnień zapewnia w 100% powietrze bezolejowe. Połączenie uszczelnień labiryntowych i węglowych zapewnia długą żywotność uszczelnienia.

Gardner Denver proponuje urządzenia Quantima. Zespół sprężania i silnika Q-drive sprężarek Quantima ma tylko jedną część ruchomą, a jego silnik obraca się w polu magnetycznym z prędkością do 76 tys. obr./min.

Odśrodkowa sprężarka Quantima CompAir (marka Gardner Denver) zapewnia szeroki zakres korzyści w porównaniu do tradycyjnej technologii. Quantima zapewnia znakomitą sprawność energetyczną, najwyższą niezawodność oraz najniższy wpływ na środowisko naturalne. Quantima zapewnia także najniższy poziom hałasu, tylko 69 dB(A) oraz gabaryty około 25% mniejsze od porównywalnych maszyn na rynku.

Doskonała sprawność urządzenia związana z jest brakiem zastosowania przekładni oraz części stykających się, natomiast technologia zmiennobrotowa minimalizuje pracę na wybiegu. Inne cechy sprężarek Quantima to łatwe do osiągnięcia wyjątkowe oszczędności energii, nawet do 25%, brak utraty wydajności, najniższy pobór mocy na biegu luzem, tylko 2,5% mocy maksymalnej (odpowiednio 7 kW dla sprężarki o mocy znamionowej 300 kW). Urządzenie ma bardzo niewielkie wymiary.

Na polskim rynku dostępne są także sprężarki firmy Sullair – oferuje je firma TOMPRESS. Jest to seria sprężarek o wydajnościach od 15 do 566 m<sup>3</sup>/min. Zaawansowane technologicznie turbiny tytano-



Źródło: Samsung TechWin

we zaprojektowane zostały pod kątem optymalnego przepływu powietrza i ciśnienia, przyczyniając się do oszczędności energii. Materiał ten zapewnia wytrzymałość oraz odporność na korozję i ścieranie.

Urządzenia zaprojektowano je z wieloma nieobudowanymi elementami, dzięki czemu wymagające minimalnej okresowej konserwacji wszystkie ruchome części są łatwo kontrolowane przez szybkie usunięcie poziomo dzielonej pokrywy przekładni.

Sprężarki te przeznaczone są do zastosowań, gdzie czystość powietrza jest niezbędna, w tym farmaceutyki, przemysłu spożywczego, elektroniki, motoryzacji i branży włókienniczej. W ramach certyfikacji ISO 8573-1 Klasa Zero, sprężarki Sullair są przeznaczone do pracy bez oleju, co minimalizuje ryzyko zanieczyszczenia powietrza lub gazu procesowego.

Na światowym rynku dostępne są także urządzenia innych firm, takich jak Hitachi, Dresser-Rand, Kobe Steel (Kobelco), Elliot oraz GE Oils @ Gas. Trafiają one głównie do przemysłu petrochemicznego. ■



Źródło: Ingersoll Rand