

RC12E – eine revolutionierende Verdichtertechnologie

Gerard Bastiaansen*, s'-Hertogenbosch

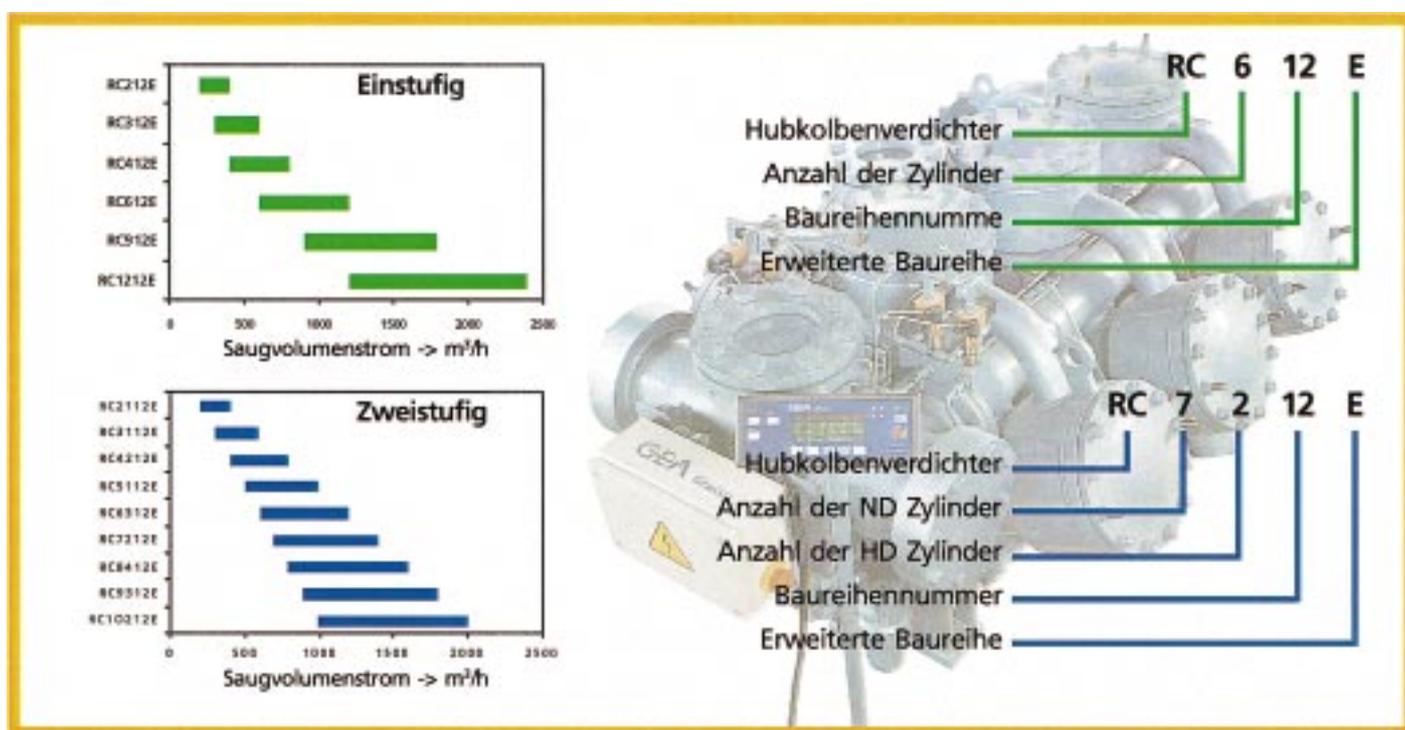


Bild 1 Grasso-RC12E-Verdichter-Baureihe

Besonderes Augenmerk wird heute auf die Konstruktion von energieeffizienten und kostengünstigen Kälteanlagen in Verbindung mit der Nutzung von umweltfreundlichen Kältemitteln gelegt. Von besonderer Bedeutung dabei ist die Konstruktion des Kälteverdichters. Grasso, als Hersteller von Kälteverdichtern, hat seine Produkte kontinuierlich weiterentwickelt, um diesen ständig wachsenden Anforderungen gerecht zu werden.

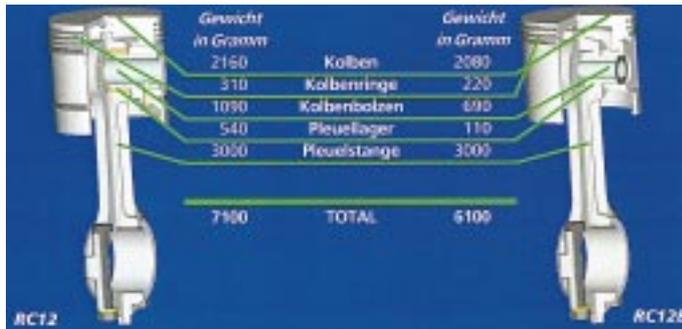
Im Januar 1998 begann Grasso mit der Produktion ihrer neuesten Hubkolbenverdichter-Entwicklung, der RC12E, um genau diese Anforderungen zu erfüllen. Schlüsselfragen wie Zuverlässigkeit, Preis, Energieverbrauch, Wartungskosten und Umweltfragen wurden bei der Konstruktion natürlich berücksichtigt. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über die Geschichte der Verdichter mit geschweißtem Stahlgehäuse von Grasso im allgemeinen und gewährt Einblick in die Entwicklung des RC12E-Verdichters im besonderen, die Hintergründe des Designs und die Vorteile dieser besonderen Technik.

Fünf Generationen von Verdichtern mit geschweißtem Stahlgehäuse

Grasso ist seit vielen Jahren unter den führenden Herstellern von Verdichtern für industrielle Kälteanwendungen etabliert. Die produzierten stahlgeschweißten Hubkolbenverdichter, die höchst zuverlässig auf der ganzen Welt im Einsatz sind, haben einen besonderen Platz auf dem Markt der Verdichterhersteller eingenommen. Durch den Mangel an Gußeisen nach dem Zweiten Weltkrieg begann Grasso mit der Produktion des stahlgeschweißten FA 110 Verdichters. Es dauerte nicht sehr lange,

* Gerard Bastiaansen, Produktmanager bei GEA Grasso Products B. V.

Bild 2 Gewichtsreduzierungen bei Kolben und Pleuel



Baugruppe Kolben/Pleuelstangen

Freie Massenkräfte und Gaskräfte sind die Hauptursache für die Schwingungen eines Hubkolbenverdichters. Bei Drehzahlerhöhung des Verdichters vergrößern sich die wirkenden freien Massenkräfte, während die Gaskräfte auf dem gleichen Niveau bleiben. Um dies zu verhindern, mußten die Gewichte des Kolbens und des Pleuels verringert werden. Im Bild 2 wird der mit 1000 Umdrehungen pro Minute

bis die Grasso Ingenieure die markanten Vorteile bei der Verwendung von Verdichtern mit geschweißtem Gehäuse entdeckten. Mit seinen externen Zylindern, der außenliegenden Saug- und Druckleitung und der natürlichen Wärmeabstrahlung von Stahl im Vergleich zu Gußeisen entstand ein Verdichter, der innerhalb sehr weiter Anwendungsgrenzen auch ohne Zusatzkühlung betrieben werden kann. Weder Öl- noch Wasserkühlsysteme sind notwendig, um den Verdichter innerhalb seiner Einsatzmengen laufen zu lassen.

Das Ergebnis ist eine deutliche Reduzierung der Installations- und Betriebskosten. Durch die bemerkenswerten Vorteile und den damit verbundenen Erfolg des stahlgeschweißten Verdichterkonzeptes fuhr Grasso mit der Produktion desselben fort. In den frühen sechziger Jahren wurde aus dem FA 110 der verbesserte KA 110, der wiederum durch den RC11-Verdichter in den siebziger Jahren abgelöst wurde. Die Produktion des RC12 begann Grasso im Jahre 1996. Im Januar 1998 führte Grasso die fünfte Generation von großen stahlgeschweißten Verdichtern in den Markt ein. Mit der Zylinderbohrung von 160 mm und einem Hub von 110 mm, gepaart mit dem gesammelten Ingenieurwesen von mehr als einem halben Jahrhundert, ist der RC12E Verdichter bereit, sich der Zukunft zu stellen.

Was ist der RC12E?

Der RC12E umfaßt eine Baureihe von qualitativ hochwertigen offenen Hubkolbenverdichtern großer Leistung, die für Ammoniak, R 22, R 134a, R 404A, R 507 und weitere neue Kältemittel entworfen wurde. Bild 1 zeigt die Grasso-RC12E-Baureihe, die aus 6 einstufigen Modellen (398 m³/h bis 2388 m³/h) und 9 zweistufigen Modellen (398 m³/h bis 1991 m³/h) besteht. Der RC12E läuft mit einer maximalen

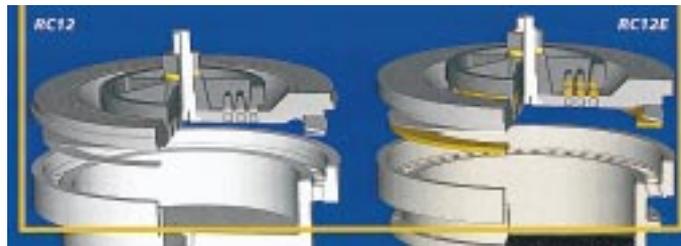


Bild 4 Ventile design

Drehzahl von 1500 min⁻¹ für Ammoniak-Anwendungen und bis zu 1200 min⁻¹ für H-FCKW/H-FKW-Anwendungen (R 22, R 507 etc.), wohingegen die RC12 noch eine maximale Drehzahl von 1000 min⁻¹ für alle Anwendungen hatte. Das bedeutet, daß mit der RC12E-Baureihe eine 50 % höhere Leistung pro Verdichter im Vergleich zur RC12 realisiert werden kann.

laufende RC12 mit dem 1500 Umdrehungen pro Minute laufenden RC12E verglichen. Es wurde eine totale Gewichtsreduzierung von 1000 g für das System Kolben/Pleuel erreicht. Schwingungsmessungen im praktischen Betrieb haben ergeben, daß durch die Massenreduzierung bei dem RC12E das absolute Schwingungsniveau des RC12 gehalten werden konnte.

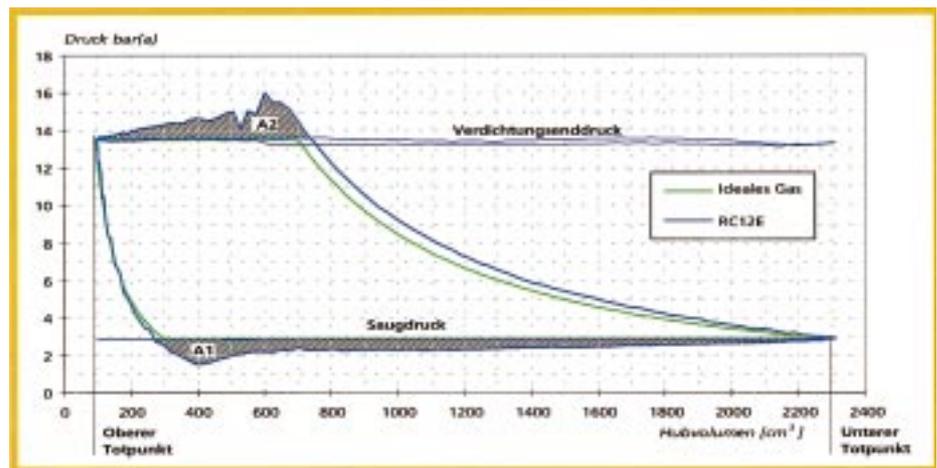


Bild 3 PV-Diagramm

Die Entwicklung der RC12E

Es war eine große Herausforderung, den RC12E nach der erfolgreichen Einführung der RC12 zu konstruieren. Die zwei Hauptpunkte waren einerseits die Verringerungen der Schwingungen des Verdichters und andererseits die Verbesserung des Wirkungsgrades – jeweils durch die Erhöhung der Drehzahl des Verdichters. Dies führte zu einem massenreduzierten Kolben und Pleuel sowie zu hocheffizienten Ventilen.

Ventile

Der Wirkungsgrad eines Hubkolbenverdichters hängt zu einem großen Teil von der Konstruktion der Ein- und Auslaßventile ab. Gasschwingsverluste in der Saugleitung, Überhitzung oder Schadraum sind sehr wichtig, aber das Ventildesign bringt den Unterschied zwischen einem

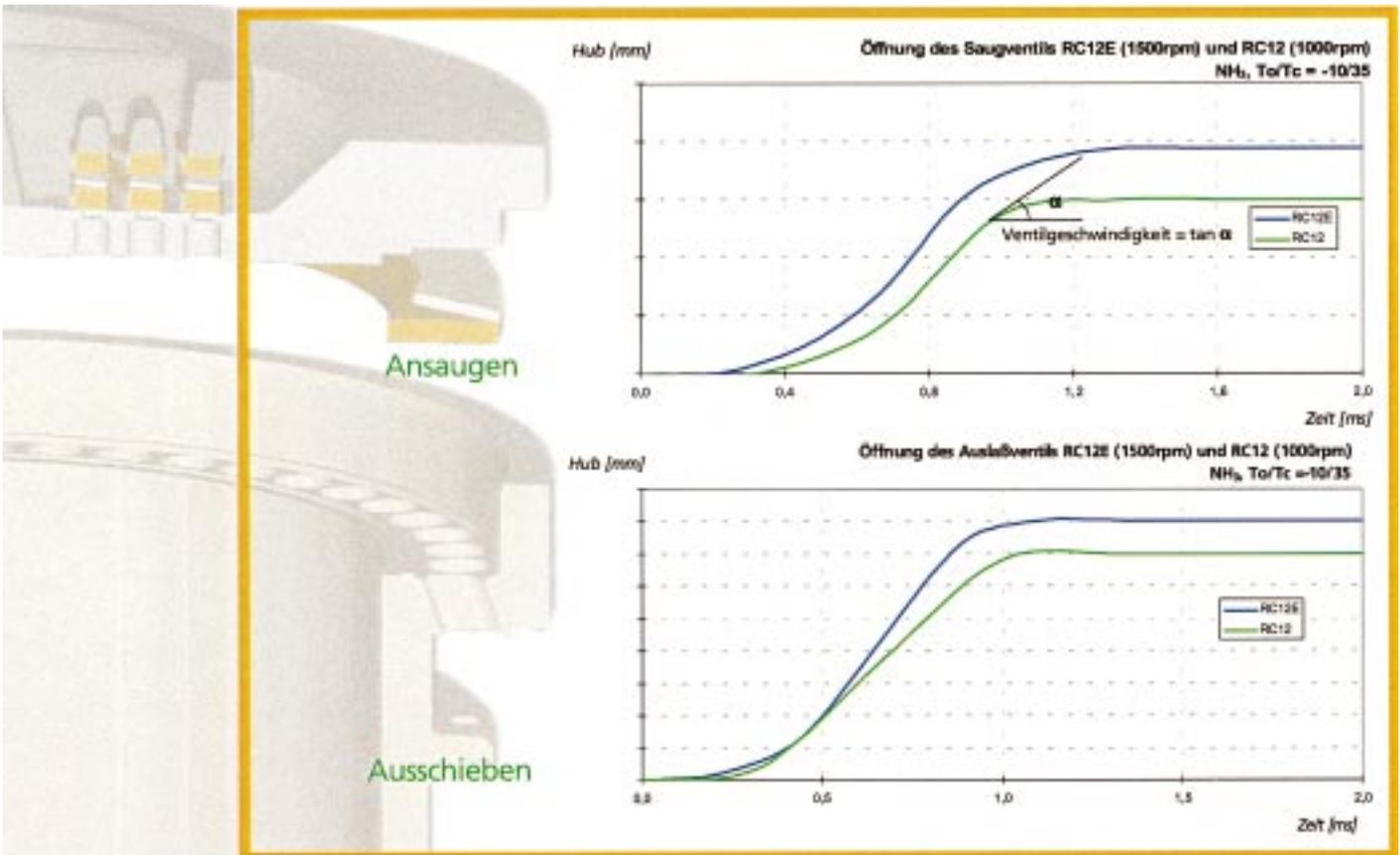


Bild 5 Ventilöffnung im Vergleich von RC12 und RC12E

hocheffektiven und einem weniger effektiven Verdichter voll zur Geltung. Das PV-Diagramm in Bild 3 zeigt die Ventilverluste. Der markierte Bereich A1 zeigt die Verluste durch das Saugventil und der markierte Bereich A2 zeigt die Verluste durch das druckseitige Ventil. Je kleiner die markierte Fläche, desto besser die

- Steigende Gasgeschwindigkeit führt zu höheren Druckverlusten und damit zu einem niedrigeren Wirkungsgrad.
- Steigende Ventilgeschwindigkeit bestimmt entscheidend die Lebensdauer der Ventile.

- PEEK hat eine exzellente mechanische Beständigkeit,
- PEEK erwies sich als der Schlüssel für ein wirkungsvolles und zuverlässiges Ventilkonzept mit einer sehr guten Lebenserwartung, die für industrielle Kälteverdichter notwendig ist.

Der Durchflußwiderstand wurde beim RC12E durch einen vergrößerten Querschnitt im Sauggaseinlaß und durch eine vergrößerte Hubhöhe der Saug- und Druckventile reduziert.

Bild 5 vergleicht die Öffnungsgeschwindigkeit der Ventile des RC12 und des RC12E. Die höheren Geschwindigkeiten erfordern den Einsatz von neuen Materialien im Ventil. Nach einer sorgfältigen Analyse aller Einflußfaktoren wurde dann für die RC12E ein glasfiberverstärkter Kunststoff (PEEK) ausgewählt:

- PEEK hat eine ausgezeichnete chemische Beständigkeit,
- PEEK hat ein geringes Gewicht,

Bewährte Zuverlässigkeit

Der letzte Test der Zuverlässigkeit läßt sich aber nur in einem Feldversuch praktisch nachweisen. Zuverlässigkeit wird immer einer der wichtigsten Kriterien für die Beurteilung eines industriellen Verdichters sein. Labortests sind dabei natürlich sehr nützlich, aber geben nur ungenügende Auskunft über die Leistungsfähigkeit über einen langen Zeitraum. Deshalb entschied Grasso vor der Markteinführung, eine ganze Anzahl an Feldtests auszuführen. RC12E-Maschinen wurden in Kühl- und Gefrieranlagen eingebaut, um die praktischen Eigenschaften im realen Einsatz kennenzulernen. Ende 1997, nach einer 2jährigen Testphase, wurde dann endlich grünes Licht für die Produktion dieses wirklich modernen und innovativen Verdichters gegeben, der bei Grasso „the revolution“ genannt wird. □



RC12E, eine revolutionierende Verdichtertechnologie

Ventilkonstruktion. Um ein ideales Ventil mit der besten Effizienz zu bekommen, müßten die Flächen A1 und A2 gegen Null gehen. Dafür brauchte man theoretisch ein Ventil ohne Masse und ohne Druckverluste. Die Erhöhung der Verdichter-Drehzahl hat folgende zwei Effekte: