

Migaj, V.K.:

Der Diffusor mit Querberippung

Deutsche Vollübersetzung aus:
Énergomašinstroenie. Moskva, 6 (1960), Nr 4, S. 31

Russisch: Диффузор с поперечными ребрами
Diffuzor s poperečnymi rebrami

Die Frage der Entwicklung eines Hochleistungsdiffusors mit großen Öffnungswinkeln ist von aktueller Bedeutung, weil dadurch eine Verringerung der Baulänge und des Metallverbrauchs erreicht wird. Die Idee zu dieser qualitativ neuen Methode der Erhöhung des Wirkungsgrades solcher Diffusoren entstand bei der Untersuchung der Austauscheffekte im geraden Kanal mit enger Querberippung. Die Beobachtungen zeigten bei der Flüssigkeitsbewegung durch diesen Kanal in den Hohlräumen zwischen den Rippen eine stark ausgeprägte Wirbelbildung, wobei die Art und der Charakter des Wirbelsystems eindeutig durch die Reynoldszahl und das Verhältnis zwischen Rippenhöhe a und dem Abstand b zwischen ihnen definiert werden. So beobachtete man z. B. bei $1,3 < \frac{a}{b} < 3,4$ und großen Re -Zahlen zwei Wirbel mit entgegengesetztem Drehsinn und gemeinsamer Achse, die in der Ebene parallel zur Rippenebene ausgerichtet war.

Die Untersuchungen zeigten, daß zwischen dem erwähnten Wirbelsystem und der Kernströmung ein intensiver Wirbelaustausch stattfindet. Die Flüssigkeitsteilchen aus der Kernströmung werden intensiv vom Hohlraum zwischen den Rippen erfaßt und dann in den Strömung zurückgestoßen. Vom Vorhandensein eines intensiven Austauschs in solchen Anlagen zeugen die Daten zum Wärmeaustausch. Die Wärmeabgabe an die vollständige Rippenoberfläche ist höher, als sie es beim Umströmen eines glatten Kanals oder einer Platte wäre. Dabei erfolgt der hauptsächliche Wärmeentzug aus den Seitenflächen der Rippen und nicht aus der Stirnfläche. Die Intensität des Wärmeaustauschs wächst mit der Re -Zahl schneller als bei glatten Flächen. So wächst auch die Intensität des Wirbelaustauschs in Rippensystemen dieser Art mit der Re -Zahl schneller als bei glatten Flächen.

Auf Grund der angeführten Daten konnte man annehmen, daß im Falle des Anbringens von Querrippen an die Wände des Diffusors, in dem eine intensive Strömungsablösung stattfindet, das Zusammenwirken der erwähnten Wirbelsysteme mit der Kernströmung eine Umgestaltung des Geschwindigkeitsprofils entlang des gesamten Kanals hervorruft, und die Intensität der allgemeinen Ablösung wesentlich reduziert wird. Der Effekt muß sich entsprechend den geschilderten Umständen mit wachsender Re -Zahl steigern.

Auf diese Weise entstand die Idee von der Bekämpfung der Makroablösung auf dem Wege der Schaffung von Mikroablösungssystemen. Zur Bestätigung der erwähnten Vermutungen im Versuch wurden Vergleichsprüfungen von glatten und Rippendiffusoren mit entsprechend gleicher Geometrie durchgeführt. Die Abbildung stellt die experimentellen Daten zu einem Typ der Versuchsdiffusoren dar. Beide Diffusoren wurden in runder Ausführung gestaltet und hatten folgende Parameter: $D_1 = 30$ mm, $D_2 = 96$ mm, $l \approx 100$ mm, β (voller Öffnungswinkel) = 34° .

Die geometrischen Größen der Rippen: Höhe $a = 4$ mm, die Entfernung zwischen ihnen $b = 2$ mm, die Dicke $t = 1$ mm. Die Rippen wurden aus der Oberfläche des glatten Diffusors herausgedreht. Die experimentellen Daten werden durch die Koordinaten $\frac{h_{Rip}}{h_{gl}}$, Re -Zahl dargestellt,

wobei der Wirkungsgrad des Diffusors $h = \frac{p_2 - p_1}{\frac{\rho}{2}(w_1^2 - w_2^2)}$ die tatsächliche Druckzunahme im

Diffusor normiert auf den theoretischen Wert darstellt. Als charakteristische Größe für die Re -Zahl wurde der Durchmesser am Eingang angenommen, was aber für solche Anlagen im allgemeinen kein eindeutiger Parameter ist.

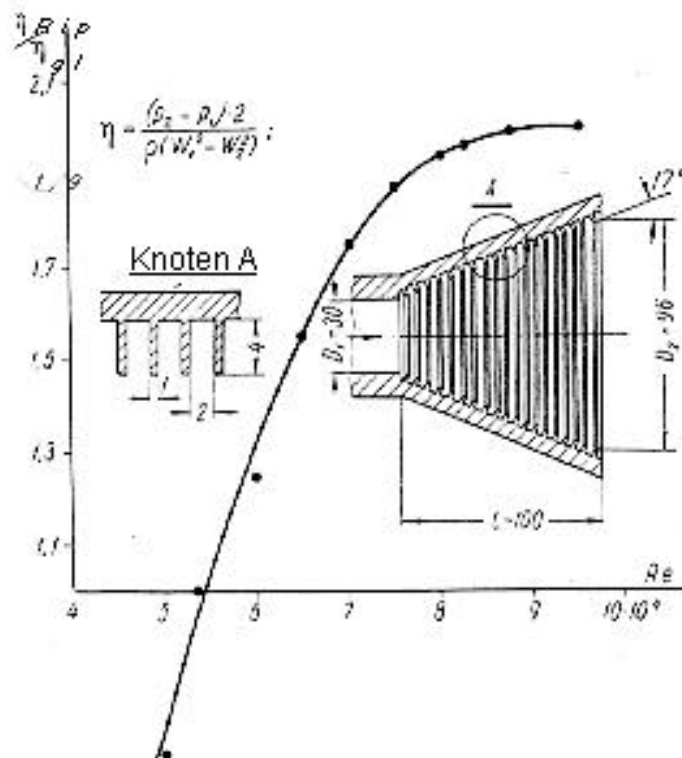


Abbildung. Experimentelle Werte von einem Typ der Versuchsdiffusoren

Wie man aus der Grafik ableiten kann, begünstigt das Anbringen einer Querberippung bei großen Re -Zahlen einen steilen Anstieg des Wirkungsgrades des Diffusors mit großen Öffnungswinkeln. Im Falle von ablösungsfreien Diffusoren wird ein negativer Effekt eintreten. Bei großen Re -Zahlen steigt der Wirkungsgrad des Versuchsdiffusors auf das Doppelte. Bei Verringerung der Re -Zahl, wenn diese kleiner wird als ein bestimmter konstanter Wert für die gegebene Geometrie Re_{rund} , wird der Effekt negativ.

Es wurde eine Untersuchung zum Einfluß der Anordnung der Rippen im Strömungsteil des Diffusors und der Rippenanzahl durchgeführt. Nacheinander wurden Diffusoren mit unterschiedlicher Rippenzahl geprüft, deren Rippen von der Ausmündung strömungsabwärts ausgerichtet waren. In der Tabelle werden die Werte $\frac{h_{Rip}}{h_{gl}}$ für eine jeweils unterschiedliche Rippenanzahl bei $Re = 9 \cdot 10^4$ aufgeführt.

Für den genannten Fall hatte der Diffusor folgende Parameter: $D_1 = 30$ mm, $D_2 = 96$ mm, $l \approx 100$ mm, $\beta = 34^\circ$, $a = 6$, $b = 2$, $t = 1$.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, besteht keine Notwendigkeit, die gesamte Fläche des Strömungsteils des Diffusors mit einem System aus Querrippen zu bedecken. Den selben Effekt erreicht man bereits bei $n = 8$. Der Fall $n = 32$ entspricht einem vollständig mit Rippen versehenen Diffusor.

Zahl der Rippen, n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	30
Verhältnis zwischen dem Wirkungsgrad des Rippendiffusors und dem des glatten, η_{Rip} / η_{gl}	1,49	1,58	1,7	1,78	1,8	1,82	1,83	1,84	1,84	1,84	1,84

Die neue Methode zur Erhöhung des Wirkungsgrades von Diffusorströmungen mit intensiver Ablösung der Strömung kann nicht nur bei Diffusoren praktische Anwendung finden, sondern immer dann, wenn an der Oberfläche eine Strömung mit großem positiven Druckgradienten stattfindet, begleitet von einer Ablösung der Strömung.

Gegenwärtig werden im Zentralen I.-I.-Polsunov-Forschungsinstitut für Kessel- und Turbinenbau (CKTI) die Forschungen hinsichtlich der Auswahl der rationellsten Berippung fortgesetzt und eine physikalische Analyse des Mechanismus dieses Prozesses durchgeführt.

Stuttgart, den 28. 02. 1995

Übersetzt von:

(Sören Ludwig)

Ottmar Pertschi
(Diplom-Übersetzer)