

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Verdichterlaufschaufel mit den Merkmalen des Oberbegriffs des unabhängigen Patentanspruchs.

Stand der Technik

[0002] Eine gattungsgemässe Verdichterlaufschaufel ist aus EP 0 991 866 B1 bekannt. Derartige Verdichterlaufschaufeln haben den Nachteil, dass sie durch Anregung hoher Frequenzen (Lyra-Mode) derart in Schwingungen versetzt werden, dass insbesondere die Profilspitzen einer erhöhten mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sind. Dies kann zu erheblichen Beschädigungen der Verdichterlaufschaufeln bis hin zu einem Bruch führen.

Darstellung der Erfindung

[0003] Es besteht daher die Aufgabe, eine gattungsgemässe Verdichterlaufschaufel derart weiterzubilden, dass das vorstehend beschriebene Schwingungsverhalten vermindert wird, so dass Beschädigungen infolge überhöhter mechanischer Beanspruchung ausgeschlossen sind. Die betreffenden Maßnahmen sollen konstruktiv möglichst einfach und in der Realisierung kostengünstig sein.

[0004] Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe gelöst durch eine Verdichterlaufschaufel mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs. Den Erfindungsgedanken vorteilhaft weiterbildende Merkmale sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, das Schaufelblatt an der Schaufelspitze in einem Bereich vor der Schaufelhinterkante mit einer Aussparung auszustatten. Das Schaufelblatt weist an der Schaufelspitze ausgehend von der Schaufelvorderkante zunächst einen unberührten Bereich auf, welcher durch einen stufenförmigen Absatz oder eine Rundung in eine bis zur Schaufelhinterkante reichende Aussparung übergeht.

[0006] Bei einer erfindungsgemässen Verdichterlaufschaufel werden vorteilhaft Beschädigungen an der austrittsseitigen Schaufelspitze durch den Lyra-Mode vermieden.

Kurze Beschreibung der Figuren

[0007] Weitere günstige Ausführungsformen und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen exemplarisch beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1-3 drei verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemässen Verdichterlauf-

schaufel.

[0008] Es werden nur die für die Erfindung wesentlichen Merkmale dargestellt.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0009] Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer erfindungsgemässen Verdichterlaufschaufel 1, die ein Schaufelblatt 2, eine Plattform 3 und einen Schaufelfuss 4 umfasst. Die Verdichterlaufschaufeln 1 sind über den Umfang eines (nicht dargestellten) Rotors angeordnet. Sie sind nicht durch ein Deckband verbunden. Das Schaufelblatt 2 der Verdichterschaufel 1 weist eine Schaufelspitze 2, eine Vorderkante 5, eine Hinterkante 6 sowie eine Druck- und eine Saugseite auf. Die Verdichterlaufschaufel 1 ist massiv ausgeführt und weist kein internes Kühlsystem auf. Erfindungsgemäss ist das Schaufelblatt 2 der Verdichterlaufschaufel 1 an der Schaufelspitze 7 mit einer Aussparung 8 ausgestattet. Diese Aussparung 8 erstreckt sich über einen austrittsseitigen Bereich der Schaufelspitze 7 bis zu der Hinterkante 6, wobei die unberührte Länge l_1 von der Vorderkante 5 der Verdichterlaufschaufel 1 bis zum Beginn der Aussparung 20% bis 60%, vorzugsweise 30% bis 50% und besonders bevorzugt zwischen 30% und 40% der axialen Sehnenlänge der Verdichterlaufschaufel 1 ausmacht. Der Übergang von dem unberührten Bereich der Schaufelspitze 7 zu der Aussparung 8 erfolgt durch einen stufenförmigen Absatz 9, wobei zur Vermeidung von Kerbwirkungen die Kanten des Absatzes 9 mit einem Radius R_1 von etwa 2mm bis 5mm ausgebildet sind. Die Schaufeloberfläche innerhalb der Aussparung 8 verläuft im wesentlichen parallel zu der ursprünglichen Kontur der Schaufelspitze 7, welche in den Figuren durch strichlierte Linien angedeutet ist. Die Tiefe h_1 der Aussparung 8 beträgt etwa 5% bis 10% der Höhe H der Hinterkante 6. Mit dieser erfindungsgemässen Verdichterlaufschaufel 1 werden vorteilhaft Beschädigungen an der austrittsseitigen Schaufelspitze 7 durch den Lyra-Mode bei hohen Frequenzen vermieden.

[0010] Die Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemässen Verdichterlaufschaufel 1, deren wesentliches Merkmal in einer als Abrundung 10 gestalteten Ausnehmung 8 der austrittsseitigen Schaufelspitze 7 besteht. Der Übergang von der Schaufelspitze 7 zur Hinterkante 6 ist in Form einer Abrundung 10 mit einem Radius R_2 ausgebildet, wobei R_2 der 0,5- bis 1,5-fachen Sehnenlänge der Schaufel 1 entspricht. Nach einer günstigen Variante geht die Schaufelspitze 7 in einem Radius R_2 , welcher der Sehnenlänge entspricht, in die Hinterkante 6 über. Der Bereich der unberührten Länge l_2 der Schaufelspitze 7 beträgt hierbei etwa 50% bis 80%, vorzugsweise 60% bis 70% der Sehnenlänge. Die Tiefe h_2 der Aussparung 8 an der Hinterkante wird regelmässig unter 30%, insbesondere unter 20%, vorzugsweise zwischen 10% und 20% der Länge der Hinterkante 6 liegen.

[0011] Nach einer weiteren alternativen Ausführungsform einer Verdichterlaufschaufel 1 gemäss Fig. 3 ist die austrittsseitige Schaufelspitze durch eine Schräge 11 gebildet, welche durch je eine Abrundung mit einem Radius R_3 einenennds in die Schaufelspitze 7 und andere- nends in die Hinterkante 6 übergeht. Die Abschrägung 11 nimmt einen Winkel α von 20° bis 60° , vorzugsweise von 30° bis 45° zur Hinterkante 6 ein. Auch bei dieser Ausführungsform beträgt die unberührte Länge l_3 der Schaufelspitze 7 etwa 50% bis 80%, vorzugsweise 60% bis 70% der axialen Sehnenlänge der Schaufel 1. Die Tiefe h_3 der Aussparung 8 an der Hinterkante 6 liegt unter 30%, vorzugsweise zwischen 10% und 20% der Höhe H der Hinterkante 6. Mit dieser erfindungsgemässen Verdichterlaufschaufel 1 werden ebenfalls vorteilhaft Beschädigungen an der austrittsseitigen Schaufelspitze durch den Lyra-Mode bei hohen Frequenzen vermieden.

Die Masseneinsparung, die sich durch die Aussparung 8 an der Verdichterlaufschaufel 1 ergibt, ist in den Ausführungsformen gemäss der Figuren 1 bis 3 annähernd gleich.

Bezugszeichenliste

[0012]

1	Verdichterlaufschaufel
2	Schaufelblatt
3	Plattform
4	Schaufelfuss
5	Vorderkante
6	Hinterkante
7	Schaufelspitze
8	Aussparung
9	Absatz
10	Abrundung
11	Abschrägung
R_1	Radius
R_2	Radius
R_3	Radius
l_1	unberührte Länge
l_2	unberührte Länge
l_3	unberührte Länge
H	Höhe der Hinterkante 6
h_1	Tiefe der Aussparung an Hinterkante 6
h_2	Tiefe der Aussparung an Hinterkante 6
h_3	Tiefe der Aussparung an Hinterkante 6

Patentansprüche

1. Verdichterlaufschaufel, umfassend einen Schaufelfuss (4), eine Plattform (3) und ein Schaufelblatt (2), welches Schaufelblatt (2) massiv ohne internes Kühlsystem ausgeführt ist und eine Schaufelspitze (7), eine Vorderkante (5), eine Hinterkante (6) sowie eine Druck- und eine Saugseite aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (2) an der Schaufelspitze (7) eine Aussparung (8) aufweist, die sich bis zur Hinterkante (6) erstreckt.

5 2. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaufelblatt (2) an der Schaufelspitze (7) einen stufenförmigen Absatz (9) aufweist.

10 3. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unberührte Länge (l_1) der Schaufelspitze (7) 20% bis 60% der axialen Sehnenlänge der Schaufel (1) beträgt.

15 4. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unberührte Länge (l_1) der Schaufelspitze (7) 30% bis 50%, insbesondere 30% bis 40% der axialen Sehnenlänge beträgt.

20 5. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der stufenförmige Absatz (9) eine Tiefe (h_1) von etwa 5% bis 10 % der Höhe (H) der Schaufelhinterkante (6) besitzt.

25 6. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelspitze (7) des Schaufelblatts (2) austrittsseitig eine Abrundung (10) zur Schaufelhinterkante (6) hin aufweist.

30 7. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abrundung (10) einen Radius (R_2) von der 0,5- bis 1,5-fachen Sehnenlänge besitzt.

35 8. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Radius R_2 der axialen Sehnenlänge der Schaufel (1) entspricht.

40 9. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unberührte Länge (l_2) der Schaufelspitze (7) 50% bis 80% der axialen Sehnenlänge beträgt.

45 10. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unberührte Länge (l_2) der Schaufelspitze (7) 60% bis 70% der axialen Sehnenlänge beträgt.

50 11. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe der Aussparung (8) 10% bis 30%, vorzugsweise 10% bis 20%, der Höhe (H) der Schaufelhinterkante (6) beträgt.

55 12. Verdichterlaufschaufel nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaufelspitze (7) des Schaufelblatts (2) austrittsseitig eine Abschrägung (11) zur Schaufelhinterkante (6) hin aufweist.

13. Verdichterlaufschaukel nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aussparung (8) aus einer in einem Winkel (α) zur Schaukelhinterkante (6) angeordneten Geraden besteht, die in je einer Rundung mit einem Radius (R_3) in die Schaukelspitze (7) bzw. in die Schaukelhinterkante (6) übergeht. 5
14. Verdichterlaufschaukel nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unberührte Länge (l_3) der Schaukelspitze (7) 50% bis 80% der axialen Sehnenlänge beträgt. 10
15. Verdichterlaufschaukel nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die unberührte Länge (l_3) der Schaukelspitze (7) 60% bis 70% der axialen Sehnenlänge beträgt. 15
16. Verdichterlaufschaukel nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tiefe der Aussparung (8) 10% bis 30%, vorzugsweise 10% bis 20%, der Höhe (H) der Schaukelhinterkante (6) beträgt. 20
17. Verdichterlaufschaukel nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschrägung (11) einen Winkel (α) von 20° bis 60° zur Hinterkante (6) der Verdichterlaufschaukel (1) einnimmt. 25
18. Verdichterschaukel nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abschrägung (11) einen Winkel (α) von 30° bis 45° einnimmt. 30
19. Verdichterlaufschaukel (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdichterlaufschaukel (1) kein Deckband aufweist. 35

40

45

50

55

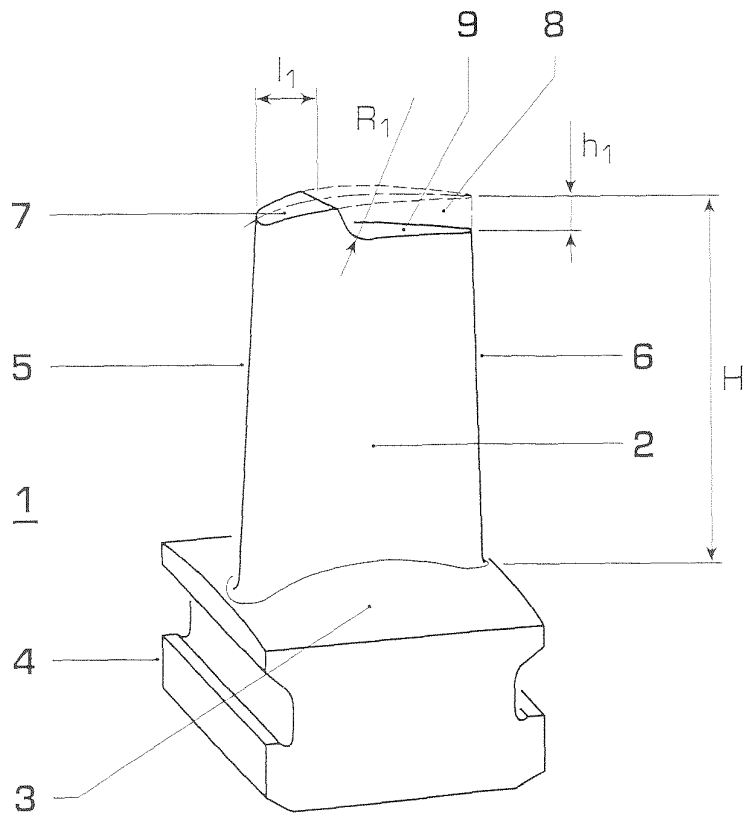


Fig. 1

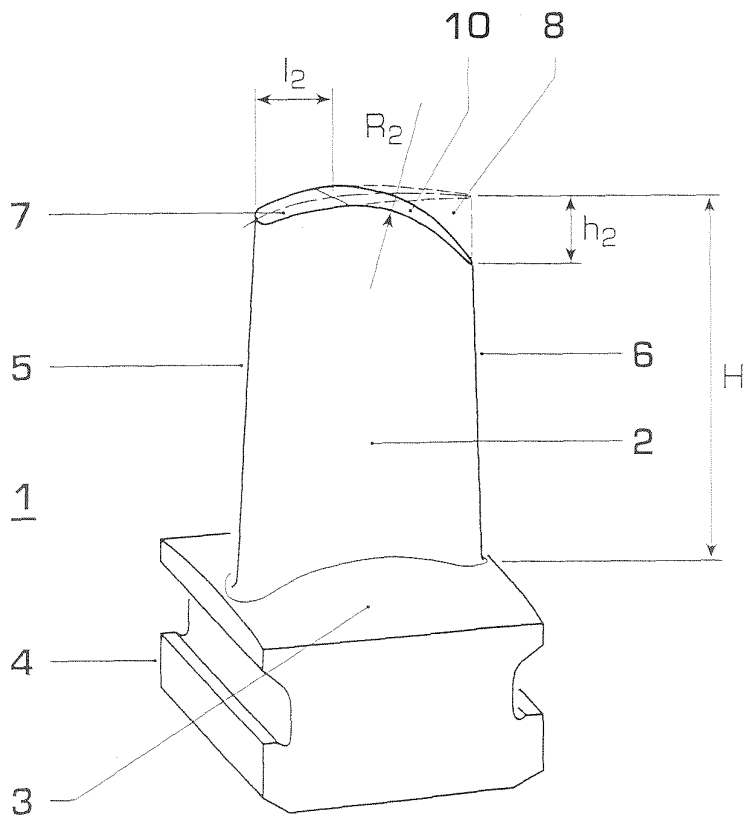


Fig. 2

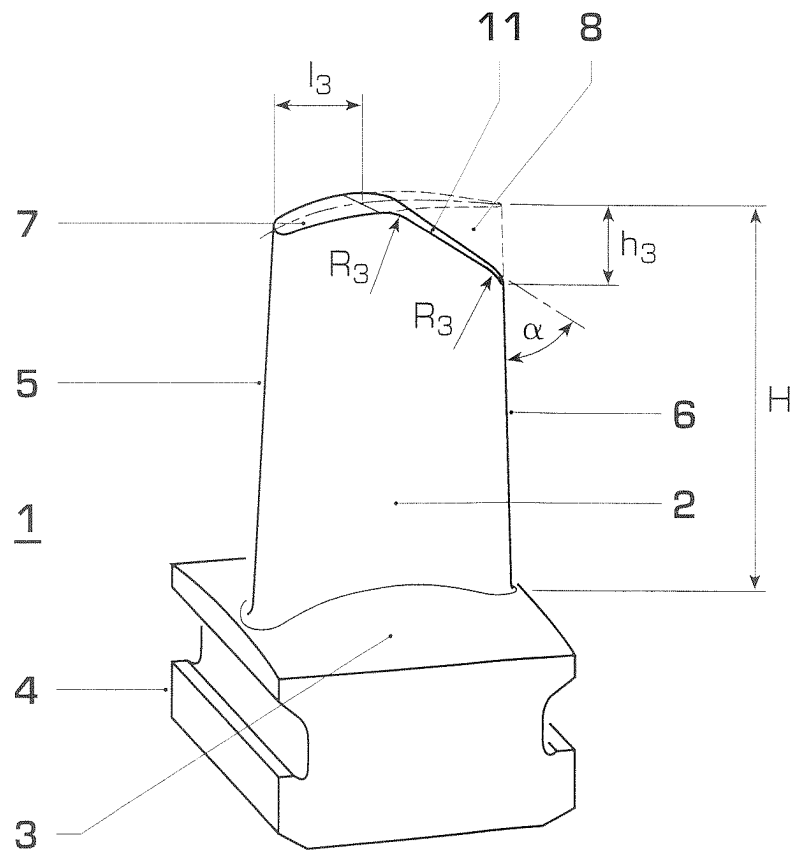


Fig. 3