บทคัดย่อ

T 149957

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอวิธีการออกแบบใบพัดเครื่องจักรเทอร์โบแบบย้อนกลับ สำหรับการไหลแบบสองมิติและสามมิติ ในการออกแบบครั้งนี้ ได้กำหนดให้ของไหลเป็นแบบไม่มีความหนืด และอัดตัวไม่ได้ และสมมติให้ใบพัดไม่มีความหนา ในการออกแบบเริ่มต้นจากการกำหนดใบพัดเริ่มต้นเพื่อใช้คำนวณหาความเร็วตลอดช่วงการคำนวณ ในการคำนวณนี้ความเร็วจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ความเร็วเฉลี่ยในแนวเส้นรอบวงและความเร็ว Periodic จากนั้นนำค่าการไหลที่ได้มาคำนวณหาพื้นผิวของใบพัดที่สัมผัสกับเวคเตอร์ความเร็วที่ใบพัด สมการการไหลจะอยู่ในรูปของ สมการเชิงอนุพันธ์ย่อย แบบ Elliptic แบบสองมิติ ซึ่งจะนำไปใช้ในการคำนวณหารูปร่างของใบพัด การหาคำตอบของสมการสามารถหาได้ด้วยวิธี Finite-Difference

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณ เพื่อพัฒนาเทคนิคการคำนวณการออกแบบใบพัดแบบย้อนกลับ 3 มิติ ให้มีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำ และสามารถนำไปใช้คำนวณในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผลจากการคำนวณ ในการออกแบบชุดใบพัดรอบวงแหวนที่หยุดนิ่งหรือหมุน ซึ่งรัศมีของใบพัดมีค่าคงที่ ทั้งแบบสองมิติและแบบสามมิติ ผลจากการคำนวณที่ได้สามารถแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงวิธีการออกแบบใบพัดให้เป็นแบบสามมิติ นอกจากนี้ยังพบว่าความรวดเร็วในการเข้าหาคำตอบขึ้นอยู่กับการกำหนดจำนวนใบพัด และอัตราส่วน Hub to Tip

เพื่อเป็นการยืนยันผลการออกแบบได้นำวิธีการออกแบบใบพัดนี้ไปใช้ในการออกแบบใบพัดของเครื่องอัดอากาศแบบไหลตามแนวแกน ไม่มีใบนำเข้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 780 มิลลิเมตร มีอัตราส่วน Hub to Tip 0.58 จำนวนใบโรเตอร์ 17 ใบ และนำข้อมูลรูปร่างใบพัดไปคำนวณการไหลระหว่างใบพัด จากการคำนวณพบว่า ทิศทางการไหลของของไหลที่ใกล้กับผิวของใบพัดขนานกับผิวของใบพัด ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขการออกแบบ และได้ทำการทดลองวัดความเร็วและทิศทางการไหลของอากาศด้วยท่อปิโต และวัดทิศทางการไหลด้วยเครื่องมือแบบก้ามปู โดยวัดค่าตั้งแต่ดุมใบจนถึงปลายใบ ณ. ตำแหน่งหน้าโรเตอร์ หลังโรเตอร์ หลังสเตเตอร์ และระยะห่างจากสเตเตอร์ 160 มิลลิเมตร เมื่อนำผลการทดลองเปรียบเทียบกับการคำนวณการไหล พบว่าความเร็วและทิศทางการไหลของอากาศที่หน้าโรเตอร์และหลังโรเตอร์มีความใกล้เคียงกันมาก และเมื่อลดอัตราการไหลความแตกต่างก็จะมีมากขึ้น สาเหตุที่เกิดความแตกต่างกันนี้อาจมีผลมาจากเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเงื่อนไขในการคำนวณแตกต่างจากเงื่อนไขในการทดลอง

จากการวิจัยครั้งนี้วิธีการออกแบบใบพัดแบบย้อนกลับ 3 มิติ สามารถช่วยลดความยุ่งยากในการออกแบบ ประหยัดเวลาและรูปร่างของใบพัดที่ได้ก็เหมาะสมกับสภาวะการไหลตามที่ต้องการ

TE 149957

This thesis presents a method of how to design an inverse turbomachinery blade for the two and three-dimensional flow. The proposed assumptions are that the working fluid is inviscid and incompressible, as well as the thickness of the blade is very thin when compared to its other dimensions so that it is negligible. Firstly, the analysis of the fluid's velocity is conducted with taking into account the presence of the blade. The velocity divided is into two parts; circumferential velocity and periodic velocity. Then, the blade's surface can be determined by employing the velocity vectors tangential to its surface. This blade's shape is showed in the two-dimensional elliptic-type partial differential equation. The finite difference method is utilized to solve the equation. However, due to the complexity of the blade's shape, the non-uniform physical grids are generated. Therefore, the "Body-Fitted" transformation is performed to achieve the grid uniformity.

The calculation results showed that in the case of constant blade's radius equipped with stationary or rotating ring the two-dimensional model doesn't provide satisfying result. The three-dimensional model, consequently, is needed for the design improvement. Furthermore, it has been found that the solutions' rate of convergence depends on number of the blades in the fan and the hub to tip ratio.

In order to verify the numerical results, an axial flow fan are made. The outer fan's diameter is 780 mm. The hub to tip ratio is 0.58. The number of the blades is 17. The experiment and computational flow code(Navier-Stokes) are conducted to verify the design condition. The velocity and flow direction measurement is done by using a Pitot tube, and also, the claw-type probes is used to indicate the velocity direction all over the blades, in front of the rotor, behind the rotor, behind the stator, and at a point away from the stator 160 mm. The experimental data reveal that the flow direction around the blades is found to agree with the design criterion. The air velocity and direction in front of the rotor and behind the rotor are very close to one another. Nonetheless, when reducing the flow rate across the fan, the difference is more noticeable. This cause of the error may be come from experimental instrument and the assumptions in the analysis.

From this research, inverse designing method for propeller can help reducing designing complexity, save time and make the propeller shape suitable with required flow status.