MENOUFIA JOURNAL OF AGRICULTURAL ENGINEERING

https://mjae.journals.ekb.eg/

Title of Thesis : RETRIEVING SOME OF THE ELECTRICAL ENERGY USED IN RUNNING POULTRY HOUSE VENT FANS IN LIGHTING

Name of Applicant : Ashwaq Ibrahim Mohamed Tabana

Scientific Degree : M.Sc.

Department : Agricultural and Biosystems Engineering

Field of study : Agricultural Engineering

Date of Conferment : Jul. 17 , 2024

Supervision Committee:

- Prof. Dr. M. Ali Mohamed: Prof. of Bio-systems Eng., Fac. of Agric., Menoufia Univ.
- Prof. Dr. E. A. El Saeidy : Prof. of Bio-systems Eng., Fac. of Agric., Menoufia Univ.

SUMMARY

Ventilation systems for poultry and livestock farming are methods of producing man-made wind (artificial wind). The wind produced from the exhaust air of these ventilation systems could be used to generate electrical energy using wind turbines.

In this research, a ventilation energy recovery system for poultry houses was investigated using a Horizontal Axis Wind Turbine (HAWT).

The performance of the ventilation system is very important as affected by any obstacle specially when placing the wind turbine in front of the extractor fan. Which could have a negative effect on the system.

For executing this research, a primary study was confirmed to examine the effect of obstacles on the ventilation system performance of the (extractor fan rotating speed, its consumption of electrical current, and the static pressure inside the poultry house). The extractor fan shutter blades have been used as obstacles to obtain different blockage percentages. The blockage percentages were zero (full open), 25%, 50%, 75% and 100 % (full closed).

Also, the mean air velocity profile for the extractor fan was determined to select where to locate the wind turbine in front of the extractor fan.

To harness the energy of the extractor fan exhausted air, the turbine is located in the most proper place in front of the extractor fan. For the propeller diameter for the extractor fan (1270mm) and the rotor diameter for HAWT (1130mm) nearly match each other, so HAWT is placed at the center line of the extractor fan. The turbine tested at distances 10, 20 and 30cm from the extractor fan. These experiments studied the effect of wind turbine placement on extractor fan rotation speed, its required current and the static pressure inside the experimental room.

From the preceding studies and experiments, the follows results were identified: -

1) The effect of the shutter blade blockage on the performance of the ventilation system through the tested range (from full open up to full closed): -
   a. Increased the fan required current by 9 %,
   b. Decreased the fan rotation speed by 2 %,
   c. The static pressure at zero blockage was 18 Pa dropped to 10 Pa at 25% blockage. And dropped to zero Pa at full blockage under the shutter blades fully closed. The static pressure at 25% blockage is at the recommended range (10-25 Pc) for poultry house ventilation.
2) The obtained average air velocity profile for the outlet of the extractor fan, at the rated fan speed of 430 rpm has a symmetric shape on both sides of the center line of the fan. With a maximum value of 9m/s at 500mm from the center line on both sides of the fan.

3) Locating the HAWT in front of the extractor fan for the three position 10, 20 and 30 cm did not have any effect on the fan required current, its rotation speed, and the static pressure inside the tested room. So, the HAWT did not cause any negative effect on the performance of the ventilation system.
4) The generated electric powers by HAWT at the position 10, 20 and 30 cm from the extractor fan were 27.3, 22.8 and 18.5 W at rotating speed of 739,708 and 673 rpm respectively.

5) The study focused on the electrical energy needed for lighting in the poultry houses at Al Wadi Poultry Farm. It studied the use of four turbines (HAWT) on four extractor fans per house, where the fans operate for 29,352 hours annually. The electrical energy generated by the four turbines was 795.2 kWh/year. The lighting energy required for one poultry house per year was calculated at 10,439 kWh/year. The four turbines covered the light energy needed for a single poultry house by 7.6%.

Future Studies and Recommendations:

From the previous studies by several researchers and our results, these studies show that this energy recovery system is promising and feasible from technical and environmental points of view. However, in order to apply this system to large commercial Poultry Farms, more studies should be taken in consideration in the following points: -

1. The performance of the wind turbine is affected by different parameters including its blades' angle of attack, shape, diameter, mass and number of blades. So, the future of producing wind turbines suitable to the ventilation fan airflow must pay great attention and exert more effort to overcome the problems and shortage in designing the blades according to these parameters.
2. A suitable configuration must be designed, such as a diffuser or wind tunnel, as possible to enclose the wind turbine and change the airflow from turbulent and non-uniform flow to laminar and uniform flow, without causing any negative effect on the ventilation system.
3. For new and highly technical poultry farms, poultry houses are equipped with tens of ventilation fans for each house, indicating more than one wind turbine could probably be suitable to be employed to recover the energy. So, the optimum turbine placement plan should be studied to maximize the efficiency of the energy recovery system.
4. The last point, without the less, turbines and needed devices of high grade and quality should be chosen and used (Battery, Inverter and so on).

عنوان الرسالة: استرجاع بعض الطاقة الكهربية المستهلكة في ادارة مراوح تهوية عنابر الدواجن واستخدامها في الاضاءة

اسم الباحث : اشواق ابراهيم محمد طبانه

الدرجة العلمية: الماجستير فى العلوم الزراعية (هندسة زراعية)

القسم العلمى : الهندسة الزراعية والنظم الحيوية

تاريخ موافقة مجلس الكلية : ٢٠٢٤/٧/١٧

لجنة الإشراف: أ.د. محمود على محمد أستاذ الهندسة الزراعية والنظم الحيوية، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

أ.د. إيهاب عبدالعزيز الصعيدي أستاذ الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

الملخص العربى

مع التطور السريع للاقتصاد، أصبحت التنمية المستدامة وأمن الطاقة بارزة بشكل ملحوظ. وتدريجيًا، تحظى الطاقة المتجددة بمزيد من الاهتمام وتظهر دورا أساسيا في التنمية الحالية والمستقبلية. وسوف تحل الطاقة المتجددة محل الوقود الأحفوري تدريجيًا، ولكن على مدى فترة طويلة، في هذه الدراسة تم دراسة استخدام توربينات الهواء الصغيرة ذات المحور الأفقي (HAWT) فى استعادة جزء من الطاقة الكهربية التي تستهلكها مراوح التهوية لعنابر الدواجن. وذلك بهدف توليد طاقة متجددة صديقة للبيئة من هواء التهوية المطرود بهذه المراوح والذي يعتبر كرياح صناعية (بعكس الرياح الطبيعية) من صنع الإنسان.

أجريت هذه الدراسة في قسم الهندسة الزراعية والنظم الحيوية بكلية الزراعة جامعة المنوفية. ولقد اختيرت غرفه مناسبة آمنة (للحفاظ على المعدات المستخدمة ومروحة التهوية وتوربينة الرياح) للتجارب المعملية ممثلة لعنبر الدواجن. وأجريت التجارب الحقلية على مراوح تهوية (المماثلة للمستخدمة في التجارب المعملية) بأحد عنابر الدواجن بمزرعة دواجن بقرية دنشواي بمحافظة المنوفية.

اولا اشتملت الدراسة المعملية على: -

١- إجراء تجارب أولية لتقييم التأثير السلبي للانسداد (بإعاقة سريان هواء التهوية المطرود من مروحه التهوية) على أداء مروحة التهوية وجودة تهوية العنبر- وذلك باستخدام شفرات شباك التهوية الخاص بالمروحة عند مستويات فتح مختلفة وهي صفر (عندما تكون الشفرات مغلقة وتمثل الانسداد الكامل) ٧٥-٥٠-٢٥ - ١٠٠٪ (عندما تكون الشفرات أفقية وتمثل الانفتاح الكامل) - وتم تقيم أداء مروحة التهوية تحت تأثير مستويات الانسداد بقياس مدى التغير في سرعة المروحه واستهلاكها للطاقة الكهربيه - أما جودة تهوية العنبر فتم قياسها بمدى التغير في الضغط الاستاتيكي للهواء داخل العنبر مع العلم بأن الضغط الاستاتيكى للهواء المناسب لتربية الدواجن من ١٠-٢٥ بسكال.

٢- أجريت تجارب على قياس سرعة الهواء الخارج من مروحة التهوية عند مناطق مختلفة بالطريقة الموصي بها من الجمعية الأمريكية للتحكم في حركة الهواء (AMCA) وذلك لدراسة شكل توزيع سرعة الهواء الخارج من المروحة لاختيار الوضع المناسب لتوربينة الرياح أمام مروحة التهوية .

٣- تم دراسة تأثير وضع توربينة الرياح على أبعاد مختلفه أمام مروح التهوية (30-20-10سم) على كمية الطاقة الكهربية المولدة بواسطة التوربينة، وتأثير التوربينة على أداء نظام التهوية للعنبر من حيث أداء مروحة التهوية ومن حيث كمية الطاقة الكهربية اللازمة لمروحة التهوية، وسرعتها، وتأثيرها على الضغط الاستاتيكى للهواء داخل العنبر.

ثانيا: اشتملت الدراسة الحقلية على الهدف الرئيسي من هذه الدراسة

وهو قياس كمية الطاقة الكهربية المولدة بواسطة التوربينة عند وضعها على بعد ١٠ سم امام مروحه التهوية، حيث أثبتت الدراسة العملية أن الوضع الأمثل لتوليد أكبر طاقة ممكنة من هواء التهوية الخارج من مروحة الطرد وعندما يكون مركز التوربينة أمام مركز مروحة الطرد، حيث إن اقطارهما تقريبا متساوية (١٢٧ سم لمروحه الطرد، ١١٣ سم للتوربينة).

***أهم النتائج المتحصل عليه:**

أولًا: تأثير الانسداد على مروحة التهوية وعنابر الدواجن:

أ- من التجارب الأولية على تأثير الانسداد على مروحة التهوية

١. تزداد شدة التيار الكهربية (معبرةً عن الطاقة الكهربية المستهلكة بواسطة مروحة الطرد) مع زيادة درجة الانسداد بزيادة بسيطة ٨ % عند الانسداد الكامل لشفرات التهوية للمروحة.

٢. انخفضت سرعة دوران مروحة الطرد (٤٢٠ لفه / الدقيقة) مع زيادة درجة الانسداد لتصل الى ٤١٧ لفة/دقيقة عند الانسداد الكامل (١٠٠%) مع انخفاض بسيط قدره (٢%).

٣. حدث انخفاض حاد للضغط الاستاتيكى للهواء داخل العنبر مع زيادة درجة الانسداد، وكانت العلاقة بينهما خطية - وإن كان الضغط الاستاتيكي المسجل مع درجة الانسداد ٢٥ % مقبولًا (١٠ بسكال) من حيث شدة الضغط الاستاتيكى الموصى به داخل عنابر الدواجن.

وهذه النتائج تدل على أن الانسداد الكامل ليس له تأثير سلبي واقع على استهلاك التيار الكهربى لمروحة الطرد ولا على سرعة دورانها. وأن الانسداد بنسبة أقل من ٢٥ ٪ ليس له تأثير على الضغط الاستاتيكى حيث يسجل قيم داخل المدى المطلوب للضغط الاستاتيكي (١٠-٢٥ بسكال) لعنابر الدواجن.

ب- تأثير وجود توربينة الرياح على مروحة التهوية وعنبر الدواجن والقدرة المولدة

١. عند وضع التوربينة على بعد ١٠ سم أمام مروحة الطرد، لم يؤثر على شدة التيار الكهربي المطلوب لتشغيل مروحة الطرد ولا على سرعة دورانها. كذلك لم يُسجل أي تأثير سلبي على مقدار الضغط الاستاتيكى للهواء داخل العنبر، وتم الحصول على نفس النتائج (عدم وجود تأثير سلبى) عند وضع التوربينة أمام مروحة الطرد على مسافات ٢٠و٣٠ سم – من حيث شدة التيار اللازمة لمروحة الطرد وسرعة دورانها والضغط الاستاتيكى داخل العنبر.

٢. القدرة الكهربية المولدة من التوربينة وهي على مسافة ١٠ سم من مروحة الطرد ٢٧,٣ وات وسرعة التوربينة ٧٣٩ لفه/دقيقة – وعند مسافة ٢٠ سم كانت القدرة المولدة كانت حوالي ٢٢,٨ وات وسرعة دوران للتوربينة ٧٠٨ لفة/ دقيقة – وعند مسافة ٣٠ سم كانت القدرة المولدة ١٨,٥ وات مع سرعة دوان للتوربينة ٦٧٣ لفة / دقيقة.

ج- القدرة المولدة من توربينة الرياح فى التجارب الحقلية

عند وضع توربينة الرياح على بعد ١٠ سم من مروحة التهوية كانت القدرة المولدة ٢٦,٢ وات مع سرعة دوران للتوربينة ٧٢٧ لفة /دقيقه

ثالثا تطبيق النتائج المتحصل عليها على حاله دراسية (case of study)

بتطبيق النتائج المتحصل عليها من التجارب الحقلية، نتحصل على إمكانية توليد قدرة كهربائية ٢٦,٢ وات من التوربينة – باستخدام ٤ توربينات لعنبر دواجن لشركة الوادي المزود بثماني مراوح تهوية، عدد ساعات التشغيل السنوية لمراوح التهوية للعنبر ٢٩٣٥٢ ساعة سنويًا وكمية الطاقة الكهربية المطلوبة لإنارة العنبر كانت ١٠٤٣٩ كيلو وات ساعة سنويًا، كمية الطاقة المولدة من ٤ توربينات كانت 795.2 كيلو وات ساعة سنويًا، وهي تعادل ٧,٦ % من كمية الطاقة المطلوبة لإنارة العنبر سنويًا.

التوصيات والدراسات المستقبلية:

من الدراسات والأبحاث السابقة في هذا المجال، ومن الدراسة التي قمنا بإجرائها، ثبت إمكانية استرجاع جزءًا من الطاقة الكهربية المستخدمة في تهوية العنابر، وذلك من الناحية التكنولوجية والتصنيعية (الفنية)، وأن هذا المجال واعد من الناحية الاقتصادية وتوليد طاقة متجددة صديقه للبيئة. ولتعظيم كمية الطاقة المتولدة بهذه الطريقة، والتغلب على المشاكل التى تظهر عند التطبيق، يجب مراعاة النقاط التالية:

١) يجب عند تصنيع توربينات لهذا المجال أن تصمم ريشة التوربينات بما يناسب طبيعة هواء الطرد، حيث إنه تيار دوامي.
٢) يجب تصميم أغلفة مناسبة لاحتواء التوربينة (مثل نفق الرياح)، وذلك لتحويل هواء الطرد من هواء غير محصور الى هواء محصور لتعظيم الاستفادة من الطاقة الموجودة فى هواء الطرد.
٣) دراسة عدد التوربينات المناسب للحصول على أقصى قدرة ممكنة من مراوح التهوية لكل عنبر – حيث قد يكون عدد التوربينات المناسب أقل من عدد مراوح التهوية لكل عنبر، وذلك بفرض تقليل النفقات المطلوبة لعمل نظام استرجاع الطاقة المناسبة.
٤) من خلال دراستنا يجب اتخاذ الحذر والدقة عند اختيار المعدات المستخدمة من حيث الكفاءة العليا وجودة الصناعة.