

THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO BĂNG THỬ XE MÁY KIỂU THỦY LỰC

Phan Duy Đức¹, Nguyễn Đức Khánh¹, Bùi Văn Chính²

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, chế tạo băng thử xe máy di động để phục vụ công tác nghiên cứu và giảng dạy. Băng thử bao gồm một phanh hấp thụ công suất kiểu thủy lực, hệ thống truyền động, hệ thống cấp nước, hệ thống làm mát, các cảm biến đo lực và tốc độ. Hệ thống truyền động sử dụng một con lăn chính nhận trực tiếp mô men, công suất từ bánh xe, qua trục truyền động để làm quay rotor của phanh, một con lăn phụ để dẫn hướng cho bánh xe. Hệ thống cấp nước một vòng tuần hoàn kín sử dụng hai bơm ly tâm. Lực phanh được điều khiển bằng cách thay đổi lượng nước trong phanh. Hai thông số cơ bản của băng thử là lực phanh được xác định bằng cảm biến lực loadcell và tốc độ của phanh được xác định bằng encoder. Tín hiệu từ các cảm biến được truyền về một thiết bị phần cứng giao tiếp với máy tính, được xử lý tính toán bằng ngôn ngữ lập trình đồ họa trên phần mềm LabVIEW để hiển thị thông số về mô men, công suất và tốc độ trên giao diện máy tính.

Từ khóa: băng thử xe máy, phanh thủy lực, băng thử di động.

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay, nhu cầu về việc sử dụng trang thiết bị trong nghiên cứu cơ bản ở các trường đại học, trung tâm nghiên cứu hay nghiên cứu phát triển ở các doanh nghiệp càng ngày càng lớn. Trang thiết bị phục vụ cho thí nghiệm động cơ, ô tô hay xe máy đã và đang được nghiên cứu chế tạo và thương mại hóa không chỉ trên phạm vi thế giới mà cả ở trong nước. Các loại băng thử xe máy được cung cấp bởi rất nhiều nhà sản xuất trên thế giới có thể kể đến như AVL(Áo), Meiden và Ono sokki (Nhật Bản)... Hệ thống băng thử xe máy của các hãng này đều rất hiện đại đáp ứng được các chu trình thử hiện hành công nhận kiểu theo tiêu chuẩn EURO. Tuy nhiên, đối với những nghiên cứu cơ bản về xe máy ở chế độ tĩnh như đo đặc đối chứng công suất, mômen của xe máy thì không cần thiết sử dụng hết tính năng của các băng thử này. Bên cạnh đó, những hệ thống băng thử xe máy này vẫn tồn tại những nhược điểm như sau: hệ thống thiết bị và máy tính kết nối theo tiêu chuẩn riêng của từng hãng, rất khó khăn trong việc nâng cấp hoặc sửa chữa, thay thế; hệ thống cũng được lắp

đặt liền với cơ sở hạ tầng nên không có khả năng di chuyển phục vụ các nghiên cứu bên ngoài; toàn bộ giao diện hiển thị, phần mềm điều khiển đều được chuyển giao từ hãng sản xuất, không có khả năng cài đặt sang các máy tính khác. Đối với các loại băng thử động cơ thì mất nhiều thời gian căn chỉnh đồng tâm đồng trục, chế tạo đồ gá, lắp đặt hệ thống điện, hệ thống nhiên liệu. Để khắc phục những nhược điểm của các loại băng thử trên, xuất phát từ nhu cầu thực tiễn cần thêm trang thiết bị để phục vụ công tác thí nghiệm - nghiên cứu khoa học, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu, thiết kế và chế tạo một loại băng thử xe máy di động.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Băng thử xe máy là thiết bị được sử dụng để đo mô men và công suất tại bánh xe. Theo định nghĩa cơ bản mô men được xác định bởi hai thông số lực F và cánh tay đòn L . Chi tiết quan trọng nhất của một băng thử xe máy là bộ phận phanh hấp thụ công suất. Hiện nay các loại băng thử trên thị trường sử dụng 3 kiểu phanh phổ biến đó là phanh cơ khí, phanh thủy lực và phanh điện sử dụng dòng cảm ứng hoặc dòng điện. Phanh cơ khí tồn tại một số hạn chế như không thể đo được công suất lớn, thoát nhiệt

¹ Bộ môn Đốt trong, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

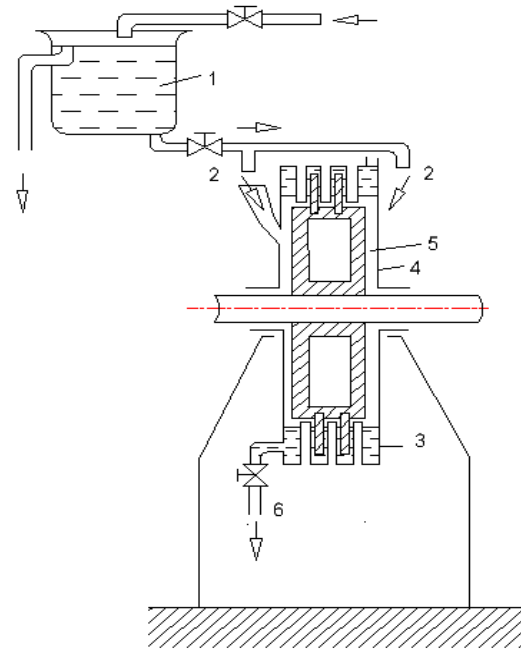
² Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

khó. Phanh điện có khả năng đo đặc với độ chính xác cao nhưng chi phí yêu cầu lớn, việc tiêu thụ điện sinh ra cũng gặp nhiều khó khăn. Vì vậy, tác giả quyết định sẽ chế tạo băng thử xe máy kiểu thủy lực.

Trên thế giới hiện nay việc sử dụng phanh thủy lực cũng rất phổ biến bởi giá thành rẻ nhưng vẫn đáp ứng được rất nhiều chế độ đo đặc, thử nghiệm. Băng thử sử dụng phanh thủy lực được đánh giá là loại băng thử đơn giản nhưng bền bỉ, tin cậy và an toàn nhất. Mục tiêu đặt ra trong nghiên cứu là chế tạo một băng thử xe máy di động có giá thành rẻ, vận hành đơn giản, dễ dàng trong việc bảo dưỡng và sửa chữa. Băng thử có thể thử nghiệm ở chế độ tĩnh và đo đối chứng công suất, mômen cho các dòng xe máy có dung tích động cơ $\leq 125\text{cc}$, công suất lên tới 6kW. Băng thử được thiết kế với kết cấu gọn nhẹ, khả năng di động cao, quá trình lắp đặt đơn giản tốn ít thời gian. Giao diện hiển thị kết quả đo cũng được xây dựng đơn giản, thuận tiện cho việc cài đặt và sử dụng.

2.1. Nguyên lý hoạt động của băng thử thủy lực

Kết cấu cơ bản của một phanh thủy lực được thể hiện trên hình 2.1 (Võ Nghĩa, nnc 2013). Băng kiểu thủy lực bao gồm vỏ phanh có thể gọi là stator lắp trên hai gối tựa để có thể lắp được và trục nối với rotor. Trục của rotor được nối với trục của con lăn. Chất lỏng được sử dụng là nước trong một bể chứa và được đưa vào không gian trong rotor qua đường dẫn trên vỏ phanh nhờ một máy bơm. Khi rotor quay, ma sát giữa nước với rotor và lực ly tâm làm cho nước quay theo, tạo ra một áo nước trong vỏ phanh. Ma sát giữa nước với vỏ phanh làm cho stator có xu hướng quay theo. Như vậy nước đã truyền mômen từ rotor sang stator. Stator được giữ lại bởi một mômen ở vị trí cân bằng. Lúc này trong các lớp nước có hiện tượng trượt và tạo nên sự xoáy của nước. Ma sát giữa các lớp nước được biến thành nhiệt và được nước thải mang theo ra ngoài. Lượng nước thải này được dẫn qua kết làm mát và quay trở lại bể chứa.



1. Bể chứa nước; 2. Đường nước vào; 3. Áo nước; 4. Stator; 5. Rotor; 6. Đường nước ra
Hình 2.1. Sơ đồ kết cấu và nguyên lý làm việc của phanh thủy lực dạng chốt

2.2. Tính toán, thiết kế mô phỏng cụm phanh thủy lực

Mô men phanh có thể đo được của phanh thủy lực phụ thuộc vào hình dáng kết cấu của mặt trong vỏ và của rotor cũng như đường kính của phanh. Mô men này thay đổi rất lớn, đặc biệt phụ thuộc vào hình dáng kết cấu của rotor và stator. Sự phụ thuộc của mô men phanh vào các thông số khác nhau được biểu diễn qua công thức thực nghiệm của dòng xoáy (Võ Nghĩa, nnc 2013):

$$M = k \cdot \gamma \cdot n^2 \cdot d^2$$

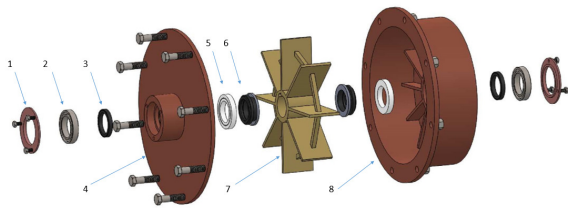
Trong đó, k là thông số cấu tạo và độ đầy của nước trong phanh; γ là trọng lượng riêng của chất lỏng; n là số vòng quay của rotor; d là đường kính tác dụng của phanh.

Công suất cực đại mà băng thử có khả năng đo được là $N_{\text{emax}} = 6\text{kW}$. Đây cũng chính là phạm vi công suất mà phanh có thể hấp thụ được qua việc điều chỉnh lượng nước ra vào phanh. Công suất cực đại của phanh được tính từ khối lượng nước chảy qua lớn nhất (Võ Nghĩa, nnc 2013):

$$N_{\text{emax}} = \frac{m_h \cdot C_p \cdot \Delta t}{860}$$

Trong đó, m_h là khối lượng nước qua phanh tính theo kg/h; Δt là chênh lệch nhiệt độ cực đại có thể đạt được. C_p là nhiệt dung riêng của chất lỏng trong phanh.

Giới hạn công suất dưới của băng thử là ở trạng thái mà trong phanh có lượng nước ít nhất có thể gây cản với rotor. Số vòng quay cực đại để phanh có thể làm việc được bị giới hạn bởi sức bền do lực ly tâm sinh ra. Hình 2.2 thể hiện các chi tiết kết cấu của cụm phanh thủy lực sau khi thiết kế trên phần mềm SolidWork. Kết cấu phanh bao gồm bộ phận chính lực là cánh chủ động (rotor) có nhiệm vụ nhận cơ năng truyền qua môi chất trung gian tới cánh bị động (stator) nằm trên vỏ phanh. Thông qua môi chất trung gian, lực kéo của động cơ được truyền tới vỏ phanh và tác dụng lên bộ phận đo lực (cảm biến đo lực- loadcell).



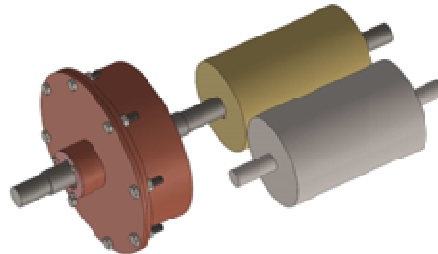
1. Vòng chặn, 2. Vòng bi, 3. Phốt làm kín, 4. Vỏ phanh, 5 và 6. Gioăng, phốt làm kín, 7. Cánh chủ động, 8. Vỏ phanh có cánh bị động

Hình 2.2. Kết cấu phanh thủy lực

2.3. Thiết kế hệ thống truyền động, tính toán tỉ số truyền, kích thước con lăn

Để truyền chuyển động từ bánh xe tới cánh chủ động của cụm phanh ta sử dụng hệ thống truyền động gồm có con lăn được lắp lên một đầu trục, đầu trục còn lại của trục được lắp cánh chủ động của phanh. Con lăn được đặt tiếp xúc với bánh xe, trục quay của con lăn song song với trục quay của bánh xe. Khi bánh xe quay thì con lăn sẽ quay theo làm quay trục qua đó truyền chuyển động từ bánh xe tới cánh chủ động như được minh họa trên hình 2.3. Trong nghiên cứu này tốc độ tối đa của phanh thủy lực là một thông số quan trọng. Nếu tốc độ hoạt

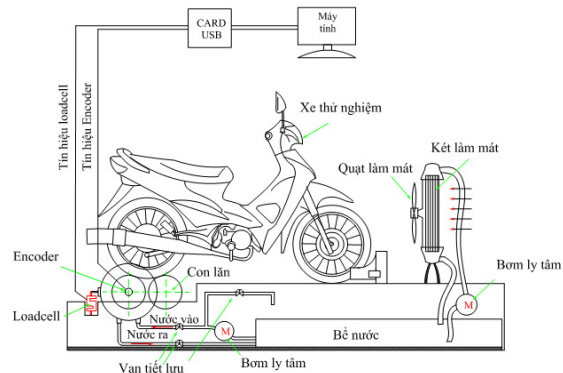
động vượt quá mức cho phép, lực ly tâm do cánh quạt chủ động gây ra sẽ ảnh hưởng tới sức bền và phá hủy cụm phanh thủy lực. Vì vậy khi tính toán lựa chọn kích thước của con lăn, cần đặt ra giới hạn tối đa cho tốc độ hoạt động của băng thử phù hợp với điều kiện chế tạo và chế độ thử nghiệm mà băng thử thực hiện.



Hình 2.3. Con lăn và trục truyền chuyển động tới phanh

2.4. Phương pháp điều khiển băng thử

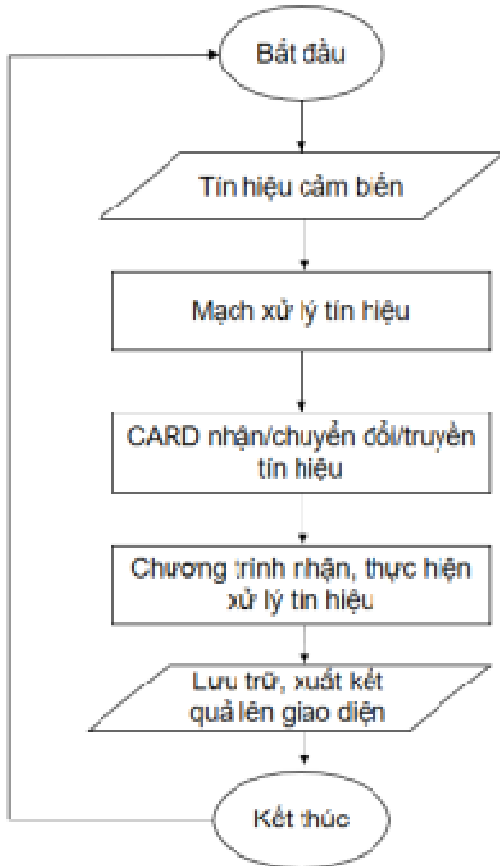
Tải của băng thử khi hoạt động phụ thuộc vào thể tích nước trong phanh thủy lực, thể tích này được điều chỉnh thông qua việc điều chỉnh lưu lượng đường nước vào và ra phanh bằng van tiết lưu. Một bơm ly tâm hút nước từ bể chứa đi vào phanh thủy lực, trên đường ống đi vào phanh bố trí một đường nước hồi về bể, cả hai đường ống này đều được bố trí van tiết lưu. Đường nước ra khỏi phanh đi về bể cũng được trang bị một van tiết lưu. Lưu lượng đường nước vào được điều chỉnh bởi van tiết lưu trên cả đường nước vào phanh và đường hồi về bể chứa. Khi phanh đã đạt trạng thái mong muốn, cần điều chỉnh lưu lượng đường nước vào và ra khỏi phanh bằng nhau để duy trì lượng nước trong phanh ổn định.



Hình 2.4. Sơ đồ tuần hoàn nước trong băng thử xe máy

Sử dụng một bơm nước khác để hút nước từ bể qua két làm mát rồi quay trở lại bể chứa để đảm bảo nhiệt độ nước trong bể luôn ở mức ổn định. Hệ thống làm mát trên băng thử là hệ thống làm mát một vòng tuần hoàn kín. Sơ đồ tuần hoàn nước của phanh được thể hiện trên hình 2.4.

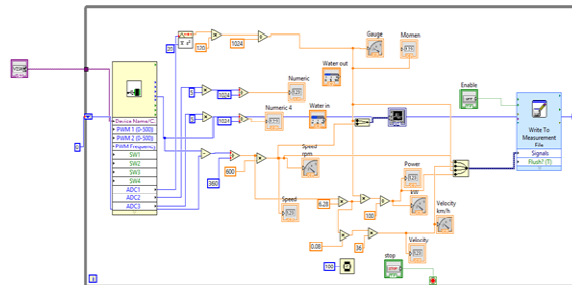
2.5. Thiết kế giao diện hiển thị cho băng thử



Hình 2.5. Sơ đồ khối truyền nhận tín hiệu giữa LabVIEW và các thiết bị ngoại vi

Dựa vào giới hạn công suất mà phanh hấp thụ, chiều dài cánh tay đòn trên băng thử, tác giả đã tiến hành tính toán và lựa chọn sử dụng loại cảm biến lực loadcell chữ Z VMC của hãng Virtual Measurements & Control. Loadcell hoạt động dựa trên nguyên lý cầu điện trở cân bằng Wheatstone (<http://www.electronicshub.org>). Để đo tốc độ băng thử tác giả sử dụng encoder

E40S6-360-3-T-24, đây là loại incremental encoder (<http://www.encoder.com>). Tín hiệu từ cảm biến lực loadcell đi qua một mạch khuếch đại sử dụng IC INA 128 (<http://www.ti.com>) cùng với tín hiệu từ encoder được truyền về một thiết bị phần cứng giao tiếp với máy tính, xử lý tính toán qua chương trình được viết bằng ngôn ngữ lập trình đồ họa trên phần mềm LabVIEW để hiển thị các thông số về mô men, công suất, tốc độ xe, tốc độ băng thử trên giao diện đã thiết kế. Hình 2.5 thể hiện sơ đồ khối truyền nhận tín hiệu giữa LabVIEW và các thiết bị ngoại vi. Ngoài việc thu thập, xử lý tín hiệu từ cảm biến, phần mềm LabVIEW còn có khả năng hỗ trợ cập nhật, lưu trữ kết quả đo trong bảng biểu excel. Công cụ này giúp cho quá trình thử nghiệm trên băng thử dễ dàng hơn khi mọi thông số cần đo đều được tự động lưu trữ và cập nhật trong máy tính. Lưu đồ khối chương trình thu nhận tín hiệu và xử lý tín hiệu để đưa ra giao diện hiển thị thể hiện trên hình 2.6.



Hình 2.6. Lưu đồ khối chương trình xử lý tín hiệu trên phần mềm LabVIEW

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công băng thử xe máy di động kiểu thủy lực. với các thông số cơ bản của băng thử được thể hiện trên bảng 3.1 và hình ảnh băng thử được thể hiện trên hình 3.2. Giao diện hiển thị các thông số đo đạc sau khi thiết kế được thể hiện trên hình 3.3. Ngoài khả năng hiển thị thông số cần đo đặc, giao diện còn có khả năng hiển thị dưới dạng đồ thị cập nhật liên tục theo thời gian thực nhờ khối hiển thị Graph.

Bảng 3.1. Thông số kỹ thuật cơ bản của băng thử

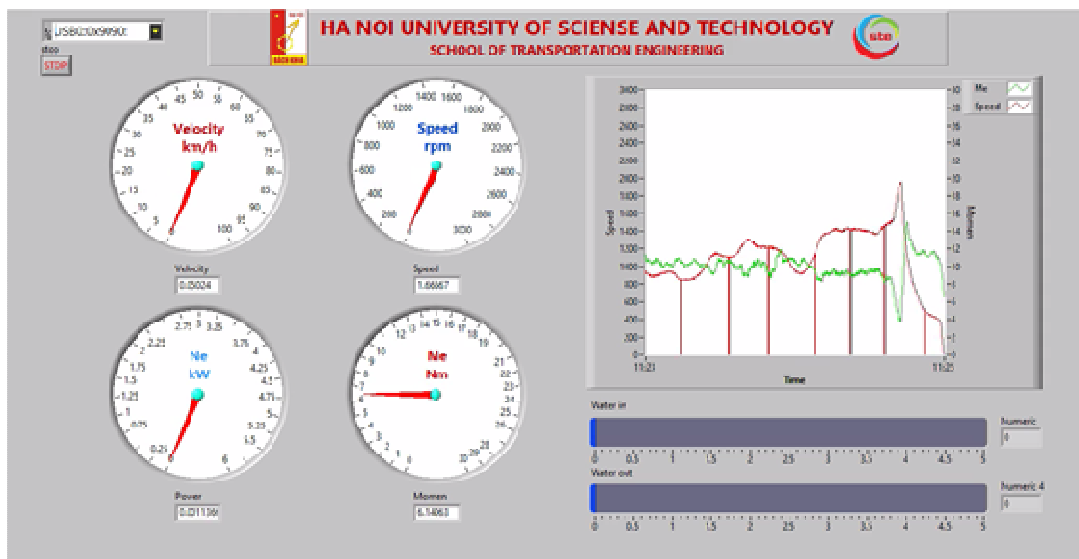
Chiều dài băng thử	2500 mm
Chiều rộng băng thử	1286 mm
Chiều cao bệ thử	400 mm
Kiểu phanh	Thủy lực
Công suất phanh lớn nhất	6 kW
Nhiệt độ sử dụng	0 – 70°C
Điện áp hoạt động	220 V (AC)
Dung tích bể nước	≈ 100 dm ³
Công suất bơm nước	370W
Đường kính con lăn	160mm

Chiều dài con lăn	250mm
Tốc độ hoạt động lớn nhất của xe	90km/h
Tốc độ hoạt động lớn nhất của băng thử	3000 vòng/phút
Khối lượng băng thử	150 kg
Kết nối	Cổng USB
Tần số hoạt động	50Hz

Hình 3.2 và thể hiện hình ảnh tổng thể của băng thử và các hệ thống phụ trợ như kết làm mát, bộ phận thu nhận tín hiệu cảm biến và xe thử nghiệm được lắp đặt trên băng.



Hình 3.2. Băng thử sau khi chế tạo hoàn chỉnh



Hình 3.3. Giao diện hiển thị tín hiệu khi thử nghiệm trên băng thử

Sau khi hoàn thiện băng thử, nhóm tác giả đã tiến hành một số thử nghiệm để đánh giá khả năng vận hành của băng. Quá trình thử nghiệm được

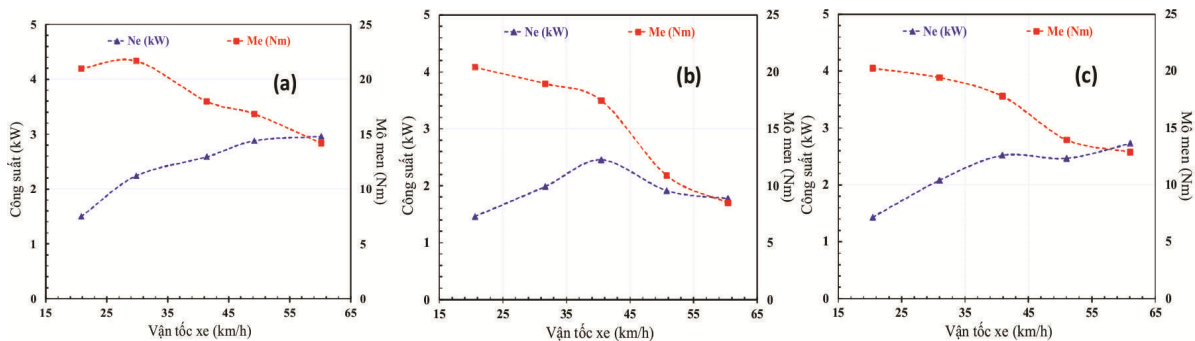
tiến hành trên ba dòng xe máy phổ biến ở Việt Nam là Wave alpha 100cc; Wave RSX 110cc; Neo Future 125cc. Chế độ thử nghiệm như sau:

- Bướm ga mở hoàn toàn.
- Tốc độ động cơ được điều chỉnh nằm trong khoảng 20-60 km/h với mỗi bước là 10 km/h nhờ thay đổi sức cản của phanh thủy lực.

Kết quả thử nghiệm được thể hiện trong bảng 3.2 và đồ thị đường đặc tính công suất và mômen của ba xe thử nghiệm được thể hiện trong hình 3.4.

Bảng 3.2. Kết quả đo đặc tính công suất và mômen tại bánh xe trên băng thử

Wave alpha 100cc			
v (km/h)	n (vg/ph)	Me (Nm)	Ne (kW)
20,83	686,67	20,99	1,50
29,82	989,30	21,67	2,24
41,42	1373,77	17,99	2,59
49,21	1632,67	16,84	2,88
60,17	1996,00	14,19	2,96
Wave RSX 110cc			
v (km/h)	n (vg/ph)	Me (Nm)	Ne (kW)
20,61	683,77	20,41	1,46
31,66	1050,33	18,96	1,99
40,47	1342,54	17,48	2,45
50,75	1683,67	10,90	1,91
60,39	2003,09	8,48	1,77
Future Neo 125cc			
v (km/h)	n (vg/ph)	Me (Nm)	Ne (kW)
20,44	678,33	20,25	1,43
30,98	1027,78	19,42	2,08
40,89	1356,67	17,79	2,52
51,04	1693,33	13,97	2,47
61,06	2026,67	12,88	2,73



Hình 3.4. Đặc tính xe (a) Wave alpha (b) Wave RSX 110cc và (c) Future 125cc

Kết quả thí nghiệm ban đầu với 3 mẫu xe máy phổ biến ở Việt Nam cho thấy băng thử có thể vận hành để thực hiện các phép đo đặc. Số liệu đo thu thập về công suất và mô men tại bánh xe nằm trong dải phù hợp với dòng xe. Tuy nhiên nhóm tác giả chưa có điều kiện để

thực hiện một số đo đặc trên các băng thử tiêu chuẩn khác để so sánh với băng thử đã chế tạo. Trong nghiên cứu sắp tới để hoàn thiện băng thử, sẽ tiến hành cải tiến theo hướng tự động hóa và hiệu chỉnh lại thiết bị đo để đảm bảo độ chính xác của kết quả đo.

KẾT LUẬN

Nội dung nghiên cứu “*Thiết kế và chế tạo băng thử xe máy kiểu thủy lực*” đã được thực hiện và thu được một số kết quả chính sau đây:

✓ Đã chế tạo thành công băng thử xe máy kiểu thủy lực có công suất phanh lên tới 6kW và tốc độ thử tối đa của xe máy thử nghiệm có thể lên tới km/h.

✓ Hệ thống cung cấp nước cho phanh theo

kiểu tuần hoàn một vòng kín, sử dụng hai bơm nước độc lập.

✓ Xây dựng được phần mềm thu nhận tín hiệu cảm biến tốc độ và cảm biến lực.

✓ Đã thử nghiệm đánh giá hoạt động của băng thử thông qua việc đo đặc đường đặc tính ngoài của ba dòng xe máy thể hệ cũ phổ biến ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Kỹ thuật đo trong động cơ đốt trong-Võ Nghĩa, Trần Quang Vinh, NXB KHKT, 2013.

<http://www.electronicshub.org/wheatstone-bridge/>.

<http://encoder.com/blog/company-news/what-is-an-encoder/>.

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina129.pdf>.

Abstract:

STUDY ON DESIGNING AND MANUFACTURING FLUID CHASSIS DYNAMOMETER FOR MOTORCYCLE

This paper presents study results on manufacturing motorcycle chassis dynamometer for research and education. The motorcycle chassis dynamometer was designed including a water brake, transmission system, water supply system, cooling system, force sensor and speed sensor. The transmission system is used a main roller which is received torque and power by wheel. The main roller and rotor of water brake are combined by a transmission shaft, a second roller is used to guide the wheel. Water supply system which has two centrifugal water pumps is a closed circulation system. The first water pump is used to bring water from the tank to the brake, the other transfer water through radiator to keep water temperature stably. Brake force is controlled by varying the level of water recirculating within the brake with adjustable inlet and/or outlet valves and orifices. The chassis dynamometer uses loadcell and encoder to measure force and speed. The sensor signals are transmitted to the hardware that communicates with the computer. The signals are calculated by the graphical programming language of the labview software to display the torque, power and speed parameters in the computer interface.

Keywords: chassis dynamometer, water brake, mobility dynamometer.

Ngày nhận bài: 22/5/2018

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2018