

## TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7144-4:2013

ISO 3046-4:2009

### ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG KIỂU PIT TÔNG – ĐẶC TÍNH – PHẦN 4: ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ

*Reciprocating internal combustion engines – Performance – Part 4: Speed governing*

#### Lời nói đầu

TCVN 7144-4:2013 thay thế TCVN 7144-4:2007 (ISO 3046-4:1997).

TCVN 7144-4:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 3046-4:2009.

TCVN 7144-4:2013 do Ban Kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 70 *Động cơ đốt trong* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

Bộ tiêu chuẩn TCVN 7144 (ISO 3046), *Động cơ đốt trong kiểu pit tông – Đặc tính* gồm các phần sau:

- TCVN 7144-1:2008 (ISO 3046-1:2002), Phần 1: Điều kiện quy chiếu tiêu chuẩn, công bố công suất, tiêu hao nhiên liệu, dầu bôi trơn và phương pháp thử;
- TCVN 7144-3:2007 (ISO 3046-3:2006), Phần 3: Các phép đo thử;
- TCVN 7144-4:2013 (ISO 3046-4:2009), Phần 4: Điều khiển tốc độ;
- TCVN 7144-5:2008 (ISO 3046-5:2001), Phần 5: Dao động xoắn;
- TCVN 7144-6:2002 (ISO 3046-6:1991), Phần 6: Chống vượt tốc.

### ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG KIỂU PIT TÔNG – ĐẶC TÍNH – PHẦN 4: ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ

*Reciprocating internal combustion engines – Performance – Part 4: Speed governing*

#### 1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này phân loại các yêu cầu và thông số của hệ thống điều khiển tốc độ và quy định các thuật ngữ, định nghĩa của các tốc độ động cơ điển hình cho động cơ đốt trong kiểu pit tông. Khi cần thiết các yêu cầu riêng cho ứng dụng đặc biệt của động cơ có thể được qui định.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho động cơ đốt trong kiểu pit tông sử dụng trên đường bộ, đường sắt và đường thủy, ngoại trừ các động cơ cho máy làm đường, máy san ủi đất, máy kéo nông nghiệp và công nghiệp, phương tiện giao thông đường bộ và máy bay.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các động cơ tự điều khiển tốc độ và các động cơ chỉ yêu cầu tốc độ lớn nhất hoặc giới hạn cung cấp nhiên liệu lớn nhất.

Tiêu chuẩn này xác định các yêu cầu đối với động cơ dầu cháy do nén (động cơ diesel). Đối với các động cơ cháy cưỡng bức và động cơ dùng hai nhiên liệu có thể áp dụng các yêu cầu đặc biệt.

CHÚ THÍCH 1: Tính năng và các thông số đối với các hệ thống điều khiển tốc độ áp dụng trong cụm máy phát điện được dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông, được qui định trong TCVN 9729-2 (ISO 8528-2) và TCVN 9729-5 (ISO 8258-5).

CHÚ THÍCH 2: Thuật ngữ và định nghĩa của tốc độ động cơ điển hình có liên quan tới các cơ cấu chống vượt tốc được qui định trong TCVN 7144-6 (ISO 3046-6).

## **2. Thuật ngữ và định nghĩa, ký hiệu và ký tự**

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và ký tự sau:

CHÚ THÍCH: Các thuật ngữ và định nghĩa liên quan tới cơ cấu chống vượt tốc được cho trong TCVN 7144-6-2002

### **2.1. Hệ thống điều khiển tốc độ (speed-governing systems)**

#### **2.1.1. Bộ điều khiển tốc độ động cơ (engine speed governor)**

Cơ cấu, mà trong điều kiện vận hành cụ thể của động cơ, thực hiện việc so sánh tốc độ thực với tốc độ chỉnh đặt và tạo ra sự biến đổi về cung cấp nhiên liệu cho động cơ để điều khiển tốc độ thực của động cơ đốt trong kiểu pit tông theo tốc độ chỉnh đặt.

CHÚ THÍCH 1: Xem (TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), 3.1.1).

CHÚ THÍCH 2: Các bộ điều khiển tốc độ có thể được phân loại:

- a) theo độ cảm biến tốc độ và khuếch đại tín hiệu đầu ra (xem TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), 3.1.1);
- b) theo quan hệ động lực học (hãm truyền) (xem TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), 7.2);
- c) theo ứng dụng của động cơ (xem TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), 3.3.3).

#### **2.1.2. Cơ cấu chỉnh đặt tốc độ (speed-setting device)**

Cơ cấu cho phép điều chỉnh điểm đặt của bộ điều khiển tốc độ, tùy thuộc lần lượt vào ứng dụng hoặc loại điều chỉnh yêu cầu.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận từ TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.1.2.

#### **2.1.3. Điều khiển momen xoắn (torque control)**

Chỉnh đường cong cung cấp nhiên liệu tự nhiên lớn nhất nhận được từ hệ thống phun nhiên liệu ở các tốc độ dưới **tốc độ công bố** của động cơ.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận từ TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.5.3.

## 2.2. Các thông số điều khiển tốc độ (speed-governing parameters)

### 2.1.1. Độ sụt giảm của tốc độ được công bố (declared speed droop)

$$\delta n_{sr}$$

Chênh lệch tốc độ giữa tốc độ không tải công bố và tốc độ công bố tại công suất công bố, được biểu thị bằng phần trăm của tốc độ công bố ở vị trí chỉnh đặt tốc độ cố định, được tính toán theo công thức sau:

$$\delta n_{sr} = \frac{n_{ir} - n_r}{n_r} \times 100$$

Trong đó

$n_r$  là tốc độ công bố;

$n_{ir}$  là tốc độ không tải không bố

CHÚ THÍCH: Xem các Hình 4 và Hình 5, Bảng 1.

### 2.2.2. Phân bố tải trọng khi vận hành đồng thời (load sharing at parallel operation)

DP

Chênh lệch giữa tỷ lệ công suất do một động cơ cung cấp và tỷ lệ của tổng công suất được công bố do tất cả các động cơ cung cấp được biểu thị bằng phần trăm, được tính toán theo công thức sau:

$$\Delta P = \left[ \frac{P_a}{P_r} - \frac{\sum P_a}{\sum P_r} \right] \times 100$$

trong đó

$P_a$  là công suất thực của động cơ;

$P_r$  là công suất công bố (định mức) của một động cơ.

### 2.2.3. Lực lớn nhất (maximum force)

Giá trị lớn nhất của lực ở đầu ra của bộ điều chỉnh tại bất kỳ vị trí qui định nào của hành trình [TCVN 8273:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.4.1].

### 2.2.4. Momen xoắn lớn nhất (maximum torque)

Giá trị lớn nhất của momen xoắn ở trục phát động của bộ điều chỉnh tại bất kỳ vị trí qui định nào của hành trình.

[TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.4.2].

### 2.2.5. Phạm vi chỉnh đặt tốc độ (range of speed setting)

$Dn_s$

Chênh lệch giữa **tốc độ không tải thấp nhất điều chỉnh được** và tốc độ không tải cao nhất điều chỉnh được được xác định bởi cơ cấu chỉnh đặt tốc độ

CHÚ THÍCH: Xem 2.3.7 và 2.3.10

### 2.2.6. Mức độ thay đổi chỉnh đặt tốc độ (rate of change of speed setting)

$V_n$

Mức độ tại đó sự chỉnh đặt tốc độ có thể thay đổi được trong **phạm vi chỉnh đặt tốc độ**, được biểu thị bằng phần trăm của chỉnh đặt tốc độ được công bố trong một giây, được tính toán theo công thức sau: (ISO 8258-2:2005, 6.3.4).

$$V_n = \frac{n_{i_{max}} - n_{i_{min}}}{n_r \times t}$$

Trong đó

$n_i$  là tốc độ không tải;

$n_r$  là tốc độ công bố;

$t$  là thời gian.

CHÚ THÍCH: Đối với các động cơ đẩy của tàu thủy, mức độ thay đổi của chỉnh đặt tốc độ cần phải phụ thuộc vào ứng dụng riêng mà nhà sản xuất và/hoặc khách hàng có yêu cầu (Ví dụ, mức chênh lệch về sự thay đổi của chỉnh đặt tốc độ di chuyển và tăng tốc/giảm tốc bình thường).

### 2.2.7. Tín hiệu đầu vào bộ điều khiển tốc độ (speed governor input signal)

Tín hiệu đầu vào bộ điều khiển tốc độ dùng để đo tốc độ tức thời của động cơ.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.2.1.

### 2.2.8. Tín hiệu đầu ra của bộ điều khiển tốc độ (speed governor output signal)

Tín hiệu do bộ điều khiển tốc độ phát đi dùng để điều chỉnh việc cấp nhiên liệu.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.2.2.

### 2.2.9. Dải tốc độ ở chế độ ổn định (steady-state speed band)

$b_n$

Chiều rộng của hình bao độ dao động  $D_n$  của tốc độ tại công suất không thay đổi xung quanh giá trị trung bình (xem Hình 6), được biểu thị bằng phần trăm của tốc độ được công bố:

$$\beta_n = \frac{\Delta n}{n_r} \times 100$$

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 6.

CHÚ THÍCH 2: Các giá trị giới hạn sự vận hành đối với dải tốc độ ở chế độ ổn định trên toàn bộ phạm vi làm việc của động cơ đốt trong kiểu pit tông phụ thuộc vào công suất đầu ra và việc động cơ có nối với máy được dẫn động hay không. Các giá trị giới hạn vận hành này cũng phụ thuộc vào tốc độ được công bố của động cơ đốt trong kiểu pit tông.

Qui định các trường hợp sau

a) Động cơ nối với máy được dẫn động

1)  $n < 0,5 n_r$  và  $n > n_r$ ;

2)  $n \geq 0,5 n_r$  và  $P \geq 0,25 P_r$ ;

3)  $n \geq 0,5 n_r$  và  $P < 0,25 P_r$ .

b) Động cơ không được nối với máy được dẫn động và chạy ở tốc độ không tải thấp nhất điều chỉnh được.

Các đường cong cho trên các hình từ Hình 1 đến Hình 3 đã được xây dựng trên cơ sở kinh nghiệm. Các đường cong này cũng có thể được biểu thị bằng phần trăm theo công thức

$$\beta_n = c n_r^{-m}$$

Trong đó các giá trị  $c$  và  $m$  được cho trong Bảng 1 đối với bốn trường hợp quy định trong a) và b).

CHÚ THÍCH 3: Giá trị  $c$  và  $m$  phụ thuộc vào quán tính của hệ thống, khả năng của bộ điều khiển tốc độ và công suất ra của động cơ trên toàn bộ dải tốc độ và trong bối cảnh này chỉ quan trọng đối với khách hàng.

### 2.2.10. Khả năng làm việc (work capacity)

Khả năng làm việc tối đa có được từ bộ điều chỉnh khi trục ra hoặc tay gạt của nó di chuyển hết hành trình.

## 2.3. Các tốc độ động cơ ở chế độ ổn định

### 2.3.1. Tốc độ không tải được công bố (declared no-load speed)

$n_i, r$

### **Tốc độ không tải cao (high idling speed)**

Tốc độ động cơ ở chế độ ổn định, không có tải, tại cùng một chỉnh đặt tốc độ như đối với tốc độ được công bố  $n_r$ .

### **2.3.2. Tốc độ được công bố (declared speed)**

$n_r$

Tốc độ động cơ tại đó động cơ có công suất được công bố

[TCVN 7861:2008 (ISO 2710-1:2000), định nghĩa 11.1.2].

### **2.3.3. Tốc độ vào khớp (engaging speed)**

$n_c$

tốc độ động cơ tại đó thiết bị được dẫn động được nối với động cơ

### **2.3.4. Tốc độ động cơ (engine speed)**

$n$

Số vòng quay của trục khuỷu trong một khoảng thời gian đã cho

(TCVN 7861:2008 (ISO 2710-1:2000), định nghĩa 11.1).

### **2.3.5. Tốc độ không tải nhanh (fast idling speed)**

$n_{i,f}$

Tốc độ không tải thấp nhất điều chỉnh được, sau khi được tăng cao

CHÚ THÍCH: Tốc độ này thường được sử dụng cho khởi động nguội động cơ và trong thời gian làm nóng động cơ. Có thể đạt được tốc độ này bằng điều chỉnh tay hoặc điều chỉnh tự động.

(TCVN 8273-7:2009 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.6.1.13).

### **2.3.6. Tốc độ nổ khởi động (firing speed)**

$n_{sf}$

Tốc độ động cơ mà một động cơ phải được tăng tốc từ trạng thái nghỉ bằng cách sử dụng một nguồn cung cấp năng lượng bên ngoài tách ly khỏi hệ cung cấp nhiên liệu trước khi động cơ tự vận hành.

(TCVN 7861-1:2008 (ISO 2710-1:2000), định nghĩa 11.1.5).

CHÚ THÍCH: Tốc độ nổ khởi động phụ thuộc vào các điều kiện vận hành và điều kiện môi trường của động cơ trong quá trình khởi động và phụ thuộc vào loại hệ thống khởi động được sử dụng.

**2.3.7. Tốc độ không tải cao nhất điều chỉnh được dựa trên tốc độ quá tải** (highest adjustable no-load speed based on overload speed)

$n_{i,ov}$

Tốc độ cao nhất của động cơ ở chế độ ổn định, không có tải tại cùng một chỉnh đặt tốc độ như đối với tốc độ quá tải.

CHÚ THÍCH: Đối với các bộ phát điện, có thể lựa chọn tốc độ này bằng cơ cấu chỉnh đặt tốc độ của bộ điều khiển tốc độ (xem TCVN 9729-5 (ISO 8528-5)).

**2.3.8. Tốc độ không tải** (no-load speed)

$n_i$

Tốc độ động cơ ở chế độ ổn định không có tải.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận từ TCVN 7861-1:2008 (ISO 2710-1:2000), định nghĩa 11.1.14.

**2.3.9. Tốc độ điều chỉnh được thấp nhất** (lowest adjustable speed)

$n_{p,min}$

Tốc độ thấp nhất của động cơ ở chế độ ổn định có thể được lựa chọn bởi cơ cấu chỉnh đặt tốc độ với động cơ được nối và làm việc theo đường cong của thiết bị đẩy hoặc đường cong công suất khác được quy định.

**2.3.10. Tốc độ không tải điều chỉnh được thấp nhất** (lowest adjustable no-load speed)

$n_{i,min}$

**Tốc độ không tải thấp** (low idling speed)

Tốc độ không tải thấp nhất của động cơ ở chế độ ổn định, không có tải tại cùng một chỉnh đặt tốc độ như đối với tốc độ thấp nhất điều chỉnh được.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các bộ phát điện, có thể lựa chọn tốc độ này bằng cơ cấu chỉnh đặt tốc độ của bộ điều khiển tốc độ (xem TCVN 9729-5 (ISO 8528-5)).

CHÚ THÍCH 2: Chấp nhận từ TCVN 8273-7:2013 (ISO 9767-7:2005), định nghĩa 3.6.1.8

**2.3.11. Tốc độ toàn tải liên tục thấp nhất** (lowest continuous full-load speed)

$n_{r,l}$

Tốc độ động cơ thấp nhất cho phép ở chế độ ổn định và công suất toàn tải (cần điều khiển nhiên liệu ứng với công suất danh định).

**2.3.12. Tốc độ liên tục thấp nhất ở công suất từng phần** (lowest continuous speed at partial power)

$n_{p,l}$

Tốc độ liên tục thấp nhất cho phép của động cơ trên đường cong công suất đầy hoặc trên đường cong công suất khác được quy định.

### **2.3.13. Tốc độ ở momen xoắn lớn nhất (speed at maximum torque)**

$n_{tq}$

Tốc độ ở momen xoắn lớn nhất và vị trí nhiên liệu cực đại, bao gồm cả chỉnh đặt nhiên liệu cho momen xoắn bổ sung thêm, nếu thích hợp.

### **2.3.14. Tốc độ không tải dựa trên tốc độ ở công suất từng phần (no-load speed based on speed at partial at partial power)**

$n_{l,p}$

Tốc độ động cơ ở chế độ ổn định, không có tải, tại cùng một chỉnh đặt tốc độ như đối với tốc độ ở công suất từng phần.

### **2.3.15. Tốc độ quá tải (overload speed)**

$n_{ov}$

Tốc độ tại đó động cơ cung cấp công suất quá tải do nhà sản xuất công bố.

### **2.3.16. Tốc độ ở công suất từng phần (speed at partial power)**

$n_p$

**Tốc độ động cơ ở chế độ ổn định giữa tốc độ được công bố và tốc độ thấp nhất điều chỉnh được.**

### **2.3.17. Tốc độ khởi động (starting speed)**

$n_s$

Tốc độ lớn nhất của động cơ mà động cơ (cùng với thiết bị phụ được nối ghép cơ khí) có thể được tăng tốc bởi hệ thống khởi động khi cơ cấu cấp nhiên liệu ở vị trí dừng.

CHÚ THÍCH 1: Tốc độ nổ khởi động và tốc độ khởi động phụ thuộc vào môi trường và điều kiện làm việc của động cơ trong quá trình khởi động động cơ và vận hành hệ thống khởi động.

CHÚ THÍCH 2: Tốc độ khởi động có thể chịu ảnh hưởng bởi các yêu cầu về công suất của thiết bị phụ thuộc và phải cao hơn tốc độ nổ khởi động.

## **2.4. Động lực học của tốc độ (dynamic speed behaviour)**

### **2.4.1. Tốc độ vượt quá (overshoot speed)**



$n_{d, \max}$

Tốc độ chuyển tiếp lớn nhất của động cơ xuất hiện do sự thay đổi từ công suất cao hơn tới công suất thấp hơn hoặc sự thay đổi của chỉnh đặt tốc độ từ tốc độ thấp hơn tới tốc độ cao hơn.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận từ TCVN 8273-7:2012 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.6.2.2.

#### 2.4.2. Thời gian phục hồi tốc độ ở chế độ tăng tải (speed recovery time on load increase)

$t_{n, \text{in}}$

#### Thời gian phục hồi tốc độ ở chế độ giảm tải (speed recovery time on load decrease)

$t_{n, \text{de}}$

Khoảng thời gian giữa điểm bắt đầu từ dải tốc độ ở chế độ ổn định sau một thay đổi tải trọng quy định đến khi lại đi vào tốc độ ổn định trong dải tốc độ quy định ở chế độ ổn định tại một tốc độ mới.

#### 2.4.3. Chênh lệch của tốc độ chuyển tiếp (so với tốc độ ban đầu) khi tăng tải (-) hoặc khi giảm tải (+) (transient speed difference (from initial speed) on load increase (-) or on load decrease (+))

$\Delta n_{\text{dyn}}$

Chênh lệch tốc độ tức thời giữa tốc độ non tải (hoặc vượt tải) và tốc độ ban đầu trong quá trình điều chỉnh theo sự thay đổi của tải trọng.

CHÚ THÍCH: Chênh lệch tốc độ được biểu thị theo phần trăm của tốc độ này. Dấu âm liên tục tới tốc độ non tải sau khi tăng tải và dấu dương liên quan tới tốc độ vượt tải sau khi giảm tải.

$$\left[ \Delta n_{\text{dyn}}^- = \frac{n_{d, \text{min}} - n_{i, p}}{n_p} \times 100 \right]$$

$$\left[ \Delta n_{\text{dyn}}^+ = \frac{n_{d, \text{max}} - n_{i, p}}{n_p} \times 100 \right]$$

#### 2.4.4. Tốc độ giảm tải (undershoot speed)

$n_{d, \text{min}}$

Tốc độ chuyển tiếp nhỏ nhất của động cơ xuất hiện do sự thay đổi từ công suất thấp hơn tới công suất cao hơn hoặc sự thay đổi của chỉnh đặt tốc độ từ tốc độ cao hơn tới tốc độ thấp hơn.

CHÚ THÍCH: Chấp nhận từ TCVN 8273-7:2013 (ISO 7967-7:2005), định nghĩa 3.6.2.1.

#### 2.5. Ký hiệu và ký tự (symbols and subscripts)

### 2.5.1. Ký hiệu (symbols)

c	Hằng số để tính toán dải tốc độ ở chế độ ổn định
m	Hằng số cho các số mũ để tính toán dải tốc độ ở chế độ ổn định
Pa	Công suất thực của một động cơ
Pr	Công suất công bố (định mức) của một động cơ
Dn	Chiều rộng của hình bao độ dao động tốc độ khi công suất không đổi quanh giá trị trung bình
ảPa	Tổng các công suất thực của tất cả các động cơ được vận hành đồng thời
ảPr	Tổng các công suất công bố (định mức) của tất cả các động cơ được vận hành đồng thời.

### 2.5.2. Ký tự (subscripts)

a	Thực
c	Nối (vào khớp)
de	Giảm
dyn	Động lực
f	Đầy tải (toàn tải)
i	Không tải (chạy không)
in	Tăng
l	Thấp nhất
n	Tốc độ
ov	Quá tải
p	Công suất cục bộ
r	Được công bố (định mức)
s	Khởi động

sf	Đánh lửa (nổ)
st	Sai lệch tĩnh (Độ sụt giảm)
tq	Momen xoắn

### 3. Phân loại các hệ thống điều khiển tốc độ

**3.1.** Các đặc tính chủ yếu sau đây dùng để phân loại và đánh giá các hệ thống điều khiển tốc độ:

- a) có cảm biến tốc độ và khuếch đại tín hiệu đầu ra;
- b) Tính động lực học (hãm truyền);
- c) Chức năng liên quan đến ứng dụng của động cơ

Ngoài ra, điều quan trọng là phải biết kiểu của động cơ chỉnh đặt tốc độ được sử dụng.

**3.2.** Ví dụ về các hệ thống điều tốc liên quan tới động cơ cháy do nén, xem Hình 4 và 5. Ví dụ về động cơ đốt trong kiểu pittông tại tốc độ không đổi, xem TCVN 9729-2:2013 (ISO 8582-2:2005), Hình 1.

### 4. Động lực học của tốc độ

Tính động lực học của tốc độ (xem Hình 6) phụ thuộc vào:

- a) hệ tăng áp tuabin của động cơ đốt trong kiểu pit tông;
- b) áp suất có ích trung bình có hiệu quả,  $p_{me}$  của động cơ đốt trong kiểu pit tông tại công suất được công bố;
- c) cách vận hành của bộ điều khiển tốc độ;
- d) cách vận hành của máy móc được dẫn động;
- e) quán tính quay của động cơ đốt trong kiểu pit tông và máy được dẫn động;
- f) sự nối giữa động cơ đốt trong kiểu pit tông và máy được dẫn động.

Vì nhà sản xuất động cơ không biết được cụ thể cách vận hành của máy được dẫn động cho nên tiêu chuẩn này không giới thiệu các đặc tính kỹ thuật hoặc các giá trị cho chế độ chuyển tiếp của động cơ.

### 5. Các quy định khác và các yêu cầu bổ sung

Các điều dưới đây được thêm vào các yêu cầu được cho trong Điều 6 đến Điều 8.

- Đối với các động cơ sử dụng trên tàu thủy và các thiết bị công trình biển phải tuân theo các nguyên tắc của hội phân cấp thì phải tuân theo các yêu cầu bổ sung của hội phân cấp. Khách hàng phải được lựa chọn hệ thống phân cấp trước khi đặt hàng.

- Đối với các động cơ không được phân cấp thì trong mỗi trường hợp, yêu cầu bổ sung này phải tuân theo sự thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Nếu phải đáp ứng các yêu cầu đặc biệt từ các quy định của bất cứ cơ quan có thẩm quyền nào khác (Ví dụ, cơ quan kiểm tra và/hoặc cơ quan pháp luật) thì khách hàng phải được lựa chọn cơ quan có thẩm quyền này trước khi đặt hàng.

Bất cứ các yêu cầu bổ sung nào khác phải tuân theo sự thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng

## **6. Yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống điều khiển tốc độ**

Khách hàng hoặc nhà sản xuất động cơ phải quy định các yêu cầu về các giá trị giới hạn vận hành và độ chính xác của hệ thống điều khiển tốc độ phù hợp với điều 8. Nhà sản xuất động cơ thường lựa chọn hệ thống điều khiển tốc độ để đáp ứng các yêu cầu này.

Phạm vi chỉnh đặt tốc độ ( $Dn_s$ ) được xác định trong thỏa thuận giữa nhà sản xuất động cơ và khách hàng tùy thuộc vào ứng dụng của động cơ (xem các Hình 4 và 5).

Trong trường hợp vận hành song song tất cả các động cơ trên một trục, phân bố tải của động cơ tùy thuộc vào độ sụt giảm của tốc độ và độ chính xác của bộ điều tốc. Khi sử dụng thiết bị phân bố tải tự động, các giá trị giới hạn có thể được giảm. Khi điều chỉnh bộ điều tốc và cơ cấu chỉnh đặt tốc độ, các giá trị giới hạn của công suất thấp nhất của động cơ tại tốc độ thấp nhất điều chỉnh được và công suất được khai báo tại tốc độ được khai báo sẽ nhỏ hơn. Để giữ các giá trị giới hạn khi phân bố tải, độ sụt giảm của tốc độ phải nằm trong giới hạn được cho trong Bảng 1.

## **7. Thử nghiệm hệ thống điều khiển tốc độ**

Hệ thống điều khiển tốc độ phải được thử trong quá trình thử nghiệm thu hoặc, nếu cần, trong quá trình thử vận hành của động cơ được nối với máy được kéo theo thỏa thuận trong hợp đồng (xem ISO 3046-1). Các giá trị giới hạn phải được kiểm tra và ghi lại.

## **8. Phân loại tính năng và các giá trị giới hạn ở chế độ ổn định của hệ thống điều khiển tốc độ**

Vì tính năng động lực học của hệ thống điều khiển tốc độ phụ thuộc vào ứng dụng và máy được kéo theo cho nên chỉ sử dụng các giá trị giới hạn ở chế độ ổn định được đưa ra trong tiêu chuẩn này (xem Bảng 1). Các giá trị giới hạn đối với các máy phát điện được giới thiệu trong TCVN 9729-2:2013 (ISO 8258-5:2005), Điều 16.

Các yêu cầu về độ chính xác điều chỉnh được quy định cho bốn cấp tính năng sau:

- M1: Yêu cầu thấp của độ chính xác điều khiển tốc độ trên một phạm vi rộng của tốc độ động cơ;
- M3: Yêu cầu cao của độ chính xác điều khiển tốc độ trên một phạm vi rộng của tốc độ động cơ;
- M4: Yêu cầu theo sự thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Khách hàng nên chọn cấp tính năng tối thiểu đáp ứng được yêu cầu của mình.

**CHÚ THÍCH:** Độ chính xác vận hành của bộ điều khiển tốc độ chịu ảnh hưởng của sự tích nhiệt trong bộ điều khiển tốc độ và sự thay đổi tải của động cơ đột trong kiểu pít tông. Do đó, tất cả các phép đo phải được thực hiện ở nhiệt độ ổn định và tải trọng không thay đổi.

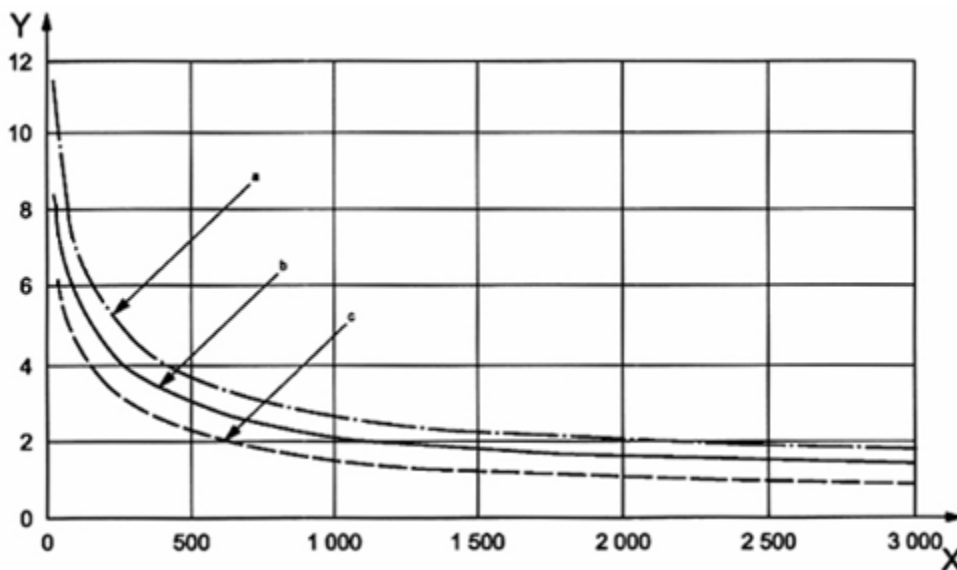
Nhà sản xuất động cơ phải công bố khoảng thời gian thông thường cần thiết sau khi khởi động động cơ để xác lập khả năng điều chỉnh được trong các giá trị giới hạn quy định trong Bảng 1.

Tùy theo ứng dụng của động cơ, khi không có yêu cầu về khoảng thời gian bình thường nêu trên hoặc phải giảm khoảng thời gian này thì khoảng thời gian và các biện pháp kỹ thuật cần phải có phải tuân theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

**Bảng 1 – Các giá trị giới hạn làm việc (vận hành)**

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Các giá trị giới hạn cho vận hành đối với cấp <sup>a)</sup> tính năng						
			M1 <sup>b)</sup>		M2 <sup>c)</sup>		M3		M4
Độ sụt giảm tốc độ được công bố <sup>d)</sup> (xem 2.2.1)	$dn_{st,r}$	%	£ 15		£ 10		£ 5		AMC <sup>e)</sup>
Dải tốc độ chế độ ổn định (xem 2.2.9)	$bn$	%	Xem Hình 1		Xem Hình 2		Xem Hình 3		
Dải tốc độ chế độ ổn định của động cơ được nối với máy được dẫn động	-	-	$c$	$m$	$c$	$m$	$c$	$m$	AMC <sup>e)</sup>
$n < 0,5 = \frac{P_r}{P_r^f} >$	-	-	48	0,440	70	0,545	48	0,530	AMC <sup>e)</sup>
$n \geq 0,5 = \frac{P_r}{P_r^f} >$ và $P_r < 0,25 = \frac{P_r}{P_r^f} >$	-	-	39	0,455	49	0,540	40	0,550	AMC <sup>e)</sup>
$n \geq 0,5 = \frac{P_r}{P_r^f} >$ và $P_r \geq 0,25 = \frac{P_r}{P_r^f} >$	-	-	48	0,440	70	0,545	48	0,530	AMC <sup>e)</sup>
Dải tốc độ chế độ ổn định của động cơ chạy ở tốc độ không tải thấp nhất điều chỉnh được	-	-	68	0,460	104	0,550	63	0,530	AMC <sup>e)</sup>
Mức độ thay đổi của sự chỉnh đặt tốc độ (xem 2.2.6)	$v_n$	%/s	AMC <sup>e)</sup>		AMC <sup>e)</sup>		AMC <sup>e)</sup>		AMC <sup>e)</sup>

Sự phân bố tải trọng khi vận hành đồng thời (nhiều động cơ dẫn động một trục) <sup>g)</sup> (xem 2.2.2)	DP	%	£ 10	£ 10	£ 10	AMC <sup>e)</sup>
CHÚ THÍCH: a) Các giá trị của các cấp A <sub>1</sub> và A <sub>2</sub> được cho trong TCVN 7144-4:2007 được xác định trong ISO 8528-5.						
b) Cấp tính năng M1 tương đương với cấp B <sub>2</sub> trong ấn phẩm trước đây của TCVN 7144-4 (ISO 3046-4).						
c) Cấp tính năng M2 tương đương với cấp B <sub>2</sub> trong ấn phẩm trước đây của TCVN 7144-4 (ISO 3046-4).						
d) Đối với một số ứng dụng, độ sụt giảm tốc độ được công bố bằng 0 % (điều chỉnh đẳng thời).						
e) AMC = theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.						
Đối với các hệ thống đẩy có các máy phát điện dẫn động cho trục, các biến đổi của tốc độ chuyển tiếp yêu cầu và sự phân bố tải trọng trong trường hợp vận hành đồng thời với một bộ phát điện phải theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.						
f) Do các điều kiện kĩ thuật (Ví dụ, các động cơ vận hành đồng thời có các công suất ra khác nhau với sự điều khiển tốc độ không đủ đặc tính thích nghi) thì có thể quy định giá trị DP cao hơn theo thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng. Tuy nhiên trong các trường hợp này, công suất ra cho phép của động cơ nhỏ hơn tương ứng với điều kiện vận hành có liên quan không được vượt quá quy định.						



CHÚ DẪN

X Tốc độ được công bố,  $n_r$ , min<sup>-1</sup>

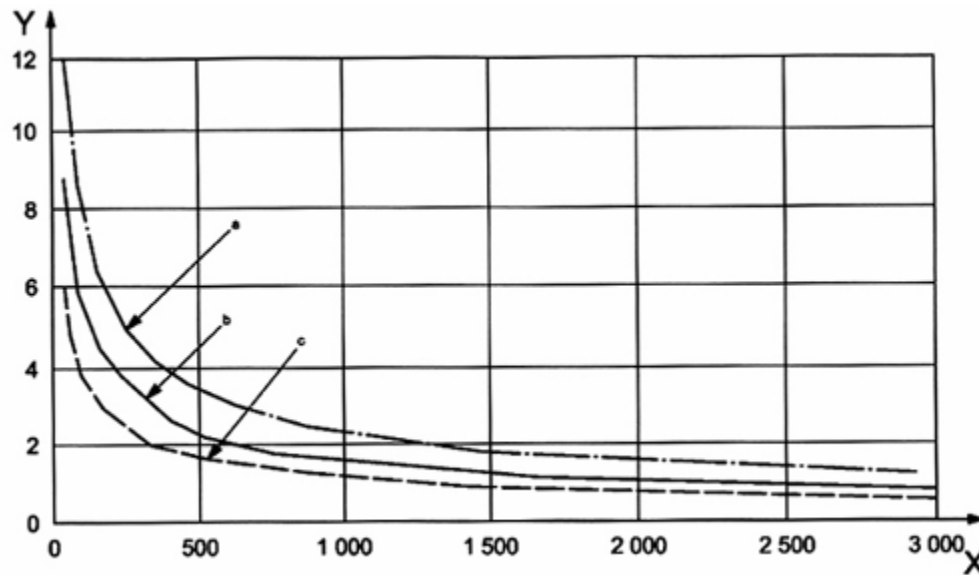
Y Dải tốc độ ở chế độ ổn định,  $b_n$  (%)

<sup>a</sup> Động cơ không nối với máy được dẫn động

<sup>b</sup>  $n < n_r$ , hoặc  $n \geq 0,5 n_r$ , và  $P < 0,25 P_r$

<sup>c</sup>  $n \geq 0,5 n_r$  và  $P \geq 0,25 P_r$

Hình 1 – Các giá trị giới hạn vận hành đối với cấp tính năng M1



## CHÚ DẪN

X Tốc độ được công bố,  $n_r$ , min<sup>-1</sup>

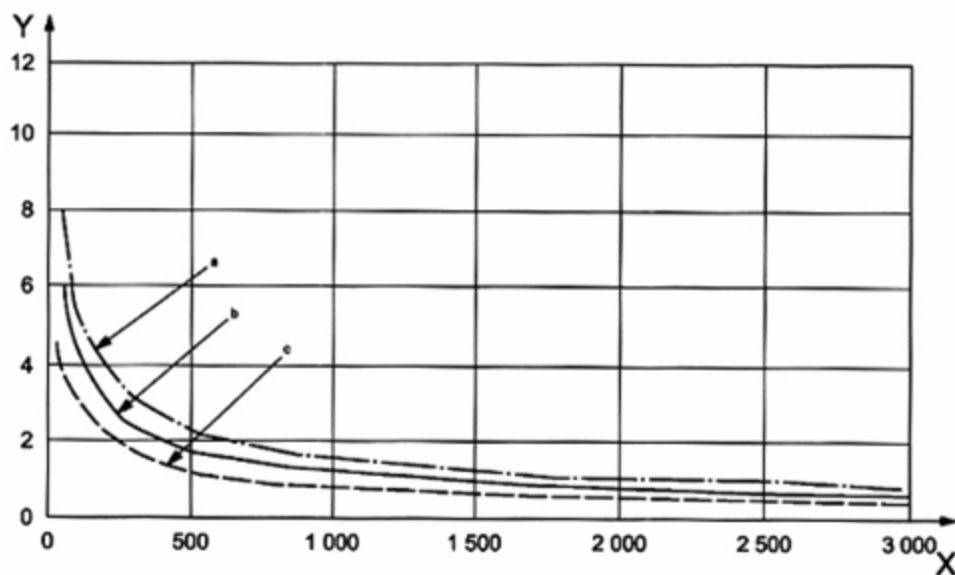
Y Dải tốc độ ở chế độ ổn định,  $b_n$  (%)

<sup>a</sup> Động cơ không nối với máy được dẫn động

<sup>b</sup>  $n < n_r$ , hoặc  $n \geq 0,5 n_r$ , và  $P < 0,25 P_r$

<sup>c</sup>  $n \geq 0,5 n_r$  và  $P \geq 0,25 P_r$

Hình 2 – Các giá trị giới hạn vận hành đối với cấp tính năng M2



### CHÚ DẪN

X Tốc độ được công bố,  $n_r$ , min<sup>-1</sup>

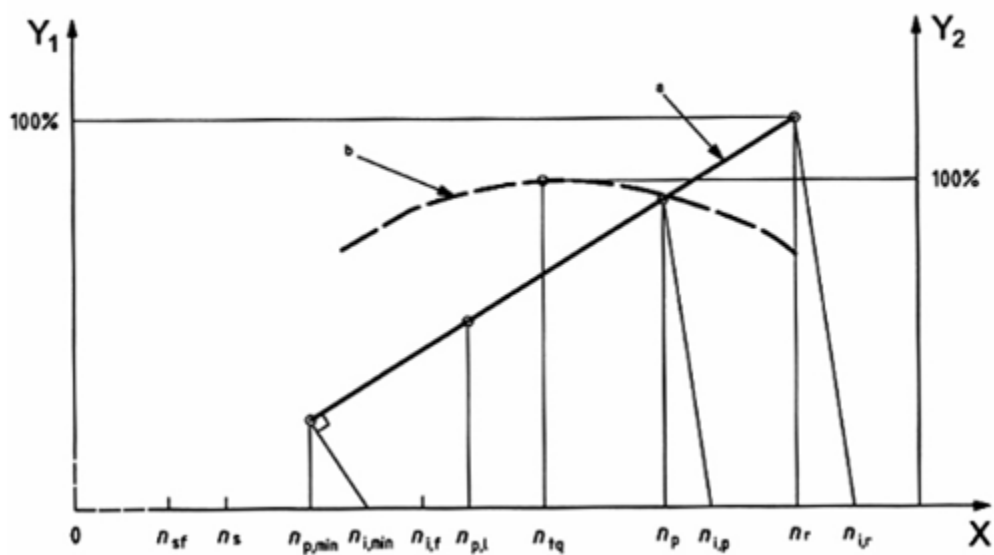
Y Dải tốc độ ở chế độ ổn định,  $b_n$  (%)

<sup>a</sup> Động cơ không nối với máy được dẫn động

<sup>b</sup>  $n < n_r$ , hoặc  $n \geq 0,5 n_r$  và  $P < 0,25 P_r$

<sup>c</sup>  $n \geq 0,5 n_r$  và  $P \geq 0,25 P_r$

Hình 3 – Các giá trị giới hạn vận hành đối với cấp tính năng M3





## CHÚ DẪN

X Tốc độ động cơ,  $n$ , ( $\text{min}^{-1}$ )

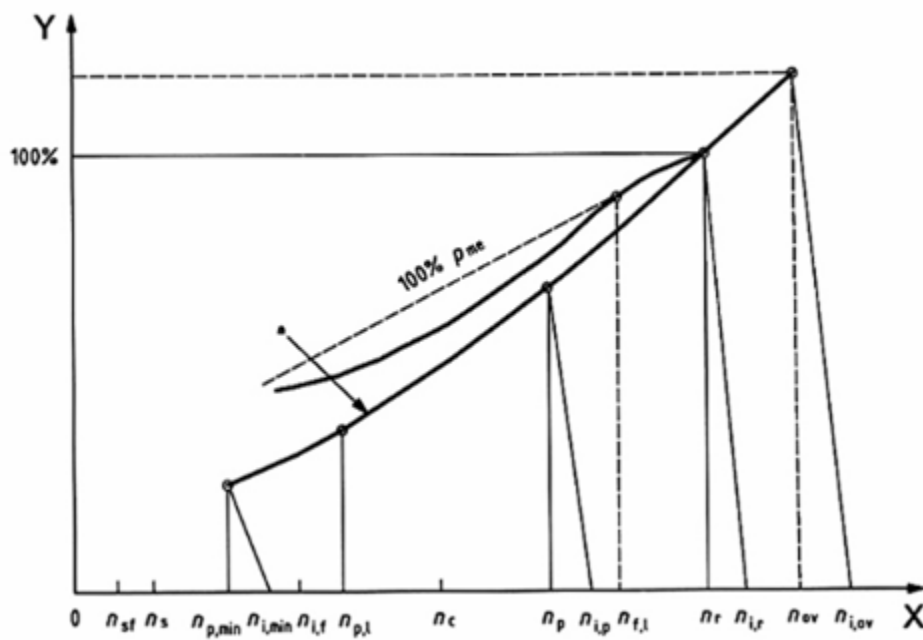
$Y_1$  Công suất động cơ

$Y_2$  Momen động cơ

<sup>a</sup> Đường cong công suất động cơ

<sup>b</sup> Đường cong momen động cơ

Hình 4 – Động cơ dầu cháy do nén có vị trí cần điều chỉnh xác định



## CHÚ DẪN

X Tốc độ động cơ,  $n$ , ( $\text{min}^{-1}$ )

Y Công suất động cơ

<sup>a</sup> Đường cong chân vịt danh nghĩa

Hình 5 – Động cơ dầu nén cháy cùng với thiết bị đẩy (chân vịt) có bước cố định



[6] TCVN 9729-2:2013 (ISO 8528-2:2005), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 2: Động cơ*.

[7] TCVN 9729-5:2013 (ISO 8528-5:2005), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 5: Tổ máy phát điện*.