

როტორზე სამფაზა ავზნების გრაგნილიანი ვენტილური ძრავის განტოლებები სვლადთა გასაშუალოებული მნიშვნელობებისათვის

გრიგოლ ხარშილაძე, სტუ-ს დოქტორანტი

რეზიუმე

სტატიის გამოყვანილია ვენტილური ძრავის განტოლებები ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნის მეტოდის გამოყენებით სიდიდეთა გასაშუალოებული მნიშვნელობებისათვის. მიღებული განტოლებები შეიძლება გამოყენებულ იქნას დამყარებული და გარდამავალი რეჟიმების გასაანგარიშებლად. მეტოდი საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ ძრავას მუშა მახასიათებლები. ყველა ძირითადი პარამეტრის გათვალისწინებით.

საკვანძო სიტყვები: ვენტილური ძრავა, კომუტატორი, ნახევრადგამტარი, გადამრთველი, გარდაქმნის მატრიცა.

Резюме

В статье выведены комплексные уравнения переходных процессов вентильного двигателя с трёх фазной обмоткой возбуждения на роторе. Уравнения являются общими для установившихся и переходных режимов. Метод дает возможность определить рабочих характеристик двигателя с учетом всех его параметров

Ключевые слова: Вентильный двигатель, коммутатор, полупроводниковый переключатель, матрица преобразования.

ვენტილური ძრავი წარმოადგენს სამფაზა ასინქრონულ მანქანას ფაზური როტორით. ძრავის სტატორზე განლაგებულია ბოგური სქემით შეერთებული კომუტატორი სრულად მართვად ნახევარგამტარ გადამრთველებზე. გადამრთველები შეიძლება აგებული იქნას მძლავრ ტრანზისტორებზე ან სრულად მართვად ჩიჟ ტიპის ტირისტორებზე. სტატორის გრაგნილი შეერთებულია ვარსკვლავად და მისი ფაზების გადართვა ხორციელდება ნახევარგამტარი გადამრთველებით მართვის იმპულსების მიწოდების მიმდევრობის მიხედვით. მანქანაში ერთმანეთის მიმდევრობით გვაქვს ორი რეჟიმი: არაკომუტაციური და კომუტაციური. არაკომუტაციურ რეჟიმში სტატორის გრაგნილის ორი ფაზა მიმდევრობით ჩაირთვება, კომუტაციურ რეჟიმში სტატორის გრაგნილის ერთი ფაზიდან მეორეში ხდება დენის გადასვლა.

მანქანის ინტეგრალური მახასიათებლების გასაანგარიშებლად მიზანშეწონილია ცვლადთა

(დენის, ძაბვის, ნაკადთშეხების) გასაშუალოებული მნიშვნელობების გამოყენება სიდიდეთა კომპლექსური გარდაქმნის მეტოდთან შეთავსებით. [1].

გამოვიყენოთ აღნიშნული მეტოდიკა ზემოთყვანილი ვენტილური ძრავისათვის არაკომუტაციურ რეჟიმში სტატორისა და როტორის წრედებისათვის ცვლადთა მყისი მნიშვნელობებისათვის გვაქვს შემდეგი წონასწორობის განტოლებები:

$$\begin{aligned} u_k^s &= r^s i_k^s + \frac{d\psi_k^s}{dt} \quad (k=1,2) \\ u_k^r &= r^r i_k^r + \frac{d\psi_k^r}{dt} \quad (k=1,2,3) \end{aligned} \quad (1)$$

სტატორისა და როტორის ფაზების ნაკადთშეხებისათვის გვაქვს:

$$\begin{aligned} \psi_k^s &= L_s^s i_k^s + \sum_{t=1}^2 M^s i_t^s \cos(\alpha_t^s + \theta_s - \beta_k^s) + \\ &+ \sum_{t=1}^3 M^s i_t^r \cos(\alpha_t^r + \theta_r - \beta_k^s) \quad (k=1,2) \\ \psi_k^r &= L_s^r i_k^r + \sum_{t=1}^3 M^r i_t^r \cos(\alpha_t^r - \alpha_k^r) + \\ (2) \quad &+ \sum_{t=1}^2 M^s i_t^s \cos(\alpha_t^s + \theta_s - \theta_r - \alpha_k^r) \quad (k=1,2,3) \end{aligned}$$

სადაც

$$\beta_k^s = \alpha_k^s + \theta_s = \alpha_k^s + (k-1)\frac{\pi}{3} = \alpha_k^s + (k-1)\omega_s \Delta_s$$

წარმოადგენს კუთხეს, რომელიც განსაზღვრავს სტატორის ექვივალენტური ფაზის მდებარეობას, რომლის მაგნიტური ღერძი ბრუნავს სივრცეში კომუტატორის გადართვის შედეგად.

ω_s - სტატორის გრაგნილის გადართვის კუთხური სიხშირეა;

$$\Delta_s = \frac{\pi}{3\omega_s} \text{ - გადართვის შუალედია.}$$

დრო ტ წარმოადგენს შუალედების სახით,

მივიღებთ

$$t = (k-1)\Delta_s + \tau, \quad -\frac{\Delta_s}{2} < \tau < \frac{\Delta_s}{2}, \quad k = 1, 2, 3.$$

τ -შუალედის შიგნით დრო, რომელიც აითვლება თითოეული შუალედის დასაწყისიდან.

დროის თითოეული შუალედის შემდეგ სტატორის ექვივალენტური ფაზის მაგნიტური ღერძი ნახტომისებურად შემობრუნდება სივრცეში

$\frac{\pi}{3}$

კუთხით. იგი დროის შუალედის განმავლობაში არ იცვლის თავის მდებარეობას. ვთვლით, რომ კომუტაცია ხდება მყისიერად.

ასეთი დაშვების გამო β_k^s დროის ერთი შუალედიდან მეორეზე გადასვლისას იცვლება ნახტომისებურად. მეორე მხრივ დენების, ძაბვებისა და ნაკადთშებმების მყისი მნიშვნელობები და

როტორის მობრუნების θ_r კუთხე τ დროისაგან დამოკიდებულებით იცვლება უწყვეტად.

გასაშუალების მეთოდის გამოყენებით Δ_s შუალედში დენის და ნაკადთშებმა ტოლია ამ სიდიდეთა საშუალო მნიშვნელობისა. მანქანის მომჭერებზე მოდებული მუდმივი ძაბვა გასაშუალოებას არ საჭიროებს. შუალედში სიდიდეთა გასაშუალოებული მნიშვნელობები იქნება:

$$i_k^d = \frac{1}{\Delta_s} \int_{-\frac{\Delta_s}{2}}^{+\frac{\Delta_s}{2}} \psi_k^s d\tau; \quad i_k^d = \frac{1}{\Delta_s} \int_{-\frac{\Delta_s}{2}}^{+\frac{\Delta_s}{2}} i_k^d d\tau;$$

$$\psi_k^d = \frac{1}{\Delta_s} \int_{-\frac{\Delta_s}{2}}^{+\frac{\Delta_s}{2}} \psi_k^s d\tau; \quad \psi_k^d = \frac{1}{\Delta_s} \int_{-\frac{\Delta_s}{2}}^{+\frac{\Delta_s}{2}} \psi_k^r d\tau;$$

მოვახდინოთ (1) და (2) განტოლებების თითოეული წევრის ინტეგრირება τ ცვლადით და შედეგები გავყოთ Δ_s -ზე, გასაშუალოებული სიდიდეებისათვის მივიღებთ (ინტეგრირებისას θ_s და θ_k^s მიჩნეულია მუდმივ სიდიდეებად):

$$u_k^d = r^s i_k^d + \left[\frac{d\psi_k^d}{dt} \right]_{\beta_k^s} \quad (k=1,2) \quad (3)$$

$$u_k^d = r^r i_k^d + \frac{d\psi_k^d}{dt} \quad (k=1,2,3)$$

$$\begin{aligned} \psi_k^d &= L_s^s i_k^d + \sum_{t=1}^2 M^s i_t^d \cos(\alpha_t^s + \theta_s - \beta_k^s) + \\ &+ \sum_{t=1}^3 K_1 M^s i_t^d \cos(\alpha_t^r + \theta_r - \beta_k^s), \\ \psi_k^d &= L_s^r i_k^d + \sum_{t=1}^3 M^r i_t^d \cos(\alpha_t^r - \alpha_k^r) + \\ &+ \sum_{t=1}^2 K_1 M^s i_t^d \cos(\alpha_t^s + \theta_s + \theta_r - \alpha_k^r), \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც

$$K_1 = \frac{\frac{1}{\Delta_s} \int_{-\frac{\Delta_s}{2}}^{+\frac{\Delta_s}{2}} \cos(\alpha_t^r + \theta_r - \beta_k^s) d\tau;}{\cos(\alpha_t^r + \theta_r - \beta_k^s)} = \frac{\sin \omega_r \frac{\Delta_s}{2}}{\omega_r \frac{\Delta_s}{2}}$$

წარმოადგენს გასაშუალოების კოეფიციენტს. მოვახდინოთ ნაკადთშებმების დიფერენცირება

და შედეგებში ჩავსვათ $\beta_k^s = \alpha_k^s + \theta_s$.

შემდგომში გასაშუალოების α ინდექსი გამოტოვებულია და ცვლადებში ნაგულისხმებია მათი გასაშუალოებული მნიშვნელობა გადართვის შუალედში.

(3) და (4) განტოლებების მიმართ გამოვიყენოთ ცვლადთა კომპლექსური გარდაქმნა, მივიღებთ განტოლებებს ახალ კომპლექსური ცვლადებით. სტატორის კოორდინატთა სისტემაში

სადაც

