

ხიდური აგრეგატის ზოგიერთი ძალურ-ენერგეტიკული მაჩვენებლის გაანგარიშება

რანი ჭაბუკიანი-ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი-ემერიტუსი
თემურ ლეშკაშელი-დოქტორანტი

საკვანძო სიტყვები: ხიდური აგრეგატი; ამპრავი; ტექნოლოგიური მოდული; კუთხური სინქარე; მგრეხავი მომენტი; ინერციის მომენტი; მექანიკური მახასიათებელი; ასინქრონული ძრავა; გარდამავალი პროცესი; ტრანსმისია.

რეზიუმე:

ნაშრომში განხილულია ხიდური აგრეგატის, როგორც დაბალდეროიანი სასოფლო - სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოების ჩატარებისათვის საჭირო მობილური აგრეგატი და მოცემულია მისი ძირითადი ძალურ-ენერგეტიკული პარამეტრების გაანგარიშების მეთოდიკა.

იმერეთის რეგიონის ცენტრალურ ნაწილში, დიდი ხანია ტრადიციულად იქცა მებოსტნეობა, რომელიც მოსახლეობის ძირითადი საარსებო წყაროა; ამას ხელი შეუწყო საუკეთესო ნიადაგობრივ-კლიმატურმა პირობებმა და წარმოებული ნედლეულის მაღალ საკვებ-ეკოლოგიურმა თვისებებმა; შედეგად ამ საქმეს დიდი ხანია გააჩნია სტაბილური ბაზარი, როგორც ქვეყნის შიგნით ასევე გარეთ.

ცნობილია, რომ ბოსტნეული კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოები შრომატევადია, მოუხერხებელი და ძნელად ემორჩილება მექანიზაციის სამუშაოების გამოყენებას, რის გამოც აქ დომინირებს ხელის მძიმე შრომა.

ბოსტნეული და დაბალდეროიანი კულტურების წარმოების მოცულობის გაზრდის მიზნით მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ენრეგის წყაროს ე.წ. „ხიდური აგრეგატების“ (ხა) გამოყენება. იგი ისე, როგორც ევროპის ქვეყნებში, ასევე ჩვენთანაც შეიძლება დაინერგოს, განსაკუთრებით მცირე ნაკვეთებზე დახურულ და ღია გრუნტის - კერძო, სააგარაკო, ფერმერულ მეურნეობების პირობებში. ხა ხელს შეუწყობს აღნიშნული კულტურების წარმოების საქმეში ისეთი აუცილებელი ოპერაციების ჩატარებას, როგორებიცაა ნიადაგის მთლიანი და რიგთაშორისების დამუშავება, თესვა და სასუქის შეტანა, მორწყვა, ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლება, ნედლეულის შრობა და სხვა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და საინტერესოა ხა-ის გამოყენებით ნიადაგის დამუშავება, რომლის ხარისხობრივმა მაჩვენებელმა უნდა უზრუნველყოს, ისედაც ძალიან სუსტი მცენარის აღმოცენება. გარდა ამისა, უადრესად საინტერესოა, ნიადაგ გადამამუშავებელი ფრეზების გამოყენება ხა-ზე დაკიდებულ მდგომარეობაში, რომელიც აბსოლუტურად განსხვავებული იქნება სატრაქტორო აგრეგატების ძალური ენერგეტიკული, ეკოლოგიური, ეკონომიკური და სხვა ერთსახელა პარამეტრებისაგან.

სურათზე მოცემულია გასული საუკუნის ბოლოს ქ. ქუთაისში ელექტროინჟინერ გ.ხელაძის მიერ ორგანიზებული ხა-ი, რომელიც შექმნილია პრინციპით „მომეცი, მომეცი-შემდეგ გავსწორდებით“. ამის გამო, იგი შორსაა კონსტრუირებისა და საინჟინრო გაანგარიშებისას ოპტიმიზაციის მეთოდებისგან. (იხ.სურათი 1).

სტატია ეძღვნება ზემოთაღნიშნული კულტურების მოვლა-მოყვანის სამუშაოების მექანიზაციის საქმეში რესურსდამზოვი ხა-ის გამოყენების ეფექტიანობას შეძლებული ფერმერული მეურნეობის პირობებში.

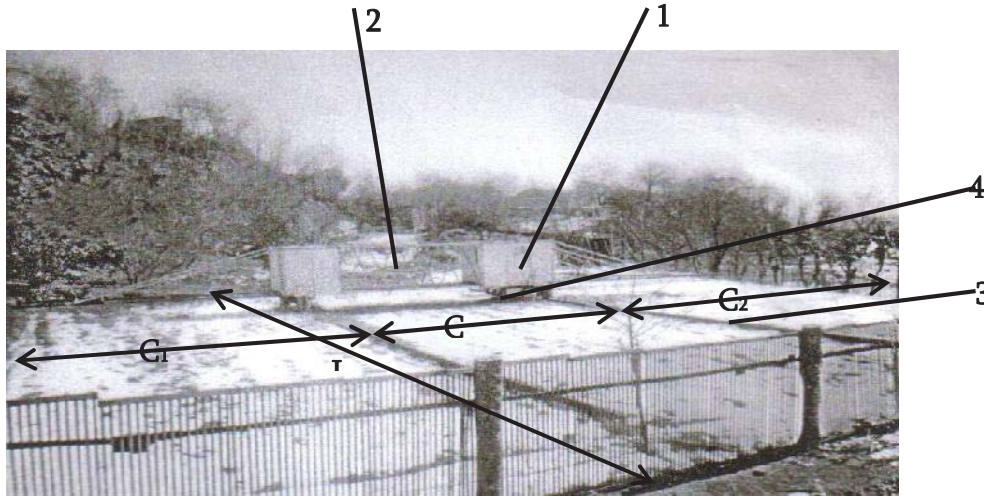
სამეცნიერო-კვლევითი თვალსაზრისით ხა-ი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. ელექტროძრავების ბრუნვათა რიცხვის რეგულირების შესაძლებლობა საშუალო დიაპაზონში (3:1). ამ პროცესში ადვილდება ხა-ის დამუხრუჭების პროცესი, რაც დადებითად მოქმედებს მის ტექნოლოგიურ საიმედოობაზე;

2. ამპრავს უნდა ჰქონდეს საკმაოდ ხისტი მახასიათებელი, რომ არ მოხდეს რეგულირებების შეფერხება რეჟიმების ცვლის დროს;

3. ე.წ. გარდამავალ პროცესების დროს უნდა შეიზღუდოს აჩქარებები. დასაშვებ ზღვრებში; საუბარია ისეთ მოვლენებზე, რომლებიც ხშირად შეიძლება იჩინოს თავი ხა-ის მუშაობის პროცესში სხვადასხვა რეჟიმების დროს სავალი თვლების ბუქსაობის ან გაქანების დროს, ან მყისიერი დამუხრუჭებისას.

4. ელექტროამძრავს უნდა ჰქონდეს რვეერსირების შესაძლებლობა, როგორც ძრავის მუშაობის, ასევე დამუხრუჭების პროცესში.



სურ 1. ხიდური აგრეგატის საერთო ხედი

1. ადგილობრივი სახელოსნო; 2. ხმ-ის ფერმები; 3. რელსები; 4. ტექნოლოგიური მოდული.

C_1 - მარცხენა ნაკვეთი; C_2 - მარჯვენა ნაკვეთი, C - ცენტრალური ნაკვეთი;

$$F = (C_1 + C_2 + C) \quad L = (10 + 10 + 10) * 50 = 1500m^2$$

ხა-ში დინამიკური დატვირთვები წარმოიშობა სხვადასხვა რეჟიმების (გაშვება, გაჩერება, რვეერსი და სხვა) ცვლილებების პროცესში, როცა ძრავის მიერ განვითარებული მომენტის M შეწონასწორება სწარმოებს ძრავის ლილვზე განვითარებული სტატიკური მომენტით $M_{სტ}$ და ძალური მექანიზმების დინამიკური მომენტებით $M_{დინ}$ წარმოქმნილი ინერციის ძალებით. ზოგადად, ამ სისტემის მოძრაობის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე

$$\pm M = M_{დინ} \pm M_{სტ} \quad \dots (1)$$

დინამიკური მომენტის სიდიდე და მიმართულება $M_{დინ}$ განისაზღვრება M და $M_{სტ}$ სიდიდითა და მიმართულებით; ამიტომ ძრავას მომენტის დინამიკური შემადგენელი შეიძლება მოიძებნოს ფორმულით.

$$M_{დინ} = J_{\Sigma} \cdot d\omega / dt \quad \dots (2)$$

სადაც: J_{Σ} ძრავის ლილვზე დაყვანილი ჯამური ინერციის მომენტია კგმ², რომელიც მოიცავს ძრავის როტორის $J_{დ}$ ინერციისა და მბრუნავი და სწორხაზობრივ მოძრაობაში მყოფი მასების დაყვანილ ინერციის მომენტების ჯამს, $J_{დავ}$ კგმ²; $d\omega / dt$ ძრავის ლილვის კუთხური სიჩქარეა აჩქარებისა თუ დამუხრუჭების პროცესში, რად/ წმ. გაანგარიშების დროს ხშირად და მით უფრო ისეთ არატრადიციულ აგრეგატში, როგორიც ხა-ია, სხვადასხვა დეტალებისა და მექანიზმების ინერციის მომენტებს სიმცირის გამო, როცა $\omega \approx \omega_{დ}$ აღარ ანგარიშობენ, მაგრამ მათი გავლენისაგან თავის დაზღვევის მიზნით მაინც იღებენ კოეფიციენტს $K=1.15-1.2$, ანუ

$$J_{\Sigma} = KJ_{დ} + m_{\Sigma} \left(\frac{v}{\omega_{დ}} \right)^2 \quad \dots (3)$$

სადაც m_{Σ} -ხმ-ის სწორხაზობრივ მოძრაობაში მყოფი ელემენტების ჯამური მასაა, კგ.

ხმ-ის მექანიზმების აჩქარებისა თუ შენელების პროცესში, რედუქტორის გავლით წარმოებს სიმძლავრის გადაცემა, რათა შეიცვალოს მბრუნავი ნაწილების კინემატიკური ენერჯიის მარაგი.

ამასთან დაკავშირებით მექანიკურ გადაადგილებაზე ენერჯის დანაკარგი გარდამავალ პროცესებისას იზრდება, რაც გვამიძღვებს გავითვალისწინოთ მე-3 ფორმულაში კიდევ ერთი მარჯიკმედების კოეფიციენტი η .

აჩქარების დროს ენერჯის ძალხაზი მიდის ძრავიდან ტრანსმისიისკენ, ხოლო დამუხრუჭების დროს პირიქით-ტრანსმისიიდან ძრავისკენ, ანუ შესაბამისად (3)-დან გვექნება

$$J_{\Sigma} = KJ_{\sigma} + \left[m_{\Sigma} \left(\frac{v}{\omega_{\sigma}} \right)^2 \right] / \eta ; \quad J_{\Sigma} = KJ_{\sigma} + m_{\Sigma} \left(\frac{v}{\omega_{\sigma}} \right)^2 \eta \quad \dots (4)$$

ამრიგად ხა-ის ტრანსმისიებში გარდამავალი პროცესების დროს წარმოქმნილი დანაკარგების გათვალისწინება გამორიცხავს უხეშ შეცდომებს ძრავის სიმძლავრის შერჩევის პროცესში.

ხა-ის ძრავას დატვირთვა როგორც ზემოთ აღინიშნა განპირობებულია შექმნილი წინააღმდეგობებით, რომელიც წარმოადგენს წონა ძალების, ხახუნის ძალებისა და ტექნოლოგიურ პროცესის წინააღმდეგობათა ჯამს და გამოითვლება ფორმულით [2]

$$N_{\Sigma} = \frac{10^{-3} G_{\Sigma} (\mu + f) V}{R \eta} \cdot K_1 \quad \text{კვტ.} \quad \dots (5)$$

სადაც G_{Σ} -ხა-ის საერთო წონაა, ნ; V -ხა-ის გადაადგილების სიჩქარე, მ/წმ ; R -ხა-ის სავალი თვლის რადიუსი, მ; μ - საყრდენ თვლებში ხახუნის კოეფიციენტი; f - გორვის წინაღობის კოეფიციენტი. ($G_{\Sigma}=11$ ტ; $V=0,5$ მ /წ მ ; $R=0,25$ მ ; $\mu=0,015-0,02$; $f = 0,0005-0,0012$).

დატვირთვის ხარისხის მიხედვით, განსხვავებით საქარხნო ხა-ისა, სამიზნე აგრეგატზე საჭიროა დამონტაჟდეს ასინქრონული ძრავა მიმდევრობითი აგზნებით, რომლის სტატიკური მომენტი იანგარიშება ფორმულით

$$M_{სტ} = \frac{N_{\Sigma} \cdot R \cdot 10^7}{V \cdot i} \quad \dots (6)$$

სადაც საანგარიშო ნომინალური კუთხური სიჩქარე იანგარიშება ცნობილი ფორმულით

$$\omega_{\sigma} = v_i / R \quad \dots (7)$$

აქ i ხა-ის ძრავსა და სავალ თვლებს შორის ჭია რედუქტორისა და ჯაჭვური გადაცემის საერთო გადაცემის რიცხვია და ჩვენი შემთხვევისთვის $i = 76$. ($i = \omega R / v$)

ფორმულით (5), (6) და (7) გავიანგარიშეთ შესარჩევი ელექტროძრავის სიმძლავრე, მახრუნი მომენტი და კუთხური სიჩქარე, შესაბამისად

$$N_{\sigma} = 3,3 \text{ კვტ.}; \quad M_{სტ} = 21,76 \text{ მ}, \quad \omega_{სტ} = 152 \frac{\text{რად}}{\text{წმ}}$$

ამ მონაცემების საფუძველზე [2] კატალოგებიდან შევარჩიეთ ძრავის სტანდარტული პარამეტრები: ძრავის მარკა 4A132S4, ასინქრონული 4A სერიით, მოკლე ჩართული როტორით 380/220V, 50 ჰერცი.

ძრავის პარამეტრებია:

$$N_{\sigma} = 4 \text{ კვტ.}, \quad n = 1330 \frac{\text{ბრ}}{\text{წმ}} (\omega = 152 \frac{\text{რად}}{\text{წმ}}); \quad \cos \varphi = 87,5,$$

$$\omega_{\sigma} / \omega_{სტ} = 1,05, \quad J = 0,0112 \text{ კვმ}^2, \quad \text{მასა } g = 42 \text{ კ გ.};$$

$$M_{გაბ} / M_{სტ} = 2; \quad M_{სივ} / M_{სტ} = 1.6; \quad M_{გაბ} / M_{სტ} = 2.4;$$

$$\text{ან შესაბამისად } \omega_{\sigma} = 1,05; \quad \omega_{სტ} = 159,6 \frac{\text{რად}}{\text{წმ}}; \quad M_{გაბ} = 2,4 M_{სტ} = 52,8 \text{ მ}$$

$$M_{სტ} = 2 * M_{სტ} = 43,4 \text{ მ}; \text{ ხოლო } \omega_{\sigma} \text{-ძრავას უქმი სვლის კუთხური სიჩქარეა}$$

შერჩეული ძრავის მექანიკური მახსიათებლის გარეგანი მრუდის ასაგებად ვისარგებლოთ აკად.რ.მახარობლიძის მიერ დამუშავებული თეორიით და შევირჩიოთ მრუდის აპროქსიმა-ლიი-სათვის წრფის განტოლება

$$M = A + B\omega \quad \dots (8)$$

სადაც კოეფიციენტი **A** და **B** გამოითვლებიან გამოსახულებებით

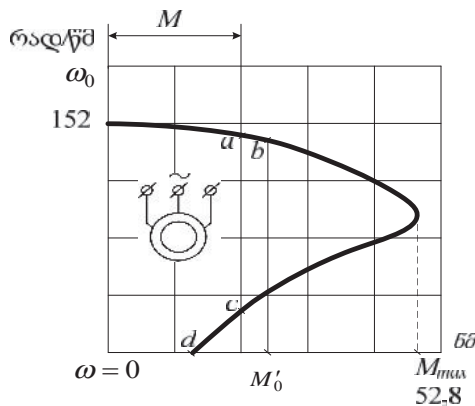
$$A = \frac{M_{5-6} \cdot \omega_0}{\omega_0 - \omega_{5-6}}; \quad B = \frac{M_{5-6}}{\omega_0 - \omega_5} \quad \dots\dots(9)$$

სათანადო მნიშვნელობების ჩასმის შედეგად $A=455,7$; $E=2,7$ (8) განტოლება მიიღებს სახეს
 $M = 455,7 - 2,7 \omega$ (10)

(10) განტოლება ამყარებს დამოკიდებულებას ელძრავის მგრეხავ მომენტსა და კუთხურ სიჩქარეს შორის. $M = f(\omega)$, ანუ ω -ს განსაზღვრულ სიდიდეს შეესაბამება მგრეხავი მომენტის შესაბამისი მნიშვნელობა;

შევადგინოთ სათანადო ცხრილი და ავაგოთ ხა-ის ელძრავის მექანიკური მახასიათებელი (იხ.ნახ)

ω_{5-6} , რად/წმ	152	140	130	120
M, ნმ	45,3	77,7	104,7	131,7



ნახ. 1. ასინქრონული ძრავას მექანიკური მახასიათებელი დამახასიათებელი წერტილებით

ხა-ი, ისე როგორც ნებისმიერი სასოფლო-სამეურნეო აგრევატი, განუწყვეტლივ იცვლის ხოლმე სამუშაო რეჟიმებს დატვირთვის მოხსნისას, გადატვირთვისას, დამუხრუჭებისას, ტექნოლოგიური პროცესის შეწყვეტისას და ა.შ. დინამიკის თვალსაზრისით ყველაზე საინტერესოა გადატვირთვა, როცა სწარმოებს ხა-ის ამძრავის მუშაობის შენელება წვეთით წინააღმდეგობის არა მარტო გაზრდით, არამედ ოსცილოგრამაზე წინააღმდეგობის სინუსური ცვალებადობისას პიკებს შორის მანძილების გაწელებისას, რაც ქმნის ძრავის დაუმყარებელ რეჟიმზე მუშაობის პრეცედენტს.

ამ პრობლემას, მიეძღვნა მრავალი შრომა, ისეთი ცნობილი მეცნიერებისა, როგორებიც იყვნენ აკად.ბოლტინსკი, პროფ. ქირტბაია და სხვები. ანალოგიური მდგომარეობა შეიძლება შეიქმნეს ელექტროძრავების გამოყენების შემთხვევებისას, რაც მიანიშნებს იმაზე, რომ ახალი არაორდინალური აგრევატების შექმნის დროს საჭიროა სიფრთხილით მოვეკიდოთ ძირითადი დინამიკური პარამეტრების შერჩევას. თუ წინააღმდეგობის მომენტებმა გადააჭარბა სტატიკურ მომენტს ($M_0 > M_{სტ}$), ხა-ის მექანიკური მახასიათებლის დამახასიათებელი წერტილი გადადის მრუდის დაუმყარებელი ძრავის მონაკვეთზე, რის გამოც ბრუნვათა რიცხვი შესაძლოა ნულამდე დაეცეს; როგორც ნახაზიდან ჩანს ω -ს ღერძზე (ორდინატზე) ნებისმიერი წერტილი შეესაბამება მომენტის განსაზღვრულ მნიშვნელობას (M_0); მრუდი ორი შტოსგან შედგება: დამყარებული ძრავის შესაბამის შტო $M_{სტ}$ -მდე პირველი და $M_{სტ}$ -დან მრუდის აბსციტა ღერძის გადაკვეთამდე - მეორე. თუ დატვირთვა იმდენად გაიზარდა, რომ წინააღმდეგობის მომენტი გასცდა $B M_c$ ვერტიკალს მარცხნივ და მიუახლოვდა C წერტილს, მაშინ Cd შტოზე შესვლისთანავე დაიწყება ძრავის

დაუმყარებელი მუშაობა, რომელიც ანგრევს ძრავას, ამძრავის აქსესუარებს და მწყობრიდან გამოყავს ისინი; რაც შეეხება რეჟიმების ცვლილებას $M_{\text{წ}} \text{ წერტილამდე}$, დროის ამ ხანგრძლივობას ძრავი ვერ იგრძნობს, რათგან მას შთანთქავს მბრუნავი ნაწილების ინერციის მომენტების ჯამური მნიშვნელობა და ძრავი გააგრძელებს მუშაობას მშვიდად და შეუფერხებლად.

ამრიგად ხა-თვის ასინქრონული ძრავის შერჩევისას მატრუნი მომენტი, მოკლევადიანი გადატვირთვების პირობებიდან გამომდინარე უნდა აკმაყოფილებდეს უტოლობას.

$$0,8 \lambda M_{\text{წ}} \geq M_{\text{სტ}} \quad \dots\dots(11)$$

სადაც λ -ძრავას დატვირთვის ხასიათია [2]; 0,8 - მოკლედ ჩართული ასინქრონული ძრავებისათვის ძაბვის შესაძლო შემცირების სიდიდეა (=10%) $M_{\text{წ}}$ ძრავის სტატიკური მომენტი, ნმ.

შერჩეული ძრავი უნდა აკმაყოფილებდეს აგრეთვე გაქანებისა თუ დამუხრუჭების პროცესის საიმედოობას, რისთვისაც ძალაში უნდა იყოს უტოლობა

$$M_{\text{კატ}} = (M_{\text{წ}} + M_{\text{სტ}}) / 2 \geq 1.5 M_{\text{სტ}} \quad \dots\dots (12)$$

$M_{\text{კატ}}$ -გაანგარიშებული და კატალოგით[2] კორექტირებული მომენტი, ნმ;

$$(\text{აქ } M_{\text{წ}} \geq 1,2 M_{\text{სტ}})$$

შერჩეული ძრავის საბოლოო შემოწმება უნდა ჩატარდეს დანადგარის ხაზოვანი გაქანებისა და დამუხრუჭების საშუალო მნიშვნელობით. $\alpha_{\text{სა}}$ რომელიც თავის მხრივ გამოითვლება გამოსახულებით

$$\alpha_{\text{სა}} = V_{\text{სა}} / t_{\text{სტ}} \cdot \frac{\partial}{\partial \omega^2} \quad \dots\dots (13)$$

აქ $V_{\text{სა}}$ - ციკლში ან დამუხრუჭების შესაძლო სიჩქარეა, $\frac{\partial}{\partial \omega^2}$;

$t_{\text{სტ}}$ -ციკლის ხანგრძლივობაა, რომელიც განისაზღვრება ქრონომეტრაჟული დაკვირვებით; მოქმედი ხა-ის ფართობზე (იხ.ფოტო) ჩატარებული დატვირთვების $t_{\text{სტ}} \approx 1$ სთ.

პრაქტიკაში აჩქარებისა და დამუხრუჭების დროს ორიენტირად შეიძლება მივიღოთ: ხა-ის მოძრაობის დაწყების 3-5 წმ, ხოლო ტექნოლოგიური მოდულის ამძრავის გაშვებაზე 10-15 წმ.

ამრიგად, ხიდური აგრეგატი წარმოადგენს მობილურ, საკმაოდ რთულ ტექნიკურ საშუალებას, რომელიც შეიძლება მოეწყოს ფერმერის შესაბამის ფართობზე დაბალფეროაინი კულტურების მოვლა - მოყვანის სამუშაოების კომპლექსური მექანიზაციისათვის.

ხიდურ აგრეგატზე ენერჯის წყაროდ შეიძლება გამოყენებულ იქნას ელექტოენერჯია და არატრადიციული ენერჯის სახეები (მზის, ქარის და სხვა).

დადგენილია, ხიდური აგრეგატის ძალურ - ენერგეტიკული პარამეტრების პრაქტიკული გაანგარიშების მეთოდიკა გარდამავალი პროცესების (დამუხრუჭება, აჩქარება, დატვირთვის გაზრდა და მოხრა და ა.შ.)

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Холизев Г. П. Электрический привод - М.: Высшая школа, 1977, 256с., ил.;
2. Зимин Е. Н, Преображенский В. И; Чувашев И. И; Электрообарудивание прамышленных претприятий и установок М.: энергоиздат, 1981,- 552 с., ил.;
3. Махаровлидзе Р.М. Динамика и основы расчета параметров ручных чаесбораных и подрезочных машин „сабчота сакарტვело“ Тбилиси, 1978, 292 с., ил.;
4. ფურცხვანიძე გ. ნ; ჭაბუკიანი რ. რ; ფურცელაძე ი. გ. ხედური სამანქანო აგრეგატის აგრო-ეკოლოგიური ეფექტიანობის საკითხისათვის; პერიოდული სამეცნიერო ჟურნალი „georgian engineeering News“, GFN №4, 2013, 89-92 გვ.

Calculation of some of the bridges of the bridge aggregate

Chabukiani Rani - Doctor of Technical Sciences, Professor Emeritus,

Leshkasheli Temur - Doctoral student.

Key words: bridge aggregate, moving, technological module, angular speed, torque moment, inert moment, mechanical characteristic, asynchronous engine, transition process, transmission.

Abstract:

Thus, the bridge aggregate produces a mobile, very complex technique that can be arranged for complex mechanisms for maintenance of low-growing crops on a farmer's area.

Energy energy on the bridge aggregate can be used for electrical energy and types of non-conventional energy (solar, wind, etc.)

The practical calculation method of the energy parameters of the bridge aggregate is determined by the transition processes (braking, acceleration, increasing load, and so on).