პროექტი **FR/454/10 – 140/14.**

ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატების დაკომპლექტება და ნომინალური სამუშაო რეჟიმების განსაზღვრა

პროექტი შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით.

თბილისი
2018

ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატების დაკომპლექტება და ნომინალური სამუშაო რეჟიმების განსაზღვრა

ელგუჯა შაფაქიძე – საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი,
გივი მოსაშვილი – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი,
როლანდი ჯაფარიძე – ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი.

სახნავი და სხვა ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატების სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოების ტექნოლოგიური ოპერაციების შესრულების დროს მაღალეფექტურად მუშაობისათვის, მნიშვნელოვანია მათი სწორად დაკომპლექტება და ოპტიმალური სამუშაო რეჟიმების შერჩევა.

სახნავი და სხვა ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატების შედგენის დროს უნდა გამოვიყენოთ შედარებით მძლავრი ტრაქტორები და გავითვალისწინოთ უნდა ისეთი პარამეტრები, როგორიცაა: ნაკვეთის ზომები და კონფიგურაცია, ნიადაგობრივი პირობები და ნიადაგის საშუალო ხვედრითი წინაღობა; მინდვრის მდგომარეობა, საწარმოებელი კულტურისა და ჩასატარებელი ტექნოლოგიური პროცესის შესაბამისი აგროტექნიკური მოთხოვნები.

აგრეგატის ანალიზური წესით დაკომპლექტების პროცესი მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

1. ტრაქტორის შერჩევა ნაკვეთის ზომებისა და ნიადაგობრივი პირობების გათვალისწინებით;
2. აგრეგატის მოძრაობის ოპტიმალური სამუშაო სიჩქარის დიაპაზონის დადგენა, გამომდინარე აგროტექნიკური მოთხოვნებიდან: V_{min} --- V_{max} ;
3. სიჩქარეების დიაპაზონიდან გამომდინარე, ტრაქტორის მოძრაობის იმ გადაცემების შერჩევა, რომლებიც მოქცეული არიან სამუშაო სიჩქარის ოპტიმალური დიაპაზონის ფარგლებში, ბუქსაობის გათვალისწინებით;
4. ტრაქტორის ტექნიკური მონაცემებიდან განვსაზღვრავთ ტრაქტორის კაკვზე განვითარებული წევის ძალის მნიშვნელობებს, რომლებიც შეესაბამება შერჩეულ გადაცემებს;
5. შერჩეული გადაცემებისათვის გაანგარიშდება აგრეგატის ზღვრული (თეორიული) მოდების განის მნიშვნელობები გამოსახულებით:

$$B_{Tj} = \frac{P_{kak} - G_T(f + 100)}{K_0} \quad \text{მ} \qquad (1)$$

სადაც P_{kak} -არის ტრაქტორის კაკვზე განვითარებული წევის ძალა (კნ) მოცემულ j გადაცემაზე,

სადაც : j – არის გადაცემის ნომერი,

G_T - არის ტრაქტორის წონა (კნ),

i - ნაკვეთის დახრილობაა %-ში,

K_0 -სასოფლო-სამეურნეო მანქანის ხვედრითი წინაღობაა, კნ/მ , რომელიც შეესაბამება აგრეგატის Vo =5 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობას.

აგრეგატის მუშაობის პროცესში შემთხვევითი წინაღობების დაძლევისათვის, გავითვალისწინოთ წევის ძალის მარაგი 5%-ის ოდენობით, მაშინ აგრეგატის ზღვრული მოდების განის მნიშვნელობის განსაზღვრისათვის მივიღებთ:

$$B_{Tj} = \frac{0,95P_{kak} - G_T(i/100)}{K_0} \qquad (2)$$

მაგალითად, თუ ნიადაგის ხვნის ოპერაციის ჩატარებისათვის, რომლისთვისაც აგროტექნიკურად დასაშვები მოძრაობის სიჩქარის დიაპაზონი შეადგენს 5-14 კმ/სთ (ცხ. 1, [1]), დამუშავების სიღრმე a=0,22 მ, ნიადაგის ხვედრითი წინაღობა 65 კნ/მ^2 და ნაკვეთის დახრა i=2% , შევირჩევთ T-150K ტრაქტორს, რომლის ნომინალური ეფექტური სიმძლავრეა 121,3 კვტ, ხოლო წონაა 76 კნ, მაშინ აღნიშნული სიჩქარეების დიაპაზონს შეესაბამება ამ ტრაქტორის I, II, III და IV გადაცემა (ცხ. 2, [1]). ამ გადაცემების შესაბამისი თეორიული სიჩქარეებია:

V_I=7,45; V_{II} =8,53; V_{III} =10,08; V_{IV} =13,38 კმ/სთ.

ამ გადაცემებზე T-150K ტრაქტორს შეუძლია განავითაროს შესაბამისად შემდეგი სიდიდის წევის ძალები:

$P_{kak\ I}$ = 45 კნ, $P_{kak\ II}$= 41კნ, $P_{kak III}$ = 33,25 კნ, $P_{kak\ IV}$= 23,6კნ.

ხვნის ოპერაცია უნდა ჩატარდეს გუთნით, რომლის ხვედრითი წინაღობა მოცემულ პირობებში იქნება:

$$K_0 = K * a = 65*0,22 = 14,3 \text{ კნ/მ} \qquad (3)$$

აგრეგატის ზღვრული (თეორიული) მოდების განი მოცემულ გადაცემაზე შეადგენს:

$$B_{T1} = \frac{0,95P_{kak1} - G_T(i/100)}{K_0} = \frac{0,95X45 - 76(2/100)}{14,3} = 2,88$$ მ.

$$B_{T2} = \frac{0,95P_{kak2} - G_T(i/100)}{K_0} = \frac{0,95X41 - 76(2/100)}{14,3} = 2,62$$ მ

$$B_{T3} = \frac{0,95P_{kak3} - G_T(i/100)}{K_0} = \frac{0,95X33,25 - 76(2/100)}{14,3} = 2,10$$ მ

$$B_{T4} = \frac{0,95P_{kak4} - G_T(i/100)}{K_0} = \frac{0,95X23,60 - 76(2/100)}{14,3} = 1,46$$ მ

გუთნის კორპუსების რაოდენობა აგრეგატში განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$n_k = \frac{B_T}{b_k} \quad (4)$$

სადაც b_K- არის გუთნის ერთი კორპუსის კონსტრუქციული მოდების განი;

შესაბამისად, გუთნის კორპუსების რაოდენობა აგრეგატში b_K =0,35 მ სიგანის მქონე კორპუსებისათვის, გადაცემების მიხედვით იქნება :

I გადაცემაზე: $n_{k1} = \frac{2,88}{0,35} = 8,24$

II გადაცემაზე: $n_{k2} = \frac{2,62}{0,35} = 7,48$

III გადაცემაზე: $n_{k3} = \frac{2,10}{0,35} = 6,01$

IV გადაცემაზე: $n_{k4} = \frac{1,46}{0,35} = 4,17$

n_{ki} -ის მიღებულ მნიშვნელობებს ვამრგვალებთ ნაკლებობით უახლოეს მთელ რიცხვამდე და ვღებულობთ:

$$n_{k1}=8; \quad n_{kII}=7; \quad n_{kIII}=6; \quad n_{kIV}=4$$

ანალოგიურად, b_K =0,4 მ სიგანის მქონე კორპუსებისათვის გვექნება:

I გადაცემაზე: $n_{k1} = \frac{2,88}{0,4} = 7,21$

II გადაცემაზე: $n_{k2} = \frac{2,62}{0,4} = 6,54$

III გადაცემაზე: $n_{k3} = \frac{2,10}{0,4} = 5,26$

IV გადაცემაზე: $n_{k4} = \frac{1,46}{0,4} = 3,65$

n_{Ki}-ის მიღებული მნიშვნელობების დამრგვალებით (ნაკლებობით) უახლოეს მთელ რიცხვამდე, ვღებულობთ:

$$n_{k1}=7; \quad n_{kII}=6; \quad n_{kIII}=5; \quad n_{kIV}=3.$$

როგორც ჩანს, T-150K ტრაქტორს პირველ გადაცემაზე შეუძლია 0,35 მ სიგანის მქონე 8 კორპუსიანი, ან 0,40 მ სიგანის მქონე 7 კორპუსიანი გუთნით მუშაობა. ამის შესაბამისად, გადაცემების მიხედვით, შეგვიძლია შევირჩიოთ:

პირველი გადაცემისათვის - ПЛН-8-35 ან ПЛН -7-40 გუთანი;

მეორე გადაცემისათვის - ПЛП -7-35 ან ПЛП-6-40 გუთანი;

მესამე გადაცემისათვის - ПЛП-6-35 ან ПЛН-5-40 გუთანი;

მეოთხე გადაცემისათვის - ПЛН-4-35 ან ПЛН-3-40 გუთანი;

აგრეგატის სამუშაო მოდების განი განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$Bs=n_к*b_к*\beta \qquad (5)$$

სადაც β -მანქანის კონსტრუქციული მოდების განის გამოყენების კოეფიციენტია, გუთნებისათვის β=1,02---1,1 [1]; ჩვენი შემთხვევისათვის ავიღოთ β=1,08.

აგრეგატის სამუშაო მოდების განი 0,35 მ და 0,40 მ სიგანის კორპუსებიანი გუთნებისათვის, გადაცემების შესაბამისად შეადგენს:

პირველ გადაცემაზე: Bs= 8*0,35*1,08=3,024 მ; Bs= 7*0,4*1,08=3,024 მ;

მეორე გადაცემაზე: Bs=7*0,35*1,08=2,646 მ; Bs=6*0,4*1,08=2,592 მ;

მესემე გადაცემაზე: Bs=6*0,35*1,08= 2,268 მ; Bs=5*0,4*1,08=2,16 მ;

მეოთხე გადაცემაზე: Bs=4*0,35*1,08= 1,512 მ; Bs=3*0,4*1,08=1,296 მ.

როგორც აგრეგატის სამუშაო მოდების განის მიღებული მნიშვნელობებიდან ჩანს, მოცემული ტრაქტორით ხვნის ოპერაციის ჩატარებისათვის უმჯობესია შევირჩიოთ 0,35 მ სიგანის კორპუსებით შედგენილი გუთნები, რომლებისთვისაც გუთნის სამუშო მოდების განის მნიშვნელობები უფრო მაღალია.

მიღებული სამუშაო მოდების განის მქონე აგრეგატებისათვის უნდა განისაზღვროს აგრეგატის წევის წინაღობა შემდეგი გამოსახულებით:

$$Rag=KoBs+Gg*i/100 \qquad (6)$$

სადაც :

- Ko – გუთნის ხვედრითი წინაღობაა და ნიადაგის მოცემული ხვედრითი წინაღობისა და ხვნის სიღრმისათვის შეადგენს: Ko =65*0,22= 14,3 კნ/მ
- Gg გუთნის წონაა, კნ. ; შესაბამისად:
  - ПЛП-8-35 -გუთნისათვის Gg=18,25 კნ;
  - ПЛП-7-35 -გუთნისათვის Gg=15,4 კნ;
  - ПЛП-6-35 -გუთნისათვის Gg=12,3 კნ;
  - ПЛН -4-35 -გუთნისათვის Gg= 7,1 კნ;

0,35 მ სიგანის კორპუსებანი გუთნებით შედგენილი აგრეგატის წევის წინაღობა გადაცემების მიხედვით, იქნება:

პირველ გადაცემაზე: Rag= 14,3*3,024+18,25*0,02=43,61 კნ

მეორე გადაცემაზე: Rag= 14,3*2,646+15,4*0,02=38,14 კნ

მესამე გადაცემაზე: Rag= 14,3*2,268+12,3*0,02=32,68 კნ

მეოთხე გადაცემაზე: Rag= 14,3*1,512+7,1*0,02=21,76 კნ

იმისათვის, რომ მიღებული ვარიანტებიდან შევადგინოთ მოცემული პირობებისათვის ოპტიმალური აგრეგატი, უნდა ვიანგარიშოთ ტრაქტორის წევის ძალის გამოყენების კოეფიციენტის მნიშვნელობები და შევირჩიოთ ის ვარიანტი, რომლისთვისაც ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობა იქნება მაქსიმალური.

ტრაქტორის წევის ძალის გამოყენების კოეფიციენტი იანგარიშება გამოსახულებით:

$$\xi = \frac{R_{ag}}{P_{kak}} < 1$$

(7)

ამ კოეფიციენტის მნიშვნელობები გადაცემების მიხედვით, იქნება:

პირველ გადაცემაზე: 43,61/45=0,96

მეორე გადაცემაზე: 38,14/41=0,93

მესამე გადაცემაზე: 32,68/33,25=0,98

მეოთხე გადაცემაზე: 21,76/23,6=0,92

როგორც ჩანს, ტრაქტორის წევის ძალის გამოყენების კოეფიციენტის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა (0,98) შეესაბამება აგრეგატის მუშაობას ტრაქტორის მესამე გადაცემაზე; ამრიგად აგრეგატის მუშაობის ყველაზე რაციონალური რეჟიმია მოძრაობა მესამე გადაცემაზე შემდეგი პარამეტრებით:

აგრეგატი - Т-150К+ПЛП-6-35, გადაცემა III, თეორიული სიჩქარე V_{III}=10,08კმ/სთ, წევის ძალა კაკვზე P_{kakIII}=33,25 კნ, კონსტრუქციული მოდების განი B_k=2,1 მ.

აღნიშნულის გათვალისწინებით ამაღლდება აგრეგატის მწარმოებლობა.

როგორც ცნობილია, აგრეგატის მწარმოებლობა არის დროის ერთეულში შესრულებული სამუშაოს მოცულობა. იგი მთავარი პარამეტრია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოვლა-მოყვანის ოპერაციულ ტექნოლოგიაში და წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად მაჩვენებელს, ტექნოლოგიური პროცესების ენერგოდანახარჯების საფუძველზე სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის საჭირო ტექნიკის რაოდენობის განსაზღვრის საკითხში.

აგრეგატის ტექნიკური საათური მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$W = 0,1B_S V_S \tau = 0,1B_K V_T \cdot \beta(1-\delta) \cdot \tau$$

(8)

სადაც B_S და B_K – შესაბამისად, აგრეგატის სამუშაო და კონსტრუქციული მოდების განია, მ;

V_S და V_T – შესაბამისად აგრეგატის სამუშაო და თეორიული სიჩქარეა;

τ – სამუშაო დროის გამოყენების კოეფიციენტია;

β – მოდების განის გამოყენების კოეფიციენტია;

$1-\delta$ – გამოხატავს ბუქსაობის გავლენას მოძრაობის სიჩქარეზე.

ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატის მწარმოებლობაზე სხვა ფაქტორებთან ერთად გავლენას ახდენს ნიადაგის კუთრი წინაღობა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანის ხვედრითი წინაღობა, რომლებიც მწარმოებლობაზე მოქმედებენ სამუშაო სიჩქარის ცვალებადობის გზით.

ძრავის ნომინალურ რეჟიმზე მუშაობისას აგრეგატის აგროტექნიკურად დასაშვები მაქსიმალური სიჩქარის განსაზღვრისათვის (რაზეც პირდაპირაა დამოკიდებული აგრეგატის მწარმოებლობა), განვიხილოთ სამანქანო აგრეგატის საერთო ენერგეტიკა.

სამანქანო აგრეგატის გადაადგილებისა და მუშაობის შესაძლებლობა ხასიათდება მისი მოძრაობის საერთო განტოლებით:

$$P_{\text{მოძრ}} - P_{\text{ჯ}} = \pm m\frac{dv}{dt} \qquad (9)$$

სადაც $P_{\text{მოძრ}}$ – აგრეგატის მამოძრავებელი ძალაა, ნ.

$P_{\text{ჯ}}$ – აგრეგატის მოძრაობის წინაღობის ჯამური ძალაა, ნ.

m – აგრეგატის დაყვანილი მასაა, კგ.

$\frac{dv}{dt}$ – აგრეგატის არადამყარებული მოძრაობის აჩქარებაა, მ/წმ^2.

სიმარტივისათვის, სასოფლო-სამეურნეო მექანიზებული პროცესების საექსპლუატაციო პარამეტრების დადგენისას ღებულობენ, რომ აგრეგატი მოძრაობს დამყარებული რეჟიმით და მუდმივი საშუალო სიჩქარით. ასეთ შემთხვევაში აგრეგატის გადაადგილების და მუშაობის შესაძლებლობა გამოისახება მარტივად ტოლობით: $P_{\text{მოძრ}} = P_{\text{ჯ}}$.

აგრეგატის მამოძრავებელი ძალა $P_{\text{მოძრ}}$ განისაზღვრება ტრაქტორის სავალ ნაწილზე განვითარებული მხები წევის ძალისა და ტრაქტორის ნიადაგთან ჩაჭიდების მაქსიმალური ძალის თანაფარდობით:

მხები წევის ძალა P_K ძრავის ნომინალური ეფექტური სიმძლავრის დროს გამოისახება ფორმულით:

$$P_K = \frac{Ne_n \cdot i_T \cdot V_t}{r_K \cdot n_n} \qquad (10)$$

სადაც Ne_n – ძრავის ნომინალური ეფექტური სიმძლავრეა, კვტ.

n_n – ძრავის მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირეა, ნომინალური სიჩქარით რეჟიმზე მუშაობის დროს, წმ$^{-1}$.

i_T – ტრანსმისიის გადაცემის რიცხვია ძრავის მუხლა ლილვიდან ტრაქტორის წამყვან თვლებამდე.

V_t – ტრანსმისიის მ.ქ.კ-ია

r_K – გორვის რადიუსია, მ.

ტრაქტორის მაქსიმალური ჩაჭიდების ძალა $F_{C\max}$ განისაზღვრება ფორმულით:

$$F_{C\max} = G_C \cdot \mu \tag{11}$$

სადაც G_C – ტრაქტორის ჩაჭიდების წონაა (დატვირთვა წამყვან თვლებზე), ნ.

μ – მამოძრავებელი სავალი ნაწილის ნიადაგთან ჩაჭიდების კოეფიციენტია.

ჩაჭიდების წინა მუხლუხა ტრაქტორებისა და თვლიანი ტრაქტორებისათვის წინა და უკანა წამყვანი ხიდების შემთხვევაში ტოლია

$$G_C = G\cos\alpha \text{ (ნ)} \tag{12}$$

ხოლო თვლიანი ტრაქტორებისათვის ერთი წამყვანი ხიდით, გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$G_C = \frac{G(L-\alpha)\cdot\cos\alpha + M_0}{L} \tag{13}$$

სადაც G – ტრაქტორის საექსპლუატაციო წონაა, ნ.

α – რელიეფის დახრის კუთხეა, რად (გრად).

L – ტრაქტორის გრძივი ბაზაა, მ.

α – მანძილია ტრაქტორის სიმძიმის ცენტრიდან წამყვანი თვლების ბრუნვის ღერძზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყემდე, მ.

M_0 – წამყვანი თვლების მაბრუნი მომენტია, ნმ

აგრეგატის საერთო წევის წინაღობა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$R_{ag} = R_{TR} + R_m + R_{tq} \tag{14}$$

R_{TR} – წარმოადგენს ტრაქტორის მოძრაობის წევის წინაღობას

$$R_{TR} = G_{TR}\cdot f_t \pm G_{TR}\cdot\sin\alpha$$

$$R_{TR} = G_{TR}\cdot(f_{TR} \pm \sin\alpha) \tag{15}$$

სადაც G_{TR} – ტრაქტორის წონაა, ნ. $G_{TR} = M_{TR}\cdot g$

α – ნაკვეთის ზედაპირის დახრის კუთხეა, გრად.

g - სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, მ/წმ^2

თუ R_{TR}-ის გამოსახულებაში შევიტანთ G_{TR}-ის მნიშვნელობას, მაშინ აღმართზე მოძრაობისათვის მივიღებთ:

$$R_{TR} = M_{TR}\cdot g(f_{TR} \pm \sin\alpha), \text{ ნ}$$

აგრეგატში შემავალი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების გადაადგილების წინღობის ძალა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$R_m = \sum\left(G_{mi} n_{mi} (f_{mi} + \sin a)\right) = \sum\left(M_{mi} n_{mi} (f_{mi} + \sin a)\right) \cdot g \quad \text{ნ} \qquad (16)$$

სადაც G_{mi} არის აგრეგატში შემავალი ცალკეული ტიპის მანქანების წონები, ნ.

$$\sum\left(M_{mi} n_{mi} (f_{mi} + \sin a)\right) \cdot g = (M_{mA} \cdot n_{mA} \cdot (f_{mA} + \sin a) + M_{mB} \cdot n_{mB} \cdot (f_{mB} + \sin a) + M_{mC} \cdot n_{mC} \cdot (f_{mC} + \sin a) + M_{gad} \cdot n_{gad} \cdot (f_{gad} + \sin a)) \cdot g \quad ; \qquad (17)$$

სადაც M_{mA}, M_{mB}, M_{mC} და M_{gad} არის აგრეგატში შემავალი ცალკეული ტიპის მანქანების და გადაბმულას მასები, კგ.

n_{mA}, n_{mB}, n_{mC} და f_{mA}, f_{mB}, f_{mC} – შესაბამისად მათი რაოდენობა აგრეგატში, და მათი გორვის წინაღობის კოეფიციენტები.

ტექნოლოგიური პროცესების შესრულებისათვის საჭირო ძალა, ერთი სასოფლო-სამეურნეო მანქანის შემთხვევაში, გამოისახება დამოკიდებულებით

$$R_{mtq} = K_m \cdot B_K \qquad (18)$$

სადაც K_m – სასოფლო-სამეურნეო მანქანის ხვედრითი წინაღობაა (კნ/მ), მოსული მანქანის კონსტრუქციული მოდების განის ერთ გრძივ მეტრზე, კნ/მ.

B_K – მანქანის კონსტრუქციული მოდების განია, მ.

აგრეგატში შემავალი რამოდენიმე განსხვავებული ტიპის (სხვადასხვა დანიშნულების) მანქანების შემთხვევაში ტექნოლოგიური პროცესების შესრულებისათვის საჭირო ჯამური ძალა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$R_{tq} = \sum_{i=A} K_{mi} \cdot B_{mi} \cdot n_i \quad ; \quad \text{კნ} \qquad (19)$$

აგრეგატში შემავალი სამი სხვადასხვა ტიპის მანქანის შემთხვევაში გვექნება:

$$R_{tq} = K_{mA} \cdot B_{mA} \cdot n_A + K_{mB} \cdot B_{mB} \cdot n_B + K_{mC} \cdot B_{mC} \cdot n_C \quad \text{კნ} \qquad (20)$$

სადაც K_{mA}, K_{mB}, K_{mC} – არის ცალკეული ტიპის მანქანის ხვედრითი წინაღობა, კნ/მ.

B_{mA}, B_{mB}, B_{mC} და n_A, n_B, n_C – არის შესაბამისად ცალკეული ტიპის მანქანების კონსტრუქციული მოდების განი (მ), და რაოდენობა აგრეგატში.

ცალკეული ტიპის სასოფლო-სამეურნეო მანქანის ხვედრითი წინაღობა დამოკიდებულია დასამუშავებელი მასალის სახესა და მდგომარეობაზე, ტექნიკურ პარამეტრებსა, ნიადაგობრივ პირობებსა და სამუშაო სიჩქარეზე.

მანქანის ხვედრითი წინაღობა მოძრაობის სამუშაო სიჩქარისგან დამოკიდებულებით, სხვა პარამეტრების სტაბილურობის პირობებში, გამოისახება დამოკიდებულებით [1]

$$K_m = K_{mo}\left(1+(V_{sam}-V_0)\frac{\Delta_C}{100}\right); \quad (21)$$

ანუ:

$$K_{mi} = K_{mi^0}\left[1+\left(V_{sam}-V_0\right)\frac{\Delta_C}{100}\right]; \quad \text{კნ/მ} \quad (22)$$

აქ K_{mi^0}-ის მნიშვნელობა აიღება მანქანის ხვედრითი წევის წინაღობის ათვლის წერტილად, რომელიც შეესაბამება მანქანის ხვედრით წინაღობას $V_0 = 5$ კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობის დროს.

Δ_C – გამოხატავს მანქანის ხვედრითი წინაღობის ზრდის ტემპს, მოძრაობის სიჩქარის ცვლასთან დამოკიდებულებით. მისი მნიშვნელობა დასაშვები სიზუსტით აიღება 3%-ის ტოლი [1].

აღვნიშნოთ $d_c = \frac{\Delta_C}{100} = 0,03$.

თუ შევიტანთ K_m-ის მნიშვნელობას მე-14 გამოსახულებიდან მე-11 გამოსახულებაში, მაშინ ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის საჭირო ჯამური ძალა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$R_{teq} = \left[\sum\left(K_{mio}\cdot B_{mi}\cdot n_i\right)\right]\cdot\left[1+\left(V_{sam}-V_0\right)\cdot d_C\right], \quad \text{ნ} \quad (23)$$

ანალოგიურად მოძრაობის სიჩქარის გათვალისწინებით ტრაქტორისა და სასოფლო-სამეურნეო მანქანების გადაადგილების წინაღობის ძალები გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$R_{TR} = M_{TR}\cdot g\left(f_{tr}+\sin\alpha\right)\cdot\left[1+\left(V_{san}-V_0\right)\cdot d_C\right]; \quad \text{ნ} \quad (24)$$

$$R_M = \sum\left(M_{mi}\cdot n_{mi}\cdot\left(f_{mi}+\sin a\right)\right)g\cdot\left[1+\left(V_{sam}-V_0\right)\cdot d_C\right]; \quad \text{ნ} \quad (25)$$

შენიშვნა: R_M –ის გამოსახულებაში შედის გადაბმულაც, გადაბმულასათვის $n=1$.

ანალოგიურად შეიძლება განვსაზღვროთ გუთნის წინაღობის ძალა სიჩქარის გავლენის გათვალისწინებით ხვნის პროცესისათვის:

$$R_g = K_o\cdot a\cdot B\left[1+\left(V_{sam}-V_0\right)\cdot d_C\right] \quad (26)$$

ხოლო სახნავი აგრეგატის მთლიანი წინაღობის ძალა სიჩქარის გავლენის გათვალისწინებით, გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$R_{ag} = \left[K_0 a\cdot B + g\left(M_{TR}\cdot\left(f_{RT}+\sin a\right)+M_g\left(f_g+\sin a\right)\right)\right]\cdot\left[1+\left(V_{sam}-V_0\right)\cdot d_C\right], \quad \text{ნ} \quad (27)$$

განვიხილოთ სატრაქტორო აგრეგატის სიმძლავრის ბალანსი ტექნოლოგიური პროცესის შესრულების დროს:

$$N_n = N_e \mu_t = N_{TR} + N_M + N_{teq} \quad (28)$$

სადაც N_n – ტრაქტორის ძრავის ნომინალური სიმძლავრეა, კვტ.

N_e – ტრაქტორის ძრავის ეფექტური სიმძლავრეა, კვტ.

μ_t – ტრანსმისიის მ.ქ.კ-ია.

N_{TR} – ტრაქტორის გადაადგილებისათვის საჭირო სიჩქარეა, კვტ.

N_M – სასოფლო-სამეურნეო მანქანების გადაადგილებისათვის საჭირო სიმძლავრეა, კვტ.

N_{teq} – ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის საჭირო სიმძავრეა, კვტ.

განვიხილოთ სიმძლავრის ბალანსში შემავალი სიდიდეები:

ტრაქტორის გადაადგილებისათვის საჭირო სიმძლავრე ტოლია გადაადგილების წინაღობის ძალისა და სიჩქარის ნამრავლის:

$$N_{TR} = R_{TR} \cdot V$$

თუ შევიტანთ R_{TR}-ის მნიშვნელობას (16) გამოსახულებიდან, მივიღებთ

$$N_{TR} = M_{TR} \cdot g\left(f_{tr} + \sin\alpha\right) \cdot \left[1 + \left(V_s - V_0\right) \cdot d_C\right] \cdot \frac{V_S}{3,6\left(1-\partial\right) \cdot 1000} \text{ კვტ} \quad (29)$$

სადაც M_{TR} – ტრაქტორის მასაა, კგ-ში.

V_s – სამუშაო სიჩქარეა, კმ/სთ

g – სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, მ/წმ^2

ანალოგიურად, აგრეგატში შემავალი მანქანების გადაადგილებისათვის საჭირო სიმძლავრე იქნება:

$$N_M = R_M \cdot V$$

R_M-ის მნიშვნელობის ჩასმით (17) გამოსახულებიდან, მივიღებთ:

$$N_M = \left[\sum\left(M_{mi} \cdot n_{mi} \cdot (f_{mi} + \sin a)\right) g \cdot \left(1 + \left(V_s - V_0\right) \cdot d_C\right)\right] \cdot \frac{V_S}{\left(1-\partial\right) \cdot 3,6 \cdot 1000}, \text{ კვტ} \quad (30)$$

ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის საჭირო სიმძლავრე ტოლია:

$$N_{teq} = R_{teq} \cdot V$$

თუ შევიტანთ R_{teq}-ის მნიშვნელობას მე-15 გამოსახულებიდან, მივიღებთ

$$N_{teq} = \left[\sum\left(K_{mio} \cdot B_{mi} \cdot n_i\right)\right] \cdot \left[1 + \left(V_s - V_0\right) \cdot d_C\right] \cdot \frac{V_S}{3,6\left(1-\partial\right)}, \text{ კვტ} \quad (31)$$

მიღებული გამოსახულებების გამარტივებისა და კომპიუტერული გაანგარიშების მიზნით, შემოვიღოთ აღნიშვნები:

21-ე გამოსახულებისათვის:

$$M_{TR} \cdot g\left(f_{tr} + \sin\alpha\right) \cdot \frac{1}{3,6\left(1-\partial\right) \cdot 1000} = Z1 \tag{32}$$

22-ე გამოსახულებისათვის:

$$\left[\sum\left(M_{mi} \cdot n_{mi} \cdot (f_{mi} + \sin a)\right)\right] \cdot g \cdot \frac{1}{3,6 \cdot \left(1-\partial\right) \cdot 1000} = Z2 \tag{33}$$

23-ე გამოსახულებისათვის:

$$\left[\sum\left(K_{mio} \cdot B_{mi} \cdot n_i\right)\right] \cdot \frac{1}{3,6 \cdot \left(1-\partial\right)} = Z3 \tag{34}$$

შემოტანილი აღნიშვნების გათვალისწინებით ტრაქტორის სიმძლავრის ბალანსის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$N_e \eta_t = Z1 \cdot \left[1 + \left(V_S - V_o\right) d_c\right] \cdot V_S + Z2 \left[1 + \left(V_S - V_o\right) d_c\right] \cdot V_S + Z3 \left[1 + \left(V_S - V_o\right) d_c\right] \cdot V_S \tag{35}$$

$$N_e \eta_t = \left(Z1 + Z2 + Z3\right)\left[1 + \left(V_S - V_0\right) d_C\right] \cdot V_S \tag{36}$$

აქედან $Z1 + Z2 + Z3 = Z$

$$N_e \cdot \eta_t = Z\left[1 + \left(V_s - V_0\right) d_C\right] \cdot V_S \tag{37}$$

ამ ტოლობის სათანადო გარდაქმნით ვღებულობთ კვადრატულ განტოლებას V_S-ის მიმართ:

$$\frac{N_e \eta_t}{Z} = V_S + V_S^2 d_c - V_o d_C \cdot V_S \tag{38}$$

$$\frac{N_e \cdot \eta_t}{Z} = V_S^2 d_c + \left(1 - V_o d_C\right) \cdot V_S \tag{39}$$

საიდანაც:

$$d_c \cdot V_S^2 + \left(1 - V_o d_C\right) \cdot V_S - \frac{N_e \mu_t}{Z} = 0 \tag{40}$$

;

(32) გამოსახულება გავყოთ d_c-ზე:

$$V_S^2 + \frac{\left(1 - V_o d_C\right)}{d_c} \cdot V_S - \frac{N_e \mu_t}{Z \cdot d_C} = 0 \tag{41}$$

ავღნიშნოთ: $\frac{\left(1 - V_o d_C\right)}{d_c} = p$; $\frac{N_e \mu_t}{Z \cdot d_C} = q$ (34)

საბოლოოდ კვადრატული განტოლება Vs სამუშაო სიჩქარის მიმართ მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$V_S^2 + pV_S - q = 0 \tag{42}$$

ამ კვადრატული განტოლების ამონახსენი გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$V_S = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} \tag{43}$$

საიდანაც სამუშაო სიჩქარის გამოსახულებისათვის მისაღებია კვადრატული ფესვის დადებითი მნიშვნელობა. საბოლოოდ Vs სამუშაო სიჩქარის განსაზღვრისათვის ვღებულობთ:

$$V_S = -\frac{p}{2} + \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} \tag{44}$$

სამუშაო სიჩქარის მიღებული მნიშვნელობა უნდა შედარდეს აგროტექნიკური მოთხოვნებით დასაშვები სამუშაო სიჩქარეების დიაპაზონის მნიშვნელობებს მოცემული ტექნოლოგიური პროცესისათვის. თუ გაანგარიშებით მიღებული სამუშო სიჩქარის მნიშვნელობა მოქცეულია აგროტექნიკით გათვალისწინებულ დასაშვებ სიჩქარეთა დიაპაზონში, მაშინ აგრეგატის მოძრაობისათვის ვირჩევთ სიჩქარის გაანგარიშებით მიღებულ მნიშვნელობას. ხოლო თუ Vs –ის ანგარიშით მიღებული მნიშვნელობა მეტია ამ დიაპაზონის მნიშვნელობებზე, მაშინ ვირჩევთ დიაპაზონიდან სიჩქარის მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

აგრეგატის შერჩეული სიჩქარით მოძრაობა, ტექნოლოგიური პროცესის შესრულების დროს, უზრუნველყოფს აგრეგატის მაქსიმალურ მწარმოებლობას ძრავის ნომინალური დატვირთვით მუშაობის პირობებში.

ლიტერატურა:

1. Н. Э. Фере и др. – Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. М. “Колос”, 256 с.
2. Организация и технология механизированных работ по возделыванию сельскохозяйственных культур. М. “Колос”,1977.
3. მანქანა-ტრაქტორთა პარკის ექსპლუატაცია (მეთოდური მითითებები), საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, 2005.

დ ა ნ ა რ თ ი

სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მოძრაობის დასაშვები სამუშაო სიჩქარეების დიაპაზონი სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიური ოპერაციების შესრულების დროს

ცხრილი 1.

№	სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები	სას-სამ. მანქანა-იარაღები	სამუშაო სიჩქარეების დიაპაზონი კმ/სთ
1	2	3	4
1	ხვნა	ПН-8-35; ПН-—4–35 ; ПЛП–6–35; ПЛН–5–35; ПЛН–3–35; ПП–6–35; ПН–3–40; ПКС--35; ПН–3–35; ПН–4-35;	5----14
2	აოშვა დისკოებიანი საოშებით	ЛДГ–15; ЛДГ–10; ЛДГ–5; ЛД–20; ЛД–15; ЛД–10	8----12 4----9
3	აოშვა გუთან-საოშებით	ППЛ–10–25; ЛН–5–25Б; ПЛ–5–25	7----12 5----8
4	ფარცხვა დისკოებიანი ფარცხებით	БДН–3.0; БДН–2.0; БД–10; БДТ-7; БД-4.1; БДС-3.5; БДН-1.3А; БДСТ-2.5; БДН-1.3; БДТ-2.5А; БДН-3.5А	5----10 7,5----9 3,5----7,5
5	ფარცხვა კბილებიანი ფარცხებით	ЗБЗТС-1.0; ЗБЗСС-1.0; ЗБЗТУ-1.0;ЗБЗС-1.0; БЗН-6.0; БП-0.6; БСО-4; БСН-2; БС-2	7----12 4----7 3.5----6.5
6	დატკეპნა	ЗККШ–6; ЗКК–6А; КБН–3; ЗКБГ–1.4; СКГ–2	6----13 4----7
7	დამუშავება მბრუნავი თოხისებრი და ნემსისებრი ფარცხებით	БИГ–3; МБН–2.8; МБН–2.8М	7---10 6---8

1	2	3	4
8	მთლიანი კულტივაცია	КПС–4; КПГ–4; КПН–4Г;КП–4А; КПН–2	7----12 6----8 5----7
9	დამუშავება ბრტყლადმჭრელი კულტივატორებით	КПП–2.2; КПЭ–3.8; КПГ–2.2;КПГ–2–150	5----10 7----9
10	დამუშავება შტანგური კულტივატორებით	КШ–3.6; КШН–3.6	6----10
11	მარცვლეულის თესვა მწკრივული სათესებით	СЗ–3.6; СЗУ-3.6;СЗП–3.6 СУК-24А;СУБ-48В;СЗН–24; СЗН–16;СЗН–10; ЗТН–19	8---12 4.5----7.5 6.0--7.5
12	მარცვლეულის თესვა ღერძისებრი სათესებით	СЗС-2.1М; СЗС-2.1; СЗС-9; ЛДС-6	7---9 5.5---8.0
13	თესვა სიმინდის სათესებით	СКНК-8; СКНК-6; СКПН-8	6.5----9
14	თესვა ჭარხლის სათესებით	СТСН-6А; 2СТСН-6А; СТСП-6	5----8
15	თესვა ბოსტნეულის სათესებით	СОН-2.8А; СКОН-4.2; СКОСШ-2.8	5----7
16	კარტოფილის დარგვა	СКС-4; СН-4БС; СН-4Б-1; СН-4Б-2; СКМ-6 КСН-90; САЯ-4	6----9 6.8---7.3 4.8----6.3
17	სათოხნი კულტურების რიგთაშორისების კულტივაცია	КРН-5.6; КРН-4.2;КРН-2.8А КВП-6.3; КРСШ-2.8А; КРН-2.8М;СТСН-6А; СТСП-6А	6----9 5----7 4.1---7.2
18	ორგანული სასუქის შეტანა	КСО-9; 1ПТУ-4; РПН-4; РУН-15Б	10-მდე 7----8

1	2	3	4
19	თხევადი სასუქის შეტანა	РЖТ-8А; РЖТ-4 ; ПОУ; ГАН-15;ЗЖВ-1.8; ЗУ-3.6	8---12 10-მდე
20	მინერალური სასუქისა და კირის შეტანა	1-РМГ-4;НРУ-0.5;РУП-8А; РТТ-4.2;РУМ-3;РУ-4-10	7---12 5---10
21	ნათესების შესხურება და შემტვერვა	ОН-10; ОП-450; ОШУ-50; ОПС-30Б; ОТН-8-16	4,5----9,5 6----8
22	ბალახის თიბვა	КС-2.1; КС-2.1А;КРН-2.1; КПВ-3;КТП-6; КДП-4;КПП-2; КПС-2.1А; КФН-2.1 КНФ-1.6; К-2.1М; ПТП-2.0	6----12 6,0-----9,0 4,5---8,5
23	ბალახის მოგროვება და გადაბრუნება	ГП-14; ГТП-6; ГПП-6.0; ГВК-6.0	5----9 8----10
24	თიბვა დაქუცმაცებით	КИК-1.4; КИР-1.5; КУФ-1.8; КСС-2.6; КС-1.8 "Вихр" КС-2.6; СК-2.6А	8-მდე 4---12 3,5----10,0
25	თიბვა სატრაქტორო სამკალით	ЖРС-4.9А; ЖНУ-4; ЖУС-4.2	6---10 4,0---7,5
26	კარტოფილის ფოჩების აღება	УБД-3А; КИРУ-1.5	4,0----6,5 6,0 ----7,5
27	კარტოფილის აღება	КСТ-1.4; КТН-2Б; КВН-2М; УКВ-2 ; ККУ-2; ККМ-4	2,0---8,3 3,5----5,5 1,5---5,0
28	შაქრის ჭარხლის აღება	БМ-6; СКД-2; КСТ-3А; КСТ-2А; КСТ-3	5,0---9,0 5,0---8,0 4,5--7
29	საკვები ძირხვენების აღება	СНУ--3Р; СНУ-3С; СНШ-3; ККГ-4.2	4,5---6,0 5,0---8,0 2,8---5,6

ზოგიერთი ტრაქტორის ტექნიკური მონაცემები გადაცემების მიხედვით

ცხრილი 2.

#	ტრაქტორი	Ne კვტ	მასა, M, კგ	სიჩქარე	გადაცემები					
				Pკაკ, კნ	1	2	3	4	5	6
1	T-150k	121,3	7750	V კმ/სთ	7,45	8,53	10,08	13,38	16,25	18,65
				Pკაკ, კნ	45	41	33,25	23,6	21	19,05
2	T-25A	18,4	1800	V კმ/სთ	6,4	8,1	9,4	11,9	14,9	21,9
				Pკაკ	7,74	5,76	4,7	3,38	2,36	1
3	T-40AHM	36,8	2830	V კმ/სთ	1,64	6,23	7,43	8,74	10,25	18,9
				Pკაკ	13,2	11	9	7,2	-	-
4	MTZ-82	58,9	3410	V კმ/სთ	2,5	4,26	7,24	8,9	10,54	12,33
				Pკაკ	14	14	14	14	11,5	9,5
5	T-54B	40,5	4300	V კმ/სთ	1,1	1,86	3,711	4,56	5,4	6,32
				Pკაკ	25	25	25	23	20	-
6	T-4A	95,6	8250	V კმ/სთ	3,47	4,03	4,66	5,2	6,35	7,37
				Pკაკ	50	50	50	49,6	41,6	34,9
7	K-701	221	13400	V კმ/სთ	3,51	8,57	9,51	11,47	12,44	13,81
				Pკაკ	65	62,8	55,96	45,29	41,25	36,51

ტრაქტორი ტ-150კ ნიადაგის ხვნის პროცესში

ბროშურა დაიბეჭდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტის №FR/454/10-144/14 მე-6 ტრანშით გათვალისწინებული შუალედური შედეგების საფუძველზე.