

ნიადგდამამუშავებელი აბრეგატის მაქსიმალური მწარმოებლობის განსაზღვრა ძრავის ნომინალურ რეჟიმზე მუშაობის დროს

ელგუჯა შაფაქიძე – საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი,
გივი მოსაშვილი – ტექნიკის აკადემიური დოქტორი,
როლანდ ჯაფარიძე – ტექნიკის აკადემიური დოქტორი

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

საკვანძო სიტყვები: აგრეგატი, სიმძლავრე, სამუშაო სიჩქარე, სასოფლო-სამეურნეო მანქანის ხვედრითი წინაღობა

რეზიუმე

სტატიაში მოცემულია ნიადაგდამამუშავებელი აგრეგატების მაღალეფექტურად მუშაობისათვის მწარმოებლობის გაზრდის გზა ძრავის ნომინალური დატვირთვის რეჟიმზე მუშაობის დროს, აგროტექნიკურად დასაშვები მაქსიმალური სამუშაო სიჩქარის თეორიულად განსაზღვრის საშუალებით.

განხილულია აგრეგატის ენერგეტიკა და მოძრაობის სამუშაო სიჩქარის გავლენა აგრეგატში შემავალი მანქანების ხვედრით წინაღობაზე. გამოყვანილია კვადრატული განტოლება V_s სამუშაო სიჩქარის მიმართ, რომლის ამოხსნაც საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ აგრეგატის მოძრაობის აგროტექნიკურად დასაშვები მაქსიმალური სიჩქარე კონკრეტული ტექნოლოგიური პროცესის შესრულების დროს, რაც უზრუნველყოფს აგრეგატის მაქსიმალურ მწარმოებლობას ტრაქტორის ძრავის ნომინალურ რეჟიმზე მუშაობის პირობებში.

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:

$$W = 0,1B_s V_s \ddagger = 0,1B_K V_T \cdot S (1-u) \cdot \ddagger$$

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;

\ddagger – სამუშაო დროის გამოყენების კოეფიციენტი;

S – მოდების განის გამოყენების კოეფიციენტი;

$1-u$ – 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:

$$P_{\text{მოდრ}} - P_{\text{წ}} = \pm m \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

სადაც $P_{\text{მოდრ}}$ – აგრეგატის მამოდრავებელი ძალაა, ნ.

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

m – აგრეგატის დაყვანილი მასაა, კგ.

$\frac{dv}{dt}$ – აგრეგატის არადამყარებული მოძრაობის აჩქარებაა, მ/წმ².

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

აგრეგატის მამოდრავებელი ძალა $P_{\text{მოდრ}}$ 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:

$$P_K = \frac{Ne_n \cdot i_T \cdot V_t}{r_K \cdot n_n} \quad (2)$$

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 $F_{C\text{max}}$ განისაზღვრება ფორმულით:

$$F_{C\text{max}} = G_C \cdot \sim \quad (3)$$

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

\sim – მამოდრავებელი სავალი ნაწილის ნიადაგთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი.

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

$$G_C = G \cos \Gamma \quad (4)$$

ხოლო თვლიანი ტრაქტორებისათვის ერთი წამყვანი ხიდით, გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$G_C = \frac{G(L-\Gamma) \cdot \cos \Gamma + M_0}{L} \quad (5)$$

სადაც G – ტრაქტორის საექსპლუატაციო წონაა, ნ.

Γ – რელიეფის დახრის კუთხეა, რად (გრად).

L – ტრაქტორის გრძივი ბაზაა, მ.

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

M_0 – წამყვანი თვლების მბრუნვი მომენტი, ნმ

აგრეგატის საერთო წევის წინაღობა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$R_{ag} = R_{TR} + R_m + R_{lq} \quad (6)$$

R_{TR} – წარმოადგენს ტრაქტორის მოძრაობის წვევის წინაღობას

$$\begin{aligned} R_{TR} &= G_{TR} \cdot f_t \pm G_{TR} \cdot \sin \gamma \\ R_{TR} &= G_{TR} \cdot (f_{TR} \pm \sin \gamma) \end{aligned} \quad (7)$$

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

γ – ნაკვეთის ზედაპირის დახრის კუთხეა, გრად.

g – სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, მ/წმ²

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

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

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

$$R_m = \sum (G_{mi} n_{mi} (f_{mi} + \sin a)) = \sum (M_{mi} n_{mi} (f_{mi} + \sin a)) \cdot g \quad \text{ნ} \quad (8)$$

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

$$\begin{aligned} \sum (M_{mi} n_{mi} (f_{mi} + \sin a)) \cdot g &= (M_{mA} \cdot n_{mA} \cdot (f_{mA} + \sin a) + M_{mB} \cdot n_{mB} \cdot (f_{mB} + \sin a) + \\ &M_{mC} \cdot n_{mC} \cdot (f_{mC} + \sin a) + M_{gad} \cdot n_{gad} \cdot (f_{gad} + \sin a)) \cdot g \end{aligned} \quad ; \quad (9)$$

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

$$R_{mq} = K_m \cdot B_K \quad (10)$$

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:

$$R_{lq} = \sum_{i=A}^c K_{mi} \cdot B_{mi} \cdot n_i; \quad \text{კნ} \quad (11)$$

აგრეგატში შემავალი სამი სხვადასხვა ტიპის მანქანის შემთხვევაში გვექნება:

$$R_{lq} = K_{mA} \cdot B_{mA} \cdot n_A + K_{mB} \cdot B_{mB} \cdot n_B + K_{mC} \cdot B_{mC} \cdot n_C \quad \text{კნ} \quad (12)$$

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]

$$K_m = K_{m0} \left(1 + (V_{sam} - V_0) \frac{\Delta_c}{100} \right); \quad (13)$$

ანუ:
$$K_{mi} = K_{mi^0} \left[1 + (V_{sam} - V_0) \frac{\Delta_c}{100} \right]; \quad \text{კნ/მ} \quad (14)$$

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

Δ_c - გამოხატავს მანქანის ხვედრითი წინააღმდეგობის 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:

$$R_{teq} = \left[\sum (K_{mio} \cdot B_{mi} \cdot n_i) \right] \cdot \left[1 + (V_{sam} - V_0) \cdot d_c \right], \quad \text{ნ} \quad (15)$$

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

$$R_{TR} = M_{TR} \cdot g (f_{tr} + \sin r) \cdot \left[1 + (V_{sam} - V_0) \cdot d_c \right]; \quad \text{ნ} \quad (16)$$

$$R_M = \sum (M_{mi} \cdot n_{mi} \cdot (f_{mi} + \sin a)) g \cdot \left[1 + (V_{sam} - V_0) \cdot d_c \right]; \quad \text{ნ} \quad (17)$$

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

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

$$R_g = K_o \cdot a \cdot B \left[1 + (V_{sam} - V_0) \cdot d_c \right] \quad (18)$$

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

$$R_{ag} = \left[K_0 a \cdot B + g \left(M_{TR} \cdot (f_{RT} + \sin a) + M_g (f_g + \sin a) \right) \right] \cdot \left[1 + (V_{sam} - V_0) \cdot d_c \right], \quad \text{ნ} \quad (19)$$

განვიხილოთ სატრაქტორო აგრეგატის სიმძლავრის ბალანსი ტექნოლოგიური პროცესის შესრულების დროს:

$$N_n = N_{e \sim i} = N_{TR} + N_M + N_{teq} \quad (20)$$

სადაც N_n - ტრაქტორის ძრავის ნომინალური სიმძლავრეა, კვტ.

N_e - ტრაქტორის ძრავის ეფექტური სიმძლავრეა, კვტ.

$\sim i$ - 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 სიმძლავრეა, კვტ.

განვიხილოთ სიმძლავრის ბალანსში შემავალი სიდიდეები:

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

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

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

$$N_{TR} = M_{TR} \cdot g (f_{tr} + \sin r) \cdot [1 + (V_s - V_0) \cdot d_c] \cdot \frac{V_s}{3,6(1-\partial) \cdot 1000} \text{ კპტ} \quad (21)$$

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

V_s – სამუშაო სიჩქარეა, კმ/სთ

g – სიმძიმის ძალის აჩქარებაა, მ/წმ²

ანალოგიურად, აგრეგატში შემავალი მანქანების გადაადგილებისათვის საჭირო სიმძლავრე იქნება:

$$N_M = R_M \cdot V$$

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

$$N_M = \left[\sum (M_{mi} \cdot n_{mi} \cdot (f_{mi} + \sin a)) g \cdot (1 + (V_s - V_0) \cdot d_c) \right] \cdot \frac{V_s}{(1-\partial) \cdot 3,6 \cdot 1000}, \text{ კპტ} \quad (22)$$

ტექნოლოგიური პროცესის შესრულებისათვის საჭირო სიმძლავრე ტოლია:

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

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

$$N_{teq} = \left[\sum (K_{mio} \cdot B_{mi} \cdot n_i) \right] \cdot [1 + (V_s - V_0) \cdot d_c] \cdot \frac{V_s}{3,6(1-\partial)}, \text{ კპტ} \quad (23)$$

მიღებული გამოსახულებების გამარტივებისა და კომპიუტერული გაანგარიშების მიზნით, შემოვიღოთ აღნიშვნები:

21-ე გამოსახულებისათვის:

$$M_{TR} \cdot g (f_{tr} + \sin r) \cdot \frac{1}{3,6(1-\partial) \cdot 1000} = Z1 \quad (24)$$

22-ე გამოსახულებისათვის:

$$\left[\sum (M_{mi} \cdot n_{mi} \cdot (f_{mi} + \sin a)) \right] \cdot g \cdot \frac{1}{3,6 \cdot (1-\partial) \cdot 1000} = Z2 \quad (25)$$

23-ე გამოსახულებისათვის:

$$\left[\sum (K_{mio} \cdot B_{mi} \cdot n_i) \right] \cdot \frac{1}{3,6 \cdot (1-\partial)} = Z3 \quad (26)$$

შემოტანილი აღნიშვნების გათვალისწინებით ტრაქტორის სიმძლავრის ბალანსის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$N_e \cdot y_t = Z1 \cdot [1 + (V_s - V_0) d_c] \cdot V_s + Z2 [1 + (V_s - V_0) d_c] \cdot V_s + Z3 [1 + (V_s - V_0) d_c] \cdot V_s \quad (27)$$

$$N_e y_t = (Z1 + Z2 + Z3) [1 + (V_s - V_0) d_c] \cdot V_s \quad (28)$$

აქედან $Z1 + Z2 + Z3 = Z$

$$N_e \cdot y_t = Z [1 + (V_s - V_0) d_c] \cdot V_s \quad (29)$$

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

$$\frac{N_e y_t}{Z} = V_s + V_s^2 d_c - V_0 d_c \cdot V_s \quad (30)$$

$$\frac{N_e \cdot y_t}{Z} = V_s^2 d_c + (1 - V_o d_c) \cdot V_s \quad (31)$$

საიდანაც:

$$d_c \cdot V_s^2 + (1 - V_o d_c) \cdot V_s - \frac{N_e \tilde{t}}{Z} = 0; \quad (32)$$

(32) გამოსახულება გავყოთ d_c -ზე:

$$V_s^2 + \frac{(1 - V_o d_c)}{d_c} \cdot V_s - \frac{N_e \tilde{t}}{Z \cdot d_c} = 0 \quad (33)$$

$$\text{ავღნიშნოთ:} \quad \frac{(1 - V_o d_c)}{d_c} = p; \quad \frac{N_e \tilde{t}}{Z \cdot d_c} = q \quad (34)$$

საბოლოოდ კვადრატული განტოლება V_s სამუშაო სიჩქარის მიმართ მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$V_s^2 + p V_s - q = 0 \quad (35)$$

ამ კვადრატული განტოლების ამონახსენი გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$V_s = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} \quad (36)$$

საიდანაც სამუშაო სიჩქარის გამოსახულებისათვის მისაღებია კვადრატული ფესვის დადებითი მნიშვნელობა. საბოლოოდ სამუშაო სიჩქარის (V_s) განსაზღვრისათვის ვღებულობთ:

$$V_s = -\frac{p}{2} + \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q} \quad (37)$$

სამუშაო სიჩქარის მიღებული მნიშვნელობა უნდა შედარდეს აგროტექნიკური მოთხოვნებით დასაშვები სამუშაო სიჩქარეების დიაპაზონის მნიშვნელობებს მოცემული ტექნოლოგიური პროცესისათვის. თუ გაანგარიშებით მიღებული სამუშაო სიჩქარის მნიშვნელობა მოქცეულია აგროტექნიკით გათვალისწინებულ დასაშვებ სიჩქარეთა დიაპაზონში, მაშინ აგრეგატის მოძრაობისათვის ვირჩევთ სიჩქარის გაანგარიშებით მიღებულ მნიშვნელობას. ხოლო თუ V_s -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”, 1998, 256 с.
2. Организация и технология механизированных работ по возделыванию сельскохозяйственных культур. М. “ ”, 2001.

IDENTIFICATION OF MAXIMUM WORKING CAPACITY OF LAND PROCESSING AGGREGATE DURING THE NOMINAL REGIME WORKING TIME OF MOTOR

Elguja Shapakidze - Academician of the Georgian Academy of Agricultural Sciences,

Givi Mosashvili - Academic Doctor of Technical,

Roland Japaridze - Academic Doctor of Technical

Key words: aggregate, power, working speed, specific resistance of agricultural machinery.

Abstract

The article examines the ways of increasing working capacity of land processing aggregates to receive high efficiency during the nominal regime working time of motor, by using theoretical definition of maximum working speed allowed agro technically.

The aggregate energy system and the impact of working speed on specific resistance of agricultural machinery are discussed in the article. The quadratic equation V_s for working speed is developed, which allows us to determine the aggregate maximum speed during the implementation of specific operation, ensuring maximum aggregate production in the tractor engine nominal working conditions.