

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ И ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ

**УДК 625.76**

**В.Н.Кузнецова**

### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТЕРИЯ ЗАМЕНЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РЫХЛИТЕЛЕЙ**

**Введение.** В процессе использования рабочие органы землеройных машин интенсивно изнашиваются и затупляются. Эффективность их работы в связи с этим резко снижается. Поэтому необходимо ограничивать их износ, так как при интенсивном затуплении рабочего органа возрастают силы на разработку грунта, что приводит к падению производительности и значительному росту энергозатрат.

Некоторыми авторами в качестве критерия, ограничивающего износ рабочего органа, предлагается увеличение силы на разработку грунта [1,2]. Данный критерий позволяет оценить увеличение сопротивлений грунта в зависимости от затупления, но не даёт возможности оценить изменение эффективности работы всей машины в целом.

Энергетические показатели работы машины в зависимости от величины затупления исследовались в [3] с помощью анализа затрат мощности на эффективность рабочего процесса землеройной машины.

С точки зрения автора, энергетический критерий позволит разработать замкнутую динамическую систему машина – грунт и, вероятно, даст возможность создать модель автоматического управления процессом в зависимости от затупления.

На наш взгляд, данный критерий не полностью оценивает эффективность работы машины в зависимости от состояния рабочего органа, так как здесь не предусмотрено влияние затупления на производительность и другие технико-экономические показатели машины.

Наиболее точным это влияние оценено в работе Угрюмова [4], исследующей зависимость А.А. эффективности работы скреперного агрегата от затупления рабочего органа. Автором предложено оценивать влияние затупления на удельные приведённые затраты работы машины.

Этот показатель позволяет сделать интегральную оценку эффективности работы машины в целом.

**Основная часть.** Для проведения анализа эффективности работы машины в зависимости от степени затупления рабочего органа необходимо

рассмотреть, как степень затупления влияет на производительность.

Производительность напрямую зависит от затупления режущей кромки рабочего органа, которое ведёт к росту удельных затрат при эксплуатации машин. Материалы сменных рабочих органов, а также их конструкции, могут быть различны. Это обстоятельство объясняет разницу ресурса рабочих органов машин.

Возникает вопрос об определении времени смены или заточки изношенных рабочих органов.

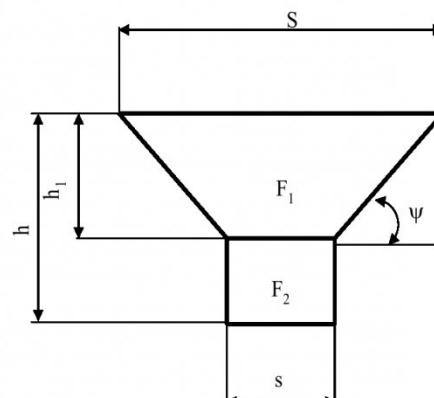
Именно поэтому важно определить зависимость между производительностью и коэффициентом затупления режущей части рабочего органа. Рассмотрим решение этой задачи на примере рыхлителя.

Для расчёта предельной величины затупления режущей кромки рабочего органа рыхлителя необходимо выбрать критерий оценки этой величины.

Как отмечалось выше, для этих целей обычно используются «силовые» критерии или критерий энергёмкости процесса. На наш взгляд, данные критерии не позволяют достаточно полно оценить эффективность работы процесса.

Поэтому, основываясь на исследованиях [4], для оценки процесса рыхления грунта предлагается использовать экономический критерий – удельные приведённые затраты.

Для определения этого критерия необходимо иметь информацию об изменении производитель-



*Рис. 1. Сечение щели, прорезаемой рыхлителем в грунте*

ности рыхлителя в процессе затупления коронки.

Его производительность определяется объемом разработанного зубом грунта. Площадь  $F$  поперечного сечения щели, прорезаемой зубом рыхлителя, представляет собой сумму двух площадей [1]:

$$F = F_1 + F_2, \quad (1)$$

где  $F_1$  – площадь, образование которой обусловлено нормальными напряжениями разрыва или касательными напряжениями  $t$ ;  $\text{м}^2$ ;

$F_2$  – площадь реза,  $\text{м}^2$  (рис. 1).

$$F_1 = \frac{S + s}{2} h_1, \quad (2)$$

$$F_2 = s(h - h_1),$$

где  $S$ ,  $s$  – ширина рыхления поверху и понизу соответственно,  $\text{м}$ ;  $h$  – глубина рыхления,  $\text{м}$ ;

$$S = s + 2h_1 \operatorname{ctg} \psi, \quad (3)$$

где  $\psi$  – угол сдвига грунта.

Величина угла сдвига грунта зависит от степени хрупкости разрушающего грунта, величины угла внутреннего трения, угла резания  $\alpha$  [1].

Производительность рыхления грунта одним зубом можно вычислить по формуле как функцию  $\Pi=f(h)$ :

$$\begin{aligned} \Pi &= F \cdot V = \\ &= V[s \cdot (h - h_1) + h_1(s + h_1 \operatorname{ctg} \psi)]k_6, \end{aligned} \quad (4)$$

где  $V$  – скорость разработки грунта,  $\text{м}/\text{ч}$ ,  $k_6$  – коэффициент времени.

Принимая  $k=h_1/h$ , получим

$$\Pi = V \cdot [sh + (kh)^2 \cdot \operatorname{ctg} \psi]k_6. \quad (5)$$

Принимая во внимание информацию из [42], величина  $k$  изменяется в зависимости от вида грунта, его температуры и угла резания  $\alpha$ :

супесь  $t = (-3 \dots -5) {}^\circ\text{C}$   $\alpha = 50 {}^\circ\text{к} = 0,63$

суглинок  $t = 4 {}^\circ\text{C}$   $\alpha = 30 {}^\circ\text{к} = 0,75$

Как видно из (5), производительность и, естественно, эффективность работы машины существенно связаны с глубиной рыхления  $h$ . Она в свою очередь определяется силой тяги базовой машины и сопротивлением грунта рыхлению. Усилие рыхления по формуле [1] пропорционально глубине рыхления  $h$  и величине затупления рабочего органа  $\Delta$ :

$$P = 10Ch \cdot (1 + 0,55s) \cdot \left(1 - \frac{90 - \alpha}{150}\right) \cdot \mu \Delta, \quad (6)$$

где  $C$  – число ударов ударника ДорНИИ;  $\alpha$  – угол резания, град;  $\mu$  – коэффициент, учитывающий степень блокирования (для блокированного резания  $\mu = 1$ ; для полублокированного резания  $\mu = 0,75$ ; для свободного резания  $\mu = 0,5$ );  $\Delta$  – коэффициент затупления.

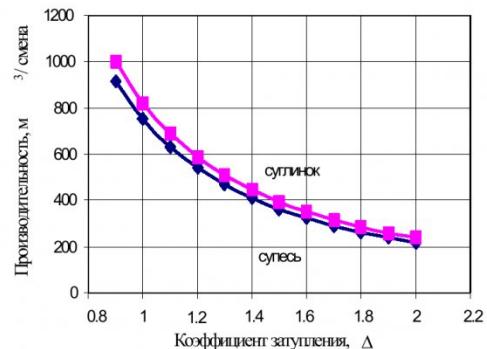


Рис. 2. Зависимость производительности рыхления от величины затупления коронки

Для осуществления технологической операции рыхления грунта необходимо, чтобы сила тяги базовой машины превосходила сопротивление рыхлению грунта. В предельном случае необходим баланс сил тяги и рыхления

$$P_m = P \quad (7)$$

где  $P_m$  – сила тяги базовой машины, Н.

С увеличением коэффициента затупления  $\Delta$  зуба рыхлителя возрастает сила сопротивления грунта рыхлению, что приводит к нарушению баланса сил и сила тяги становится меньше силы сопротивления грунта рыхлению:

$$P_m < P \quad (8)$$

В результате этого возникает невозможность дальнейшего выполнения технологической операции рыхления грунта.

Чтобы избежать последнего, необходимо прибегнуть к уменьшению глубины рыхления  $h$ , которая в этом случае из условия баланса сил может быть определена по формуле:

$$h = \frac{P_m}{10 \cdot C \cdot (1 + 0,55s) \cdot \left(1 - \frac{90 - \alpha}{150}\right) \cdot \mu \Delta} \quad (9)$$

Запишем  $h \propto \Delta = D$ .

В этом случае

$$\Pi = V \left( s \cdot \frac{D}{\Delta} + k^2 \cdot \frac{D^2}{\Delta^2} \cdot \operatorname{ctg} \psi \right) k_6 \quad (10)$$

Построим графики зависимостей  $\Pi=f(\Delta)$  при  $\Delta=0,85 \dots 2$  (рис. 2).

Как показывает анализ графиков  $\Pi = f(\Delta)$ , с ростом затупления рабочего органа производительность плавно уменьшается, стремясь к определенному пределу.

Зная динамику изменения производительности в зависимости от затупления рабочего органа, можно легко определить предельную величину коэффициента затупления  $\Delta$  из условия рентабельности производства работ. Производство рентабельно тогда, когда в результате выполнения технологических операций получается доход.

Доход на единицу продукции от эксплуатации машины есть разница между ценой  $Z_0$  и

удельными приведёнными затратами на единицу продукции  $Z_{y\partial}$ :

$$\Delta = Z_{y\partial} - Z_0 . \quad (11)$$

Эксплуатация машины выгодна с экономической точки зрения до тех пор, пока можно получить доход, т.е. пока  $\Delta \neq 0$  или  $Z_{y\partial} = Z_0$ .

Цена продукции зависит от конъюнктуры рынка. Удельные приведённые затраты при эксплуатации машины можно определить как отношение суммы затрат к производительности машины:

$$Z_{y\partial} = \frac{\Sigma 3}{\Pi} . \quad (12)$$

Рассмотрим случай, когда сумма затрат  $\Sigma 3$  остаётся неизменной в течении нескольких смен работы рыхлителя. В этом случае можно говорить о том, что удельные приведённые затраты, а значит, и доход, зависят от производительности машины:

$$\begin{aligned} Z_{y\partial} &= f(\Pi); \\ \Delta &= f(\Pi). \end{aligned} \quad (13)$$

Но так как в предельном случае  $Z_{y\partial} = Z_0$ , то

$$Z_0 = \frac{\Sigma 3}{\Pi} . \quad (14)$$

Из последней формулы получим:

$$\Pi = \frac{\Sigma 3}{Z_0} . \quad (15)$$

Таким образом, приравняв выражения для нахождения производительности по формуле (10) и

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зеленин А. Н., Баловнев В. И., Керов И. П. Машины для земляных работ. – М.:Машиностроение, 1975. – 422 с.
2. Лашков В. И. Исследование влияния износа режущих кромок на производительность землеройных машин // Сб. "Архитектура и строительство", N3, 1974, Алма-Ата. – С.15-17.
3. Бузин Ю.М. Критерий эффективности и оптимизации рабочего процесса землеройно-транспортных машин // Строительные и дорожные машины, 2000, № 4. - С. 12-15.
4. Угрюмов А.А. Исследование влияния затупления ножей на сопротивление грунтов копанию скреперами / Диссерт. на соиск. учёной степени канд. техн. наук. - Омск. 1979. – 144 с.

Автор статьи:

Кузнецова

Виктория Николаевна

- канд. техн. наук, доц.

(Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, г. Омск)

производительности экономического расчёта, получим уравнение для расчёта предельной величины коэффициента затупления  $\Delta$  рабочих органов землеройных машин с учётом удельных затрат и цены продукции:

$$\sum \frac{3}{Z_0} = V \left( s \frac{D}{\Delta} + k^2 \frac{D^2}{\Delta^2} ctg \psi \right). \quad (16)$$

**Основные результаты.** В результате решения данного уравнения получим:

$$\Delta_{np} = \frac{D(Vs \pm \sqrt{(Vs)^2 + 4 \frac{\sum 3}{Z_0} V k^2 ctg \psi}}{2 \sum \frac{3}{Z_0}} . \quad (17)$$

**Выводы.** Данная формула связывает между собой зависимость предельной величины коэффициента затупления  $\Delta$  рабочих органов землеройных машин и физико-механические свойства грунта, а также учитывает влияние цены продукции и удельных приведённых затрат на предельную величину  $\Delta$ .

Таким образом, значение величины  $\Delta$  регламентируются конъюнктурой рынка, свойствами грунта, удельными приведёнными затратами, и может охватывать больший интервал, чем [0,85...2,0] [1].