

УДК 631.316.22

## **СНИЖЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕМЕЩЕНИИ В ПОЧВЕ ТРЕХГРАННОГО КЛИНА**

Пикушов А. Н. – д. т. н., профессор

*Кубанский государственный аграрный университет*

В статье дана оценка возможного снижения сопротивления перемещению в почве трехгранного клина при снижении коэффициента трения почвы о металл, например, путем подачи в зону контакта сжатого воздуха.

Для повышения производительности тракторных агрегатов необходимо увеличивать ширину захвата. Обычно для этого используются более мощные, а следовательно, более тяжелые тракторы. Но этот путь повышения производительности агрегатов уже исчерпал себя, так как тяжелые тракторы больше уплотняют почву, и в дальнейшем требуется затратить больше энергии для ее разуплотнения. Кроме того, увеличение массы трактора приводит к увеличению затрат энергии на его самопередвижение. Более перспективный путь – применение энергонасыщенных тракторов и рабочих органов с интенсификаторами, позволяющими снижать сопротивление на рабочем органе.

Сопротивление перемещению рабочих органов в почве является важнейшим энергетическим показателем работы любой почвообрабатывающей машины, так как именно оно ограничивает ширину захвата, а следовательно, и производительность агрегата и определяет затраты энергии на обработку почвы. В связи с этим актуальными являются исследования, направленные на снижение сопротивления почвообрабатывающих машин. Особенно большое

значение эта проблема имеет в области применения глубокорыхлителей, так как тяговое сопротивление одного рабочего органа, действующего в условиях блокированного резания на глубине 0,25...0,30 м, достигает 10 кН, что не позволяет получить высокую производительность агрегатов при глубоком рыхлении.

Высокая энергоемкость глубокой обработки почвы вызывает необходимость разработки новых рабочих органов, а следовательно, и дополнительного изучения их силовых характеристик. Для того чтобы определить пути снижения тягового сопротивления рабочего органа для обработки почвы, необходимо рассмотреть зависимости тягового сопротивления рабочего органа от условий его работы.

Рабочий орган плоскореза-глубококорытителя может быть представлен в виде трехгранного клина. Основными параметрами, характеризующими форму трехгранного клина, являются угол рыхления  $\beta$ , образуемый рабочей поверхностью с плоскостью  $XOY$ , и угол скоса лезвия  $\gamma$ , образуемый линией лезвия с осью  $X$ . Условия работы характеризуются глубиной рыхления, физико-механическими характеристиками почвы, коэффициентом трения почвы о рабочий орган.

Горизонтальная составляющая сопротивления почвы, возникающего при работе трехгранного клина, определяется по формуле [1]:

$$R_X = R_{GX} + R_{FX} + R_{3X} + R_{DX}, \quad (1)$$

где  $R_{GX}$  – составляющая, обусловленная силой тяжести пласта почвы  $G$ ;

$R_{FX}$  – составляющая, обусловленная действием силы инерции  $F$ ;

$R_{3X}$  – сопротивление почвы сжатию затылком затупившегося лезвия трехгранного клина;

$R_{DX}$  – сопротивление почвы деформации.

Составляющие тягового сопротивления определяются по зависимостям:

$$R_{GX} = a \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{об} \frac{\sin\beta + f(\cos\gamma \operatorname{ctg}\gamma + \sin\gamma \cos\beta)}{\cos\beta - f \sin\gamma \sin\beta}, \quad (2)$$

где  $a$  – глубина обработки почвы;

$b$  – ширина захвата клина;

$l$  – длина рабочей грани клина;

$f$  – коэффициент трения клина о почву;

$\gamma_{об}$  – сила тяжести единицы объема почвы.

$$R_{FX} = \frac{a \cdot b \cdot \gamma_{об} \cdot V^2 \cdot \sin^2 \gamma [\sin\beta + f \cdot \sin\gamma (\operatorname{ctg}^2 \gamma + \cos\beta)]}{g \cdot (\operatorname{ctg}\beta - f \cdot \sin\gamma)}, \quad (3)$$

где  $V$  – скорость перемещения клина;

$g$  – ускорение свободного падения.

$$R_{3X} = \lambda \cdot G_M \cdot \frac{\sin\varepsilon_3 \sin\gamma + f \cdot (\cos\varepsilon_3 \sin^2 \gamma + \cos^2 \gamma)}{\cos\varepsilon_3 - f \cdot \sin\gamma \sin\varepsilon_3}, \quad (4)$$

где  $G_M$  – сила тяжести машины;

$\lambda$  – коэффициент, определяющий допустимое значение сопротивления, возникающего в связи с затуплением режущей кромки ( $\lambda=0,3\dots0,4$ );

$\varepsilon$  – угол, образуемый плоскостью затылка лезвия с плоскостью  $XOY$ .

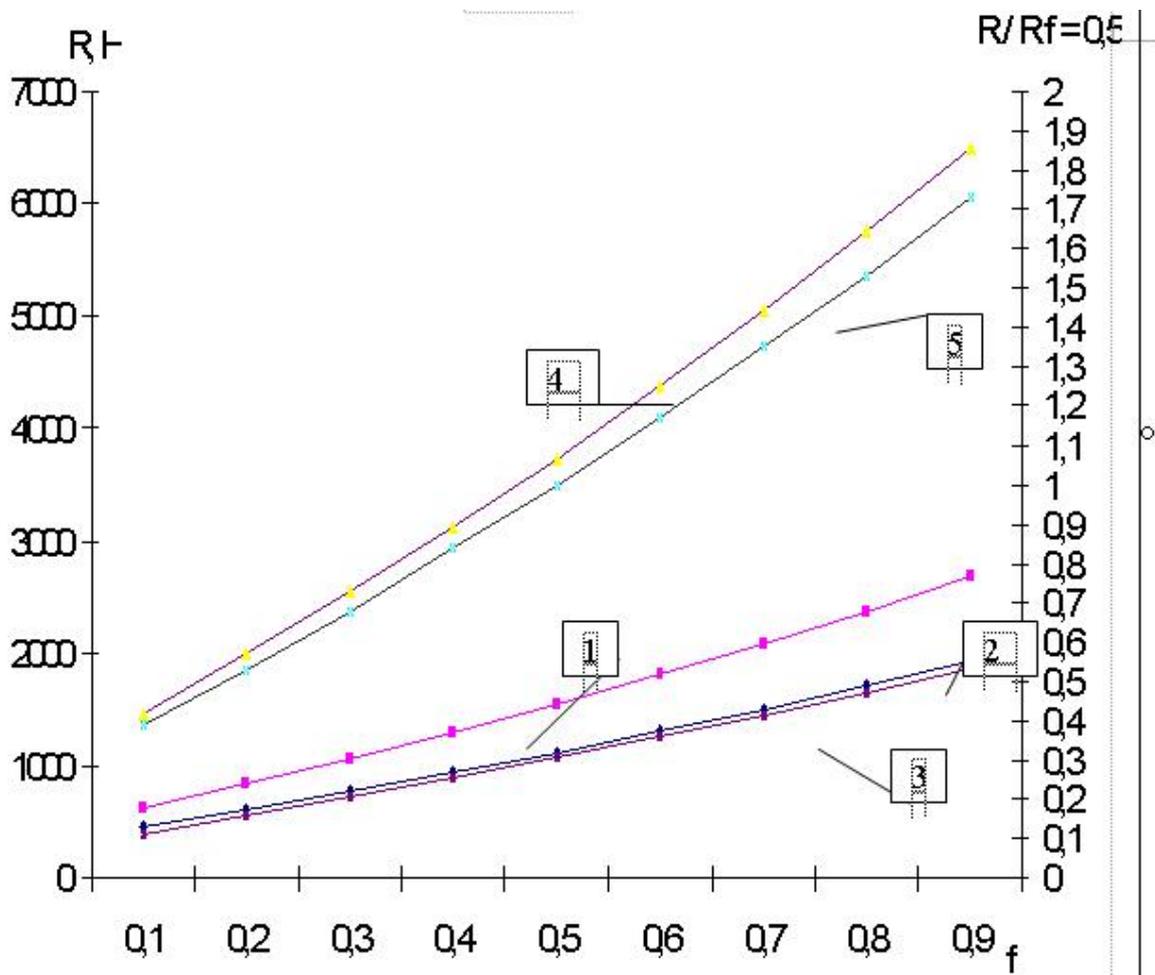
Усилие  $R_{DX}$ , обусловленное сопротивлением почвы деформации, сложно определить только расчетным путем, поэтому оно здесь не рассматривается.

Как видно из представленных зависимостей, значения составляющих сопротивления перемещению клина в почве зависят наряду с другими факторами (углов  $\beta, \gamma, \varepsilon$ , длины рабочей грани  $l$ , скорости движения  $V$ , глубины обработки  $a$  и др.) от коэффициента трения  $f$  о почву.

В работе [1] дана оценка степени снижения сопротивления перемещению клина при полном отсутствии трения, т. е. при  $f=0$ . В связи с тем, что полностью устранить трение почвы о клин невозможно, целесообразно построить зависимости составляющих тягового сопротивления от коэффициента трения  $f$ , сопоставить их значения и оценить, насколько может быть снижено тяговое сопротивление при искусственном снижении коэффициента трения клина о почву.

Условия расчета:  $a=0,4$  м;  $b=1,1$  м;  $l=0,165$  м;  $\lambda=0,4$ ;  $G_M=3750$  Н;  $\varepsilon=15^\circ$ ;  $\gamma=36,87^\circ$ ;  $\beta=21,1^\circ$ ;  $\gamma_{об}=15000$  Н/м<sup>3</sup>;  $V=3$  м/с.

На рисунке показаны зависимости  $R_{GX}(f)$ ,  $R_{FX}(f)$ ,  $R_{3X}(f)$ ,  $\Sigma R(f)$ .



**Рисунок – Зависимости сопротивлений при перемещении трехгранного клина в почве от коэффициента трения**

$$1 - R_{GX}(f); 2 - R_{FX}(f); 3 - R_{3X}(f); 4 - \Sigma R(f); 5 - \Sigma R / \Sigma R_{f=0,5}$$

Из рисунка видно, что составляющие  $R_{GX}$ ,  $R_{FX}$ ,  $R_{3X}$  и их суммарное значение сопротивлений  $\Sigma R$  при снижении значения  $f$  изменяются практически одинаково и независимо от коэффициента трения имеют следующий удельный вес от общего сопротивления  $\Sigma R$ :  $R_{GX}=41...42\%$ ;  $R_{FX}=30...31\%$ ;  $R_{3X}=27...29\%$ . На этом же рисунке показана зависимость отношения суммарного значения сопротивления  $\Sigma R = R_{GX} + R_{FX} + R_{3X}$  к суммарному значению сопротивления  $\Sigma R_{f=0,5}$  при коэффициенте трения клина о почву  $f=0,5$ , который считается наиболее вероятной величиной и рекомендуется к применению при расчетах почвообрабатывающих машин [2]. Эта зависимость показывает, что при снижении коэффициента трения от  $f=0,5$  до  $f=0,3$  сопротивление перемещению клина в почве снижается на 32 %, а при снижении коэффициента трения до  $f=0,2$  сопротивление может быть снижено на 47 %.

Таким образом, полученные зависимости позволяют оценить степень снижения сопротивления при перемещении клина в почве путем подачи в область взаимодействия клина с почвой, например, сжатого воздуха с целью снижения коэффициента трения клина о почву.

### Список литературы

1. Синеоков, Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г. Н. Синеоков, И. М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977.
2. Листопад, Г. Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г. Е. Листопад, Г. К. Демидов, Б. Д. Зонов. – М. : Агропромиздат, 1986.