

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Э. А. ДЖАНГУЛЯН

ВЛИЯНИЕ ВИДА И СПОСОБА РЕЗАНИЯ ГРУНТОВ
НА СОПРОТИВЛЕНИЕ РЕЗАНИЮ

Различают два вида резания грунтов: лобовое и косое.

Правильный выбор вида резания имеет существенное практическое значение для обоснованного подхода к проектированию новых геометрических форм рабочих органов землеройных машин.

Этот вопрос до сих пор во многом спорен.

По данным разных исследований функция $K = f(\beta)$ удельного сопротивления резанию в зависимости от угла β (β — угол между режущей кромкой и траекторией движения в плане) может либо возрастать, либо убывать. Подобные расхождения объясняются существенными различиями в условиях экспериментов и некоторыми их недостатками методического характера [1].

Возьмем двухгранный клин и рассмотрим взаимодействие сил при его лобовом и косом перемещении [2].

Лобовое резание. При перемещении двухгранного клина ABCDOK по направлению оси x (рис. 1) на него действуют нормальная и касательная силы N и F . Равнодействующая этих сил:

$$N_1 = \frac{N}{\cos \varphi}$$

Усилие, требуемое для перемещения клина, т. е. преодоления сопротивления перемещению, является горизонтальной составляющей N_1 :

$$P_x = \frac{N}{\cos \varphi} \sin (\alpha + \varphi). \quad (1)$$

Косое резание. Здесь (рис. 2 в) касательная сила F одновременно находится на ACDK и на плоскости, образуемой точкой l и осью x . Угол между нормальной силой N и осью x обозначим δ .

Сила сопротивления перемещению равна

$$P_x = N \cos \delta - F \cos (90^\circ - \delta),$$

так как

$$F = N \operatorname{tg} \varphi,$$

то

$$P_3 = N(\cos \delta + \operatorname{tg} \varphi \sin \delta).$$

Видоизменяя выражение для P_3 , получим:

$$P_3 \cos \varphi = N(\cos \delta \cos \varphi + \sin \varphi \sin \delta),$$

или

$$P_3 = \frac{N}{\cos \varphi} \cos(\delta - \varphi). \quad (2)$$

Сопоставим значения P_x и P_3 :

$$\frac{P_3}{P_x} = \frac{\sin(90^\circ - \alpha + \varphi)}{\sin(\alpha + \varphi)} \quad (3)$$

Для доказательства неравенства $\frac{P_3}{P_x} < 1$, достаточно доказать, что $(90^\circ - \delta) < \alpha$. Согласно схеме на рис. 26:

$$\sin(90^\circ - \delta) = \frac{OK}{ON} = \sin \alpha \cdot \sin \beta.$$

Так как $\beta < 90^\circ$, то $\sin(90^\circ - \delta) < \sin \alpha$, следовательно $(90^\circ - \delta) < \alpha$.

Обозначив соотношение $\frac{P_3}{P_x} = \mu_0$ и преобразуя его, получим:

$$\mu_0 = \frac{1}{b} \cos[\arccos(a \sin \beta) - \varphi], \quad (4)$$

где $a = \sin \alpha$; $b = \sin(\alpha + \varphi)$; $\sin \beta = \frac{\cos \delta}{a}$.

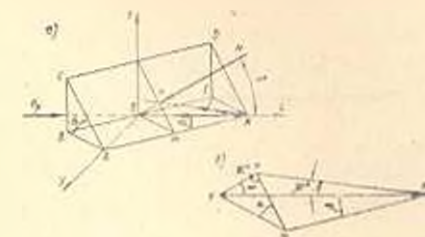
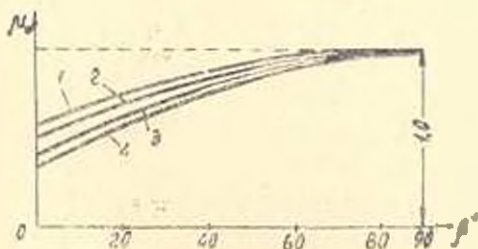


Рис. 2. Схема действия сил при косом резании.

Рис. 3. Зависимость соотношения $\mu_0 = \frac{P_3}{P_x}$ от угла β : 1 — $\alpha = 30^\circ$, $\varphi = 30^\circ$; 2 — $\alpha = 45^\circ$, $\varphi = 30^\circ$; 3 — $\alpha = 30^\circ$, $\varphi = 20^\circ$; 4 — $\alpha = 45^\circ$, $\varphi = 20^\circ$.

Построив график $\mu_0 = f(\beta)$ для определенных значений углов α и φ , получим кривые (рис. 3), из которых видно, что косое резание дает выигрыш в силе, примерно, на 25—40%, особенно в области $\beta < 45^\circ$.

Независимо от того, какой вид резания применяют (косое или лобовое) различают три способа резания: закрытый, полусвободный и свободный (рис. 4).

По данным проведенных опытов указанные три способа по-разному влияют на силу сопротивления резанию. В таблице приведены опытные

данные силы сопротивления резанию в процентах, соответствующие глубине резания 2,5 см и вариации ширины b отрываемого пласта [3, 4]

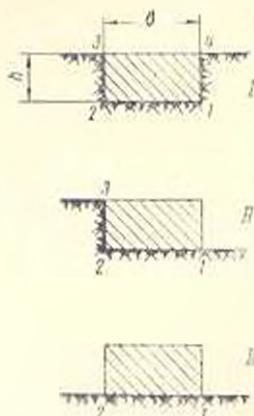


Рис. 4. Способы резания.

Таблица

№ п/п	Способ резания	Ширина пласта b , см			
		2,5	5	10	15
1	Закрытый	100	100	100	100
2	Полусвободный	25	40	50	60
3	Свободный	10	15	28	30

Из таблицы нетрудно заметить, что чем меньше ширина b пласта, тем больше способ влияет на усилие резания.

ЕФ ЦМИПКС
при МИСИ им. В. В. Куйбышева

16. II. 1982

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Недорезов И. А. Исследование косо́го резания грунтов.—М.: Транспорт, 1969.—28 с.
2. Джангулян Э. А. Землеройные машины.—Ереван: Луйс, 1978.—24 с.
3. Джангулян Э. А. Исследование скребковых рабочих органов траншейных экскаваторов.—В кн.: Труды ВНИИЗеммаш. Ленинград, 1964.—65 с.
4. Зеленин А. Н. Физические основы теории резания грунтов.—М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950.—307 с.