

## РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИИ ПОЧВЫ РОТАЦИОННЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Е.Г. Гронская, аспирантка (БГАТУ)

### Аннотация

*В статье представлены материалы для определения ширины и длины деформации почвы одной лопастью сепарирующего вала ротационного рабочего органа картофелеуборочной машины, установленного за подкапывающим лемехом, а также определения количества секций сепарирующего вала в зависимости от ширины захвата.*

*Article published materials to determine the width and length of soil deformation in single blade separating shaft rotational working body of potato machines installed for breaking up blade, as well as determine the number of partitions separating shaft, depending on the width of the capture.*

### Введение

Почва, поступающая на сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных машин, может быть в виде мелких частиц, комков, близких по размерам к клубням, крупных глыб или тестообразной пластичной массы.

Ротационный рабочий орган, установленный за подкапывающим лемехом, за счет вращения и подбрасывания массы, является эффективным устройством для разрушения почвенного пласта, комкоразрушения и сепарации почвы.

При расстановке рабочих органов на секционном валу ротационного сепаратора следует учитывать то, что деформация почвы, обладающей свойством пластичности, не ограничивается зоной контакта с ней рабочего органа, а распространяется вперед и в стороны от него.

### Основная часть

Известно, что на почвенный пласт, скользящий по рабочей поверхности клина, а в данном случае роль клина выполняют лопасти секционного вала, действуют нормальные силы  $N$  и силы трения  $F$ , которые в сумме дают равнодействующую силу  $R$ , отклоненную от нормали на угол трения  $\varphi$  (рис. 1). Согласно теории наибольших касательных напряжений, направления 0-1 и 0-2, по которым может разрушаться пласт в результате рыхления, располагаются симметрично к силе  $R$  под углом  $\theta$  одно к другому, где  $\theta=40...50^\circ$  для почвы (по Т.М. Гологурскому) [1].

Однако с учетом того, что на подкапанный лемех машины пласт картофельных грядок воздействует установленный за ним сплошной трехгранный вал сепаратора, пласт частично деформируется до поступления на сепарирующий секционный вал, значение угла  $\theta$  при расчетах примем в пределах  $20^\circ$ .

В поперечно-вертикальной плоскости (по В.С. Жегалову) зона деформации почвы также ограничивается плоскостями, составляющими угол  $\theta$  одна к другой или угол  $\theta/2$  к вертикальной оси симметрии (рис. 2).

Истинная величина площади плоскости рыхления при ширине лопасти паллера  $b_0$ , высоте  $Oм=L$  и ширине плоскости разрушенного пласта одним ребром сепарирующего вала, равной  $b_1$ , выражается трапецией. При высоте лопасти паллера  $a$  ширину деформации почвы в поперечном направлении в нижней части грядки  $b_1$  можно определить по выражению:

$$b_1 = b_0 + 2L \cdot \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}, \quad (1)$$

где  $b_0$  – ширина лопасти паллера.

Деформацию почвы в продольном направлении за время поворота лопасти на угол около  $120^\circ$  определяем по выражению:

$$l_0 + l_1 = l_0 + a \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \varphi), \quad (2)$$

где  $l_0$  – радиус описанной окружности лопасти паллера;

$\alpha$  – угол входа лопасти в почву;

$\varphi$  – угол трения [2].

Из треугольника  $Omk$  находим длину деформации почвы в поперечном направлении за время пово-

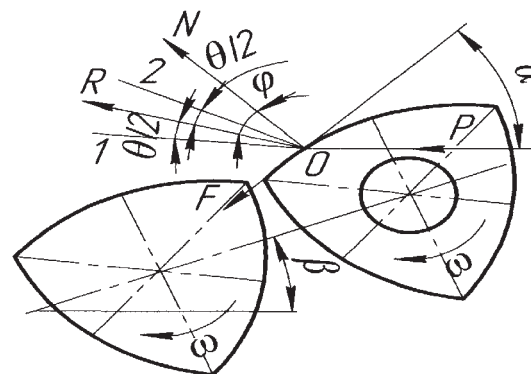


Рисунок 1. Схема рыхления пласта по плоскостям максимального касательного напряжения

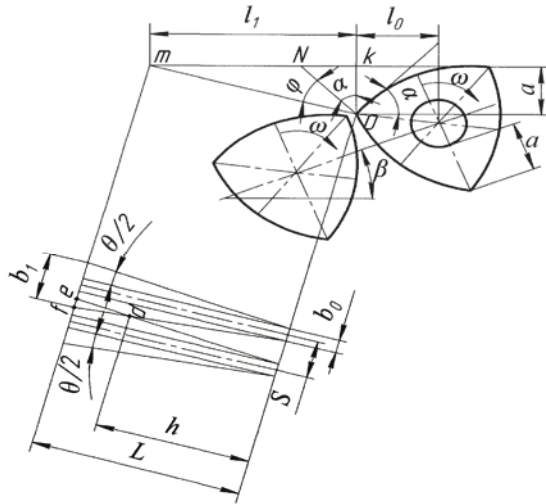


Рисунок 2. Схема к определению деформации пласта

рота лопасти на угол около  $120^\circ$  по выражению:

$$L = \frac{a}{\cos(\alpha + \varphi)} \quad (3)$$

Предельные значения распространения зоны деформации почвы в продольном направлении определим по выражениям (4) и (5):

$$l_{\max} = a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi + \theta/2), \quad (4)$$

$$l_{\min} = a \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi - \theta/2). \quad (5)$$

Как видно из рис. 2, рыхление почвы на глубине происходит неравномерно. В нижней части обрабатываемого слоя образуются необработанные гребни высотой  $h$ , которую определяем по выражению:

$$h = \frac{1}{2} \cdot (S - b_0) \cdot \operatorname{ctg} \frac{\theta}{2}. \quad (6)$$

Треугольник  $dfe$  подвергся двойному рыхлению соседними лопастями, при этом разрушенные в верхней части почвенные связи обеспечат проход отрезанной почвы между лопастями сепаратора.

Чтобы не было сгуживания почвы при расстановке лопастей, необходимо обеспечить условие отсутствия наложения плоскостей рыхления, т. е.  $S \leq b_1$ .

С учетом того, что минимальный размер клубней картофеля составляет  $C=30$  мм, то и расстояние  $S$  принимаем равным  $S = C + b_0 = 30 + 16 = 46$  мм, а исходя из ширины захвата машины, определяем количество секций на валу:

$$n = \frac{B_k}{S}. \quad (7)$$

После подстановки в полученные выражения предполагаемых значений конструктивной ширины лопастей паллеров секционного вала  $b_0 = 10 \dots 18$  мм, их высоты  $a = 50 \dots 80$  мм, с размерами описанных окружностей  $l_0 = 160 \dots 220$  мм, при угле входа в почву  $\alpha = 45^\circ$ , для различных по механическому составу типов почв, у которых угол трения  $\varphi = 22 \dots 35^\circ$ , произведены расчеты и построены графические зависимости длины деформации

почвы в поперечном направлении  $L$  от углов трения  $\varphi$  (рис. 3), а также графики зависимости ширины деформации почвы в поперечном направлении в нижней части пласта  $b_1$  от ширины лопастей  $b_0$  (рис. 4) для наиболее приемлемых высот.

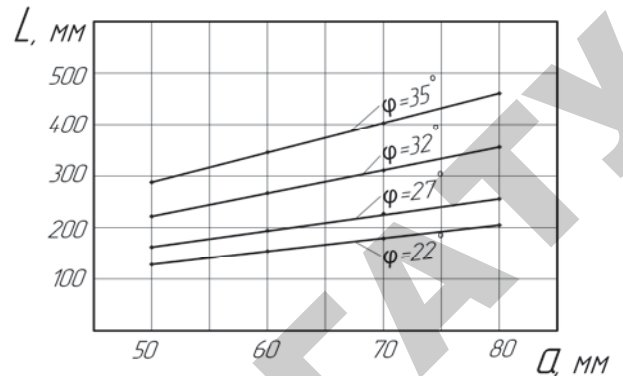


Рисунок 3. Влияние высоты лопасти паллера на длину деформации почвы в поперечном направлении в зависимости от ее физико-механического состава

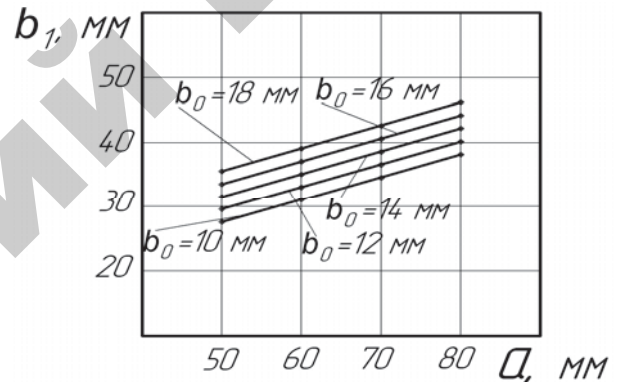


Рисунок 4. Влияние высоты лопасти паллера на ширину деформации почвы в поперечном направлении в зависимости от ее конструктивной ширины

### Заключение

Анализ проведенных расчетов и графических зависимостей, представленных на рис. 3 и 4, показывает, что для обеспечения деформации наиболее тяжелой глинистой почвы, как в поперечном, так и в продольном направлениях, ширина лопасти паллера должна быть не менее  $b_0 = 16 \dots 18$  мм, ее длина  $a = 60 \dots 80$  мм, т. е. радиус описанной окружности рабочих органов секционного вала ротационного сепаратора должен быть в пределах  $l_0 = 180 \dots 220$  мм, при этом число секций на валу для двухрядной машины  $n = 28 \dots 29$  штук.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные мелиоративные машины/ Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: «Колос», 1994.
2. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины/ Г.Д. Петров. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.