

2. Цубанов, А.Г. Использование тепловых насосов для осушения и рециркуляции отработавшего сушильного агента в конвективных зерносушилках / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №4, 2011 г., С.21-25..

3. Янтовский, Е.И. Промышленные тепловые насосы/ Е.И. Янтовский, Л.А. Левин. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 128 с.

УДК 631.51+631.8

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧЕГО ОРГАНА ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЫХЛЕНИЯ ПОЧВЫ К КОМБИНИРОВАННОМУ АГРЕГАТУ

*Радишевский Г.А., к.т.н., доцент, Еднач В.Н., Белый С.Р. (БГАТУ), Китун А.В.,  
Высоцкая Н.С. (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»)*

Качественная безотвальная обработка почвы, как и любая другая, в большей степени определяется конструкцией и состоянием рабочих органов, а также свойствами почвы (от них зависят тяговое сопротивление орудия, качество крошения почвы и ее плотность, степень сохранения стерни, скорость агрегата, выравненность поверхности и т.д.).

Серийные плуги с безотвальными корпусами и плоскорезы-глубокорыхлители имеют существенные недостатки. Плуги общего назначения с безотвальными корпусами уничтожают (заделывают) большую часть стерня, а плоскорезы – глубокорыхлители с шириной захвата плоскорезующих лап до 110 см при основной обработке стерневых фонов хотя и сохраняют до 80 % стерня на поверхности поля, но суглинистая почва получается глыбистой и недостаточно разрыхленной, что отрицательно влияет на урожайность возделываемых культур.

Для разуплотнения почвы на глубину до 45 см применяют рабочие органы в комплектации с рыхлительными долотами по отвальным и безотвальным фонам с углублением пахотного горизонта. Рыхление стрельчатыми лапами на глубину до 30 см эффективно вместо безотвальной обработки, зяблевой и весенней вспашки [1].

Использование рабочего органа для рыхления почвы позволяет снизить энергоемкость, повысить производительность обработки и улучшить ее экологическое состояние по сравнению с вспашкой отвальными орудиями за счет разрушения плужной подошвы и рыхления пахотного и подпахотного горизонтов.

Процесс глубокого рыхления почвы сопровождается ударным вхождением рабочего органа в почву и преобладанием энергоемких деформаций ее сжатия и сдвига, поэтому энергоемкость процесса зависит от параметров конструкции рабочего органа.

Рыхлительный рабочий орган при движении в почве совершает разуплотнение пахотного и подпахотного горизонта – производит механическое рыхление, которое улучшает физико – механические и агробиологические свойств почвы, повышает водо – и воздухопроницаемость, отводит излишки влаги в нижние слои и увеличивает корнеобитаемый слой.

Наиболее эффективен пассивный рабочий орган, состоящий из стойки, установленной под углом  $90^{\circ}$  к горизонту и закрепленным на ней долотом с упирителем. Применение вертикальной стойки обеспечивает минимальное сопротивление рабочего органа.

При движении стойка рабочего органа разрезает сплошной массив, а почва перед ней сминается передней гранью долота. Деформация вначале упругая, а затем пластическая. При достижении предельных значений деформации происходит отрыв или сдвиг стружки почвы в продольной и поперечной плоскостях под углом  $\psi$  (рисунок 1). Профиль деформируемого

пласта в поперечном сечении имеет трапецию, одно из оснований которого равно ширине зоны рыхления  $b$ , а другое – ширине следа режущей кромки лапы  $b_0$ .

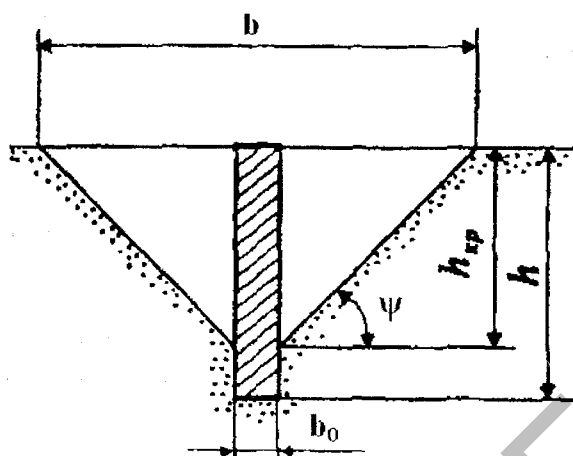


Рисунок 1– Параметры щели:  $b$  – ширина деформированной полосы почвы в поперечном сечении пласта;  $b_0$  – ширина долота с расширителем;  $h$  – глубина хода рабочего органа;  $h_{кр}$  – критическая глубина;  $\psi$  – угол сдвига почвы.

Для обеспечения максимальной ширины деформации пласта рыхлительный орган в виде прямой стоки с долотом должен перемещаться в почве выше критической глубины  $h_{кр}$  (т.е. на глубине при которой прекращается резание с отделением стружки). При рыхлении на критической глубине и ниже усилия создаваемого рабочим органом недостаточно для образования поверхностного сдвига или отрыва и частицы почвы. Почва уплотняется, перемещаясь в стороны или в низ.

Для данного типа рабочего органа [2] оптимальным является угол резания  $\alpha = 15 - 20^\circ$  и ширина долота с уширителем должна быть в пределах  $b_0 = 0,10 - 0,20$  м. Для среднесуглинистых почв Республики Беларусь оптимальной является ширина долота с уширителем  $b_0 = 0,13$  м, а для тяжелых суглинков  $b_0 = 0,20$  м.

Г.В. Плюшевым [3] установлена зависимость между шириной рыхлительного органа и критической глубиной резания

$$h_{кр} = \frac{b_0 \left[ 0,1 \frac{p}{\sigma_{от}} (1 + 3 \operatorname{tg} \psi) \right] - 2,5}{4,2 + \operatorname{ctg} \alpha},$$

где  $h_{кр}$  – критическая глубина резания;

$b_0$  – конструктивная ширина долота с уширителем;

$\sigma_{от}$  – временное сопротивление почвы отрыву;

$p$  – сопротивление почвы смятию;

$\varphi$  – угол трения почвы о сталь;

$\alpha$  – угол резания;

$\psi$  – угол наклона равнодействующей к горизонту,  $\psi = \frac{\pi}{2} - (\alpha + \varphi)$ .

Для среднего суглинка при  $\varphi = 26^\circ$  критическая глубина хода рыхлительного органа составляет  $h_{кр} = 0,42$  м., а для тяжелых суглинистых почв  $h_{кр} = 0,60$  м.

Согласно рекомендаций [4] для обеспечения процесса рыхления почвы рыхлительный орган в виде долота с уширителем должен перемещаться на глубине не менее  $a \geq 0,38$  м.

При движении в почве долота с расширителем возможны два режима работы:  $a < h_{кр}$  и  $a > h_{кр}$ .

При  $a < h_{кр}$  глубина прорези  $h$ , от которой начинаются боковые расширения зоны деформации почвы, несколько меньше глубины  $a$  обработки почвы, так как скалывание почвы под углом  $\psi$  начинается несколько выше лезвия. В этом случае с достаточной для практики точностью можно принять,  $a = h_{кр}$ .

При  $a > h_{кр}$  зона бокового рыхления пласта распространяется до глубины  $h_{кр}$ , ниже образуется щель глубиной

$$h_0 = a - h_{кр},$$

где  $h_0$  – глубина заблокированного резания без отделения почвенной стружки с уширителей.

Ширина деформированной полосы почвы в поперечном пласте при  $a > h_{кр}$  зависит не от глубины обработки  $a$ , а от  $h_{кр}$  и составляет для среднего суглинка  $b = 0,89$  м и для тяжелого  $b = 1,10$  м при угле скалывания  $\theta = 40-60^\circ$ .

Зона распространения деформации почвы при  $a > h_{кр}$  в продольном направлении на ее поверхности для среднего суглинка составляет 0,72 м и для тяжелого  $b = 2,67$  м.

При расстановке рабочих органов на раме согласно агротехнических требований должно соблюдаться условие

$$h_r < h_{кр}.$$

В этом случае зоны распространения деформации почвы с боковых сторон в процессе рыхления пересекаются в обрабатываемом слое, в результате чего в верхнем слое до некоторой глубины  $h_c$  происходит сплошное рыхление почвы по всей ширине захвата, ниже, в слое толщиной  $h_r$ , — рыхление с образованием гребешков, еще ниже, в слое толщиной  $h_0$ , — образование щелей (без отделения стружки).

Рабочие органы должны быть расставлены, чтобы исключались заклинивание почвы между соседними рабочими органами и забивание их растительными остатками, а число рабочих органов, работающих в сплошной среде (в условиях заблокированного резания), должно быть как можно меньшим, чтобы сделать возможным минимальные затраты энергии на выполнение технологического процесса.

Для обеспечения рыхления пласта на глубину  $h$  необходимое расстояние между лапами в поперечном направлении должно быть не менее  $t = 0,65$  м для средних суглинков.

При расстановке рабочих органов в продольном направлении на раме в два ряда (в шахматном порядке) необходимо, чтобы зона деформации почвы под воздействием лап последующего ряда не достигала стоек предшествующего ряда, т. е. соблюдалось условие: вылет  $L \geq l_0 + l_1$  (рисунок 2).

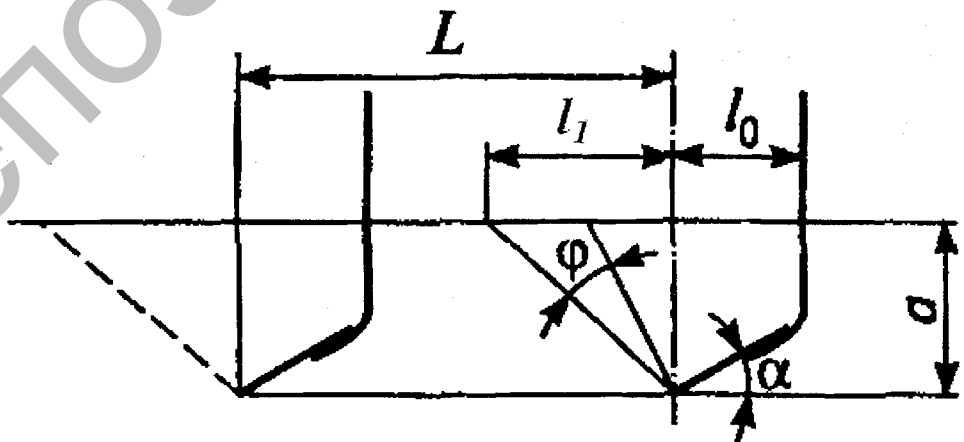


Рисунок 2 – Расстановка рыхлительных органов в продольной плоскости  
Расстояние между рядами лап

$$L \geq h_{кр} \cdot tg\left(\frac{\alpha + \phi + \phi_1}{2}\right) + l_1 + b_c,$$

где  $\phi_1$  – угол трения почвы о почву;

$b_c$  – ширина стойки рыхлительного органа ( $b_c = 0,025$  м).

При обработке почвы на глубину  $a = h_{кр} = 0,32$  м расстояние должно составлять не более 1,25 м.

С целью уменьшения габаритов агрегата и лучшего крошения почвы расстояние между рядами следует принять  $L = 0,95$  м.

### Список использованных источников

1. Пупонин А.И. Депрессия урожая сельскохозяйственных культур при уплотнении почвы и приемы ее снижения /А.П. Пупонин и др. // Сб. науч. тр. ВИМ, т.118. – М.:ВИМ,1988. С. 78 – 96.

2. Токушев Ж.Е. Теория и расчет орудий для глубокого рыхления почв. – М.: ИНФРА-М, 2003.

3. Панов И.М. Вопросы теории взаимодействия рабочих органов глубокорыхлителя с почвой/И.М. Панов, И.В. Сучков, В.И. Ветехин //Тр. ВИСХОМ. – М.: ВИСХОМ, 1988. С. 134 –178.

УДК 631.356.46

### К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ ПАССИВНОГО ЛЕМЕХА

*Ляхмаков В.С., к.т.н., доц., Портянко Г.Н., к.т.н., доц., Гронская Е.Г., Гурнович Н.П., к.т.н., доц., Артюшевская Е.Г. (БГАТУ)*

#### *Введение*

Подкапывающие лемеха выполняют начальную операцию в технологическом процессе картофелеуборочной машины и в значительной мере влияют на подачу клубненосного пласта на последующие рабочие органы. Известно несколько типов конструкций подкапывающих рабочих органов. Наиболее распространенными являются комбинированные лемешно-дисковые, колеблющиеся, с пассивным лемехом и боковинами и другие [1]. При использовании ротационного сепаратора почвы важным вопросом является выбор формы и параметров лемехов.

Одним из основных параметров лемеха является угол его наклона к горизонту  $\alpha$ . Этот угол обуславливает минимальное сопротивление движению почвенного пласта, наименьшую вероятность сгруживания и высоту подъема массы.

#### *Основная часть*

Для определения оптимального значения угла  $\alpha$  примем следующие исходные положения:

- высота расположения задней кромки лемеха постоянна  $h = \text{const}$ ;
- сгруживание и развал пласта подкапываемой почвы на лемехе отсутствует;
- механический коэффициент полезного действия лемеха имеет максимальное значение.