

УДК 631.316.22

UDC 631.316.22

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ РАБОЧИХ ОРГАНОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО БЕЗОТВАЛЬНОГО ПЛУГА**

**EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCHES OF WORK OF UNIVERSAL BOARDLESS PLOW TOOLS**

Медовник Анатолий Николаевич  
д.т.н., профессор

Medovnick Anatoly Nikolayevich  
Dr.Sci.Tech., professor

Тарасенко Борис Фёдорович,  
к.т.н., доцент

Tarasenko Boris Fedorovich  
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Горовой Сергей Алексеевич,  
аспирант  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Gorovoy Sergey Alekseevich  
Post-graduate student  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Экспериментальные и теоретические исследования работы рабочих органов универсального безотвального плуга со складывающимися лапами, помогли обнаружить дефекты, пути улучшения конструкции, и связь сил сопротивления почвы и параметров рабочих органов

Experimental and theoretical researches of work of universal boardless plow tools with folding sweeps, helped to reveal defects, methods improvement of construction and tie powers resistance of soil and parameters of tools

Ключевые слова: СТОЙКИ, ДОЛОТА, СКЛАДЫВАЮЩИЕСЯ ЛАПЫ

Keywords: STANDARDS, CHISELS, FOLDING SWEEPS

Существующие в настоящее время механизированные процессы почвообработки несовершенны в виду следующих причин: применения многооперационности, большой номенклатуры машин, нерационального вмешательства человека в экосистему и низкого качества разрыхления почвенных структур и т.д. Они резко обозначают энергетическую и экологическую проблемы, связанные с наращиванием энергетических затрат и со снижением плодородия. Низкое качество разрыхления почвенных структур верхнего горизонта не обеспечивает условий эффективного накопления и использования почвенной влаги, и получения гарантированных урожаев зерновых культур в условиях рискованного засушливого земледелия.

Исследования по решению проблем энергосбережения, и снижения потерь плодородия актуальны, особенно для степной зоны Северного Кавказа (Краснодарского края, Ростовской области и Ставропольского края), являющейся основной зерносеющей зоной России [1].

В связи, с чем нами в Кубанском государственном аграрном университете разработан универсальный плуг для безотвальной обработки почвы со складывающимися и раскладывающимися лапами. Новизна данного технического решения подтверждена патентом РФ № №2298302 [2], а образец универсального плуга для безотвальной обработки почвы (рисунок 1), представленный на X Международной сельскохозяйственной выставке «Золотая Нива» 20-22 мая 2010 года был награжден Дипломом.

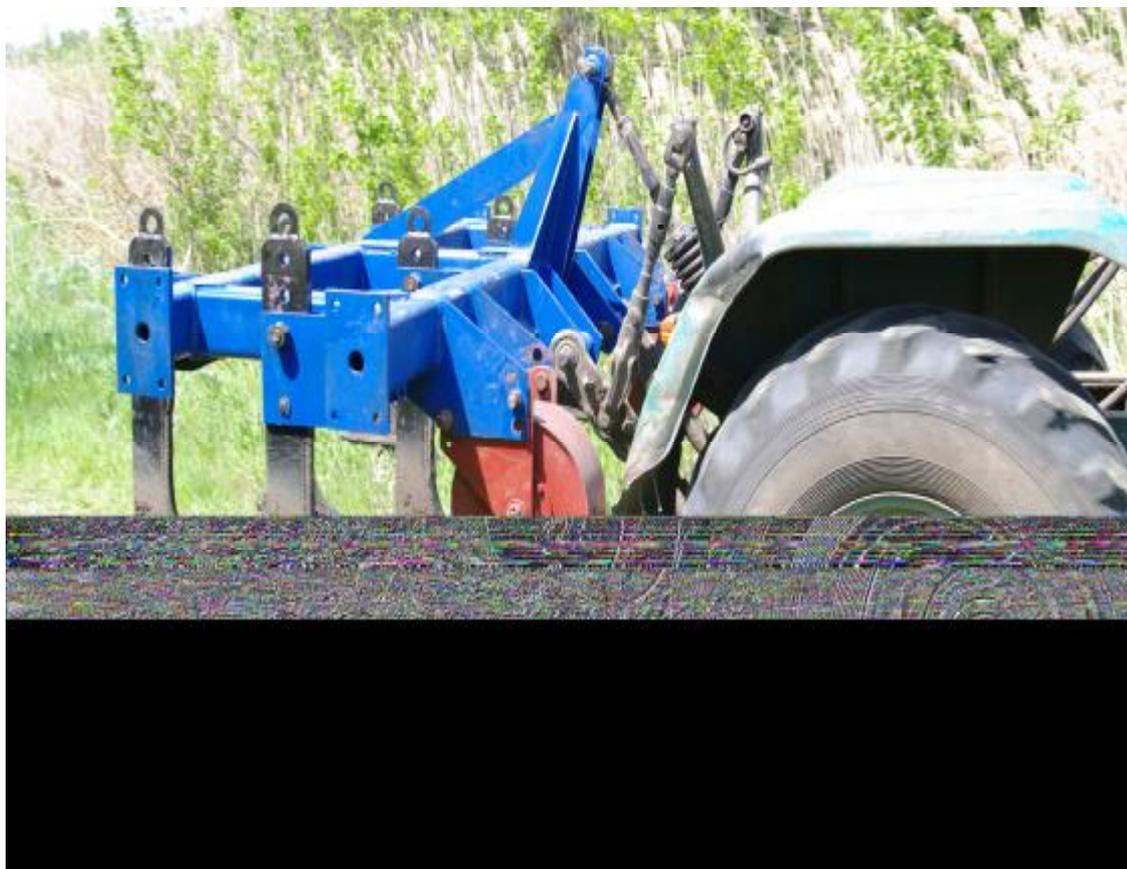


Рисунок 1 – Экспериментальный образец «Универсального плуга для безотвальной обработки почвы»

Экспериментальные исследования работы рабочих органов универсального плуга для безотвальной обработки почвы, проведенные в Ростовской области (г. Зерноград) и в Краснодарском крае (Красноармейский район) показали, что плуг с разложенными полулапами обеспечивает плоскорезное рыхление почвы на глубину 8-28см, а со сложенными полу-

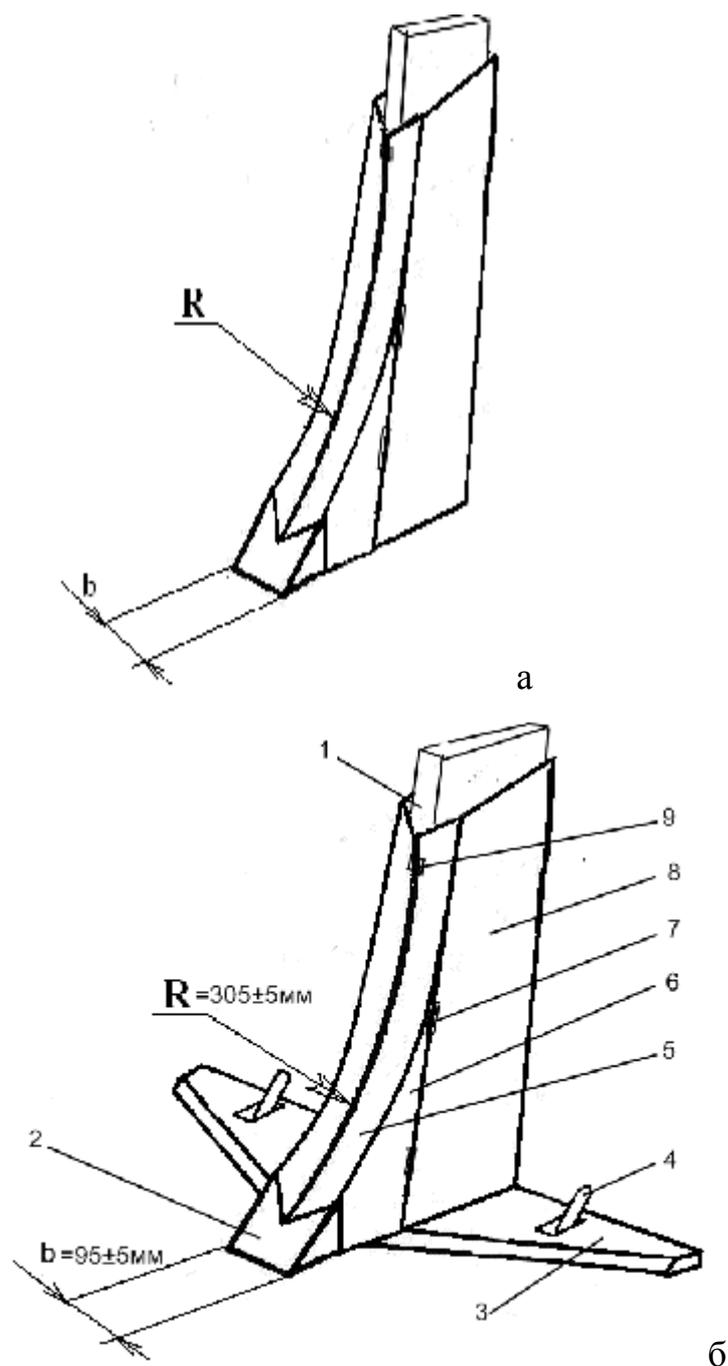
лапами плуг осуществляет чизелевание, т.е. работает как глубокорыхлитель (чизель) на глубину 35 и более см. Причём после плоскорезной обработки поле ровное, стерня сохраняется в верхнем пахотном слое, корни сорняков (корневища, клубни болотных и др. сорняков, которые залегают на глубине 0,18-0,20м перемещены в верхние слои: 55-60% – в горизонт 0-0,1м, а 30-35% вынесены из обрабатываемого слоя на поверхность). Однако дно пахоты имеет гребни. После чизельной обработки (глубокого рыхления) осуществляется разуплотнение плужной подошвы, стерня сохраняется в верхнем пахотном слое, а корневища сорных растений размещены по всей толщине пахотного слоя. Производительность безотвальной обработки выше в 2,2-2,8раза, чем при лемешной отвальной обработке почвы. К преимуществам универсального плуга для безотвальной обработки почвы можно отнести хорошую поперечную устойчивость и заглубляемость даже в слежавшуюся переуплотнённую целину.

Однако испытания показали, что существуют следующие негативные явления.

1. Налипание внутренних влажных слоёв почвы за долотом на стойке по всей глубине обработки (рисунок 1), которое приводит к повышению тягового сопротивления плуга с разложенными полулапами, а также и при сложенных полулапах, так как коэффициент трения почвы о почву больше коэффициента почвы о сталь.

2. Получение крупно комковатой структуры почвы из-за отсутствия ворошителей на лапах в связи с неудобством их монтажа и демонтажа.

Для устранения указанных недостатков предлагаем следующие усовершенствования рабочих органов в устройстве для безотвальной обработки почвы (рисунок 2).



1 – стойка; 2 – долото; 3 – полулапа; 4 – прячущийся ворошитель; 5 – наральныйник; 6 – обтекатель, приваренный к наральныйнику; 7 – шарнирный навес; 8 – обтекатель-фиксатор; 9 – фиксатор наральныйника

а – со сложенными полулапами; б – с разложенными полулапами;

Рисунок 2 – Схема усовершенствованного рабочего органа универсального плуга для безотвальной обработки почвы:

1. Принять ширину долота равной  $95 \pm 5$  мм, а фронтальную часть стойки 4 выполнить с радиусом изгиба  $305 \pm 5$  мм согласно исследованиям по оптимизации данных параметров [3].

2. Оснастить стойку 1 съёмным наральником 5 оснащённым приваренными с боков обтекателями 6 и шарнирно закрепленными с помощью навесов 7 обтекателями-фиксаторами 8, причём изогнутым по форме её фронтальной части и с шириной равной ширине долота 2. Съёмные наральники 5 фиксируются винтом 9 и обтекателями 6 и изготавливаются из проката с различными профилями: для тяжёлых почв – с угловым, для средних – с С-образным и для лёгких – с прямоугольным профилями. Шарнирные навесы 7 обтекателей-фиксаторов 8 имеют пружинящие элементы.

3. Оснастить полулапы 3 прячущимися ворошителями 4 и смонтировать в вырезанных окнах полулап с возможностью поворота и упора.

При работе для выполнения технологической операции глубокого рыхления рабочий орган имеет вид (рисунок 2 поз. а). Для этого ворошители 4, проворачивают и прячут в окнах полулап 3, а обтекатели-фиксаторы 8 раскрываются с помощью шарнирных навесов 7. С помощью трубчатых кронштейнов и осей, ввинченных в долото 2, полулапы 3 складывают к стойкам 1, а обтекатели-фиксаторы 8 возвращают в исходное положение, в котором они удерживаются пружинящими элементами. Для поверхностной (плоскорезной) обработки почвы полулапы 3 раскладываются в горизонтальное положение (рисунок 2 поз. б), и фиксируются аналогичным приёмом обтекателями-фиксаторами 8. На полулапах 3 ворошители 4 проворачивают до упора, чем обеспечивают их выступание.

Теоретические исследования устанавливают взаимосвязь сопротивления почвы при плоскорезном рыхлении универсальным плугом, возникающего при воздействии на нее поступательно движущегося с постоянной скоростью рабочего органа с заданными конструктивными параметрами, которая может быть выражена формулой, предложенной исследователем Твердохлебовым [4].

$$P_x = (P_d + 2P_l + P_c + 2 \cdot P_v), \quad (1)$$

где  $P_d$  – сопротивление почвы долоту, Н;

$P_l$  – сопротивление почвы полулапе, Н;

$P_c$  – сопротивление почвы стойке, Н;

$P_v$  – сопротивление почвы ворошителю, Н.

Новыми элементами мы изменяем силу сопротивления почвы стойке  $P_c$  в уравнении (1), на силу сопротивления почвы стойки с наральником, которую обозначим как  $P_{cн}$ . Тогда новая сила сопротивления  $P_{хн}$  почвы рабочему органу согласно формуле (2) принимает вид.

$$P_{хн} = (P_d + 2P_l + P_{cн} + 2 \cdot P_v), \quad (2)$$

Составляющие этой силы представлены на рисунке 3, а сила сопротивления почвы стойки с наральником  $P_{cн}$  (Н) определится из выражения (3).

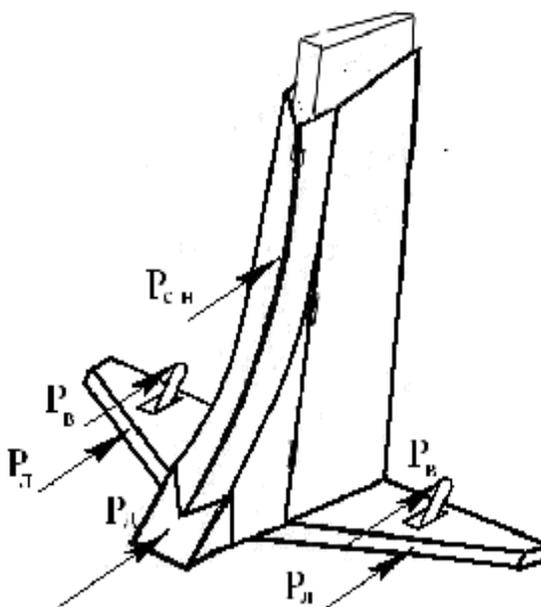


Рисунок 3 – Силы сопротивления почвы рабочему органу с новыми элементами

$$P_{сн} = \left[ \sigma_{сж} b + \frac{f \sigma_{сж} b}{\operatorname{tg} \gamma} + 2 \frac{b \rho}{g} v^2 \sin \gamma \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi) \right] \frac{\pi R}{180} \left( 90 - \beta - \arcsin \frac{R \cos \beta - (h - h_1)}{R} \right) +$$

$$+ \sqrt{\left[ (h b r g \cos b)^2 + (f h b r g \sin b)^2 \right]} \cdot \left[ \frac{\pi R}{180} \left( 90 - \beta - \arcsin \frac{R \cos b - (h - h_1)}{2R} \right) \right]^2$$

$$\times \sin(90 - 2\beta)$$

(3)

где  $\sigma_{сж}$  – напряжение сжатия почвы, Н/м;

$b$  – ширина долота и наральника, м.

$f$  – коэффициент трения почвы о сталь;

$\gamma$  – угол заточки, град.

$\rho$  – плотность почвы, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>

$v$  – скорость движения агрегата, м/с;

$\varphi$  – угол трения почвы о сталь.

$R$  – радиус дуги окружности, образующей рабочую поверхность стойки, м.

$\beta$  – угол крошения, град

$h$  – глубина обработки почвы, м;

$h_1$  – высота долота, м

**Выводы.** Экспериментальные и теоретические исследования работы рабочих органов универсального плуга для безотвальной обработки почвы со складывающимися и раскладывающимися лапами показали следующее.

1. Представленный экспериментальный образец плуга и его рабочие органы имеют недостатки в виде налипания и получения крупно комковатой структуры почвы.

2. Предложены новые элементы в виде съёмного наральника с обтекателями и прячущимися ворошителями, а также параметры в виде шири-

ны долота и радиуса изгиба стойки, устраняющие выявленные недостатки.

3. Получено уравнение, позволяющее аналитически определить изменение горизонтальной составляющей силы сопротивления почвы, действующей на рабочий орган в зависимости от параметров стойки.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Петрова Л.Н., Липкович Э.И., Зайцев Д.К. и др. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на Ставрополье. // Рекомендации. Экспертный совет при Министерстве сельского хозяйства Ставропольского края. 2006, 24с.

2. Патент РФ №2298302. 2007. МКИ А01В35/28, А01В35/26 Устройство для обработки почвы.

3. Тарасенко Б.Ф., Горовой С.А., Цыбулевский В.В. Универсальный плуг для безотвальной обработки почвы с цилиндрическими долотами и поворачивающимися лапами и оптимизация его параметров при глубоком рыхлении // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010, №60.

4. Твердохлебов С. А. Параметры процесса обработки почвы универсальным рабочим органом по контуру залегания корневой системы плодовых деревьев в между-рядьях сада: Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. Краснодар, 2009,. 144с.