

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА

Проведено обґрунтування профілю стрільчастої лапи культиватора з метою підвищення її ріжучої спроможності шляхом формування направленого зносу зубчастої поверхні леза.

RESEARCH OF DETERIORATION OF WORKING ORGANS OF A CULTIVATOR

The substantiation of a profile of an arrow-shaped sweep is lead with the purpose of increase of its cutting ability by formation of the directed deterioration of a gear surface of an edge.

В настоящее время культиватор является одним из наиболее массовых средств безгербицидной борьбы с засоренностью посевов. Используемые в его конструкции стрельчатые лапы способны обеспечить качественное подрезание сорной растительности при постоянной и частой заточке лезвия. В противном случае, технологический процесс сводится к вычесыванию растительности без подрезания, что не обеспечивает качественных показателей обработки и не выгодно с энергетической точки зрения.

Традиционно в культиваторах используют стрельчатые лапы с постоянным углом атаки крыльев. Для поддержания остроты лезвия используют наплавление сормайтом на одну из поверхностей. Известный недостаток конструкции – лезвие прямолинейного притупленного профиля работает практически исключительно на смятие и поэтому ввиду постоянства скорости резания подрезает плохо. Неподрезанные растительные остатки нависают на крыльях, чем нарушают стабильность хода.

Частично этот недостаток устраняется в техническом решении разработки ДГАУ (декларационный патент Украины UA 63754 МПК A01B35/26), в котором лезвие рабочего органа выполнено в виде кривой линии, кривизна которой увеличивается от начала до конца лезвия и при этом угол между касательной к лезвию и направлением движения уменьшается. Такая конструкция способствует тому, что корень относительно лезвия перемещается с ускорением и это улучшает режим резания. Последнее подтверждено полевыми испытаниями опытного образца культиватора, оснащенного лапами такой конструкции. В то же время, притупляемость лезвия не позволяет полностью реализовать преимущества конструкции.

Известно, что подрезание любого материала зубчатой поверхностью более эффективно, чем гладкой. Существует ряд технических решений в которых лезвие выполняется зубчатого профиля (авторское свидетельство SU № 1271389, МПК А01В35/28 и др.). Однако, зубцы малого профиля быстро истираются абразивной средой, а зубцы большого профиля не достаточно эффективны.

Цель исследований – повышение подрезающей способности стрелчатой лапы путем формирования и поддержания зубчатой поверхности лезвия путем направленного абразивного износа.

За основу при исследованиях принята стрелчатая лапа, лезвие которой выполнено в виде кривой линии, кривизна которой увеличивается от начала до конца лезвия и при этом угол между касательной к лезвию и направлением движения уменьшается. На нижнюю поверхность крыла лапы нанесено сплошной слой износостойкого материала. На верхнюю поверхность нанесены полосы износостойкого материала под углами, которые обеспечивают направленный износ материала между полосами (рис. 1).

На процесс формирования профиля лезвия влияют:

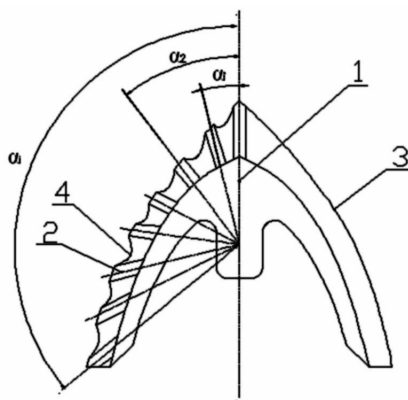
- расстояние между полосами;
- угол их нанесения относительно направления движения;
- твердость, износостойкость и коэффициент трения износостойкого материала;
- высота полос.

Подрезающую способность профиля определяют:

- высота, ширина и угол постановки режущей кромки зубца;
- расстояние между зубцами;
- толщина лезвия, скорость относительного движения.

Считаем, что износ материала на бесконечно малом участке лезвия пропорционален мгновенному значению силы трения на этом участке. Направление износа совпадает с направлением потока.

Возьмем в произвольно взятой точке на лезвии бесконечно малый участок dx (рис. 2).



1 – лапа стрелчатая; 2 – полоса износостойкого материала; 3 – лезвие; 4 – линия износа
Рис.1 – Схема разработанной стрелчатой лапы

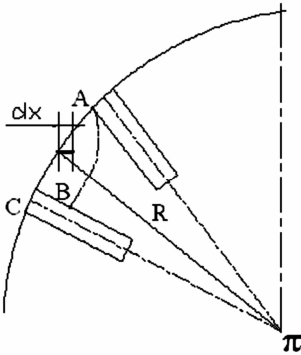


Рис. 2 – Расчетная схема к определению кривой износа

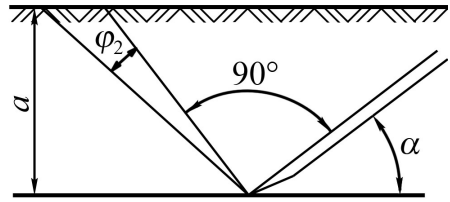


Рис. 3 – Расчетная схема к определению длины линии скалывания

В соответствии с теорией измельчения почв А.Н. Панченко [2] при переходе к бесконечно малым, на лезвие будет действовать сила резания

$$dP = C_{y\partial} dF = C_{y\partial} L dx, \tag{1}$$

где $C_{y\partial}$ – удельное сцепление частиц почвы;

F – площадь скалываемой поверхности;

L – длина линии скалывания в продольном направлении.

В рассматриваемом случае нас интересует только износ самого лезвия, поэтому силами, действующими на поверхность лапы пренебрегаем.

Из расчетной схемы (рис. 3) длина линии скалывания будет

$$L = \frac{a}{\cos(\alpha + \varphi_2)}, \tag{2}$$

где a – глубина обработки почвы;

α – проекция угла наклона крыла лапы на направление движения;

φ_2 – угол внутреннего трения почвы.

Тогда, величина силы трения

$$dP = \frac{a \cdot C_{y\partial} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}{\cos(\alpha + \varphi_2)} dx, \tag{3}$$

где φ_1 – угол трения почвы по материалу лапы.

Величина абсолютного износа поверхности dx в направлении перемещения потока определится из выражения

$$db_1 = k_u \cdot t \cdot V \cdot dP, \tag{4}$$

где k_u – коэффициент, определяющий абразивную стойкость материала;
 t – текущее время;
 V – скорость потока.

Уравнение лезвия в полярной системе координат [1]

$$R = R_0 \cdot e^{\varphi \cdot \operatorname{tg} \theta}, \quad (5)$$

где R – радиус логарифмической спирали;
 R_0 – начальный радиус логарифмической спирали;
 φ – полярный угол (рад.);
 θ – угол между касательной в точке и радиус-вектором.
 Величина износа в направлении радиуса логарифмической спирали будет

$$db = \frac{db_1}{\cos \varphi} = \frac{k_u \cdot V \cdot t}{\cos \varphi} \cdot dP = \frac{k_u \cdot a \cdot C_{y0} \cdot V \cdot t \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}{\cos \varphi \cdot \cos(\alpha + \varphi_2)} \cdot dx. \quad (6)$$

Для бесконечно малых справедливо $dx = R \cdot d\varphi$.

Следовательно, кривая износа определяется зависимостью

$$db = R_0 \frac{k_u \cdot a \cdot C_{y0} \cdot V \cdot t \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}{\cos \varphi \cdot \cos(\alpha + \varphi_2)} \cdot e^{\varphi \cdot \operatorname{tg} \theta} \cdot d\varphi, \quad (7)$$

$$\frac{db}{d\varphi} - R_0 = \frac{k_u \cdot a \cdot C_{y0} \cdot V \cdot t \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}{\cos \varphi \cdot \cos(\alpha + \varphi_2)} \cdot e^{\varphi \cdot \operatorname{tg} \theta}. \quad (8)$$

Полученное уравнение есть уравнение спирали с полюсом в точке А на поверхности лезвия. Ввиду наличия последующей полосы износостойкого материала, спираль будет ограничена точкой В, что приведет к образованию зубца. Одновременно, точка С пересечения последующей полосы с лезвием есть начало следующей спирали. Таким образом, нанесение полос износостойкого материала приведет к образованию зубчатой поверхности лезвия.

Выводы

1. Нанесение полос износостойкого материала приводит к формированию зубчатого профиля лезвия, что улучшает процесс подрезания корневой системы растений.

2. Профиль лезвия должен иметь вид логарифмической спирали, т.к. только в этом случае износ тоже имеет вид спирали, что обеспечивает получение серпообразного зубца. Кроме этого, такой профиль способствует перемещению растительности вдоль лезвия с ускорением, это обеспечивает зубцу ударное резание.

3. Дальнейшее направление работ предполагает аналитическое обоснование геометрии нанесения полос износостойкого материала – угла постановки к направлению движения, расстояния между полосами, соотношения износостойкости материала лапы и полос.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаврильченко А.С. Обгрунтування параметрів та розробка конструкції культиваторних лап з криволінійним лезом: Дис...канд. техн.. наук: 05.05.11. – Глеваха, 2005. – 160 с.
2. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / Днепропетр. гос. агр. ун-т. – Днепропетровск, 1999. – 140 с.

УДК 631.356.2.06

Кобець А.С., Корабельський В.І., Сокол С.П.,
Демидов О.І.

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕНСИВНО-ПОДРІБНЮЮЧИХ ДИСКІВ З ЦИКЛОЇДАЛЬНИМИ СПИЦЯМИ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Приведен анализ влияния рабочей поверхности выкапывающих дисков свеклоборочных машин на пласт почвы и его рыхление. Предложена совершенно новая конструкция формы дисков, которая позволяет улучшить процесс выделения клубней с почвы по сравнению с действующими.

THE USAGE OF INTENSIVE SHATTERING DISCS WITH CYCLOID SPOKES FOR ROOT-CROPS DIGGING UP

The analysis of influence of working surface of beet harvester digging up discs on the soil layer and its loosening is presented. Absolutely new disc form construction is proposed. This construction allows improving the process of tubers separation from earth in comparison with functioning ones.

В засушливих умовах, коли вологість ґрунту на глибині залягання коренеплодів становить 8-12 %, а твердість – 3,0-4,5 МПа і більше, разом з коренеплодами підкопуються грудки землі, які сильно забруднюють ворох. Тому конструкція всіх робочих органів збиральної машини, які приймають участь у викопуванні, сепарації і транспортуванні вороху повинна бути оптимізована з точки зору рихлення ґрунту і руйнування грудок для поліпшення їх сепарації з вороху коренеплодів.

Необхідною умовою визначення ступеня впливу робочої поверхні на шар ґрунту є дослідження геометрії робочої поверхні і траєкторії руху точок, що до неї належать [1, 2]. Тому, визначаючи здатність рихлення ґрунту дисковими копачами бурякозбиральних машин КС-6, КС-6Б, спочатку необхідно проаналізувати траєкторію руху характерних точок на поверхні копача, що безпосередньо беруть участь у деформації шару ґрунту [3].

Проаналізуємо траєкторію руху окремих характерних точок робочої поверхні активного диска, що є точками обода (траєкторія руху па-