

16. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2013. – С. 355-358.

17. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2017. – № 1. – С. 50-56.

The impact of corrosion to the destruction of agricultural machinery during storage

Stenin S. S.,

candidate of technical Sciences, associate Professor

Keywords: corrosion, destruction, agricultural machinery, protection

Abstract. Corrosion destruction of metal elements of agricultural machinery during long - term storage in open areas is the reason for reducing the operational reliability of machines. The article presents an analysis of the causes of the formation of corrosion centers on the surface of the equipment, taking into account technological and structural shortcomings in the design and manufacture of equipment.

УДК 631.316.02

ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРА МЕТОДОМ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Сыромятников Ю. Н.

аспирант кафедры оптимизации технологических систем им. Т.П. Евсюкова, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, 61050, Украина, Харьковская область, г. Харьков, пр. Московский, 45, e-mail: gara176@meta.ua

Ключевые слова: почва, стрелчатая лапа, сила сопротивления, профильная линия, коэффициент трения, геометрическая форма.

Аннотация. С применением метода вариационного исчисления поставлена задача определения кривой, описывающей профиль универсальной стрелчатой культиваторной лапы минимального тягового сопротивления. На основании приведенного функционала составлено дифференциальное уравнение Эйлера, в результате решения которого получили выражение описывающее искомый профиль рабочего органа. Определено, что минимальное сопротивление будет иметь место при прямолинейном профиле. Такие профили имеют серийные универсальные культиваторные лапы, лапы культиваторов-плоскорезов и других орудий.

Введение. Обоснованием геометрической формы почвообрабатывающих рабочих органов занимались В.П. Горячкин, П.М. Василенко, А.С. Кушнарев, И.М. Панов, Г.Н. Синеоков, А.Н. Зеленин, Б.А. Нефедов, В.Ф. Пашенко, П.С. Короткевич, В.П. Третьяк и многие другие исследователи. При этом использовались разнообразные подходы к выбору наиболее рационального профиля рабочих органов.

Во многих случаях при обосновании конструкции почвообрабатывающего рабочего органа критерием выбора геометрической формы служила технологичность их изготовления.

Одним из самых распространенных методов обоснования формы лап культиваторов и некоторых других рабочих органов является задание исходных их параметров на основании проведенных исследований и накопленного опыта использования в зависимости от назначения, условий применения и получения гладких переходов между составляющими поверхностями лап. Так, при обосновании геометрической формы стрелчатой лапы культиватора задается ширина захвата, угол крошения, угол заточки лезвия, ширина рабочих полок и толщина материала. Окончательная форма лапы находится путем подбора радиусов закругления в местах перегиба с учетом сечения стойки и конструкции крепления

лапы [1]. Такой же подход используется и при проектировании различных типов лап культиваторов, отвалов бульдозеров и других почвообрабатывающих рабочих органов.

Такой подход к проектированию рабочих органов обеспечивает выполнение требований к качеству обработки почвы, а гладкие переходы между составляющими поверхностями лап способствуют снижению забивания их почвой, растительными остатками и уменьшению затрат энергии на обработку. Однако эта методика не дает ответа на вопрос, какой профиль должны иметь сами составляющие части лап и переходы между ними.

Материалы и методы исследования. Применение методов вариационного исчисления для решения некоторых задач земледельческой механики впервые предложил П.М. Василенко [1]. В дальнейшем эти методы были использованы В.П. Третьяком для обоснования профиля деформатора почвы [2], П.С. Короткевичем – ножа вертикального резания [3], С.В. Сторчаком и П.П. Магдалюком – рыхлительных лап для междурядной обработки пропашных культур [4], В.А. Нефедовым и Н.Ф. Флайшером – стойки почвообрабатывающего рабочего органа [5]. Рассматривался почвообрабатывающий рабочий орган или его стойка в декартовых системах координат. Выбирались две точки с координатами $y(x_0)=y_0$ и $y(x_1)=y_1$, через которые возможно прохождение множества кривых, непрерывных и гладких. Ставится задача определения кривой, описывающей профиль рабочего органа или его стойки минимального тягового сопротивления [6, 7, 8].

Далее на основании приведенного функционала составляется дифференциальное уравнение Эйлера, в результате решения которого получали искомый профиль рабочего органа [9].

Универсальная стрелчатая культиваторная лапа имеет продольную ось симметрии, поэтому для обоснования ее профиля достаточно рассмотреть одно ее крыло. Будем полагать, что крыло лапы перемещается в почве по всей длине на одинаковой глубине, давление почвы на лапу приведено к лезвию. При этом

проекцию давления почвы на направление движения вдоль лезвия считаем постоянной величиной.

Выбираем подвижную систему координат xOy (рисунок 1), плоскость которой параллельна плоскости, проходящей по поверхности почвы. В принятой системе координат рассмотрим лапу криволинейной формы. Граничные точки приведенной линии лапы, используемой в производственных условиях, имеют координаты $y(0)=0$; $y(0,23)=0,135$ м, что обеспечивает процесс подрезания сорных растений со скольжением и тем самым способствует снижению затрат энергии на процесс обработки почвы.

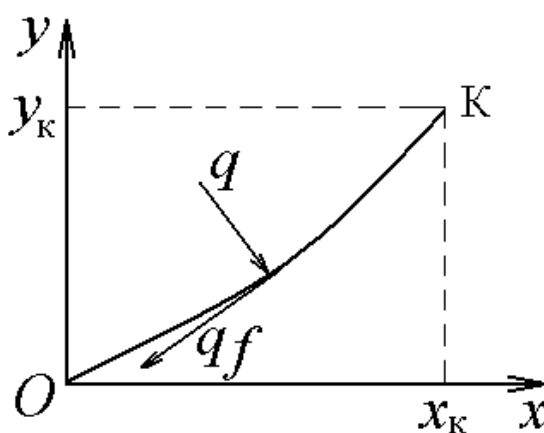


Рисунок 1 – К обоснованию профиля универсальной стрелчатой культиваторной лапы

Из множества кривых, которые могут проходить через заданные точки, требуется выбрать такую, которая обеспечит минимальное тяговое сопротивление лапы в почве. Такие типы задач с применением уравнения Эйлера решены П.С. Короткевичем и В.П. Третьяком [2,].

На лезвии лапы выделяем элементарную площадку dS , на которую воздействует распределенное давление почвы q и сила трения движущейся почвы. Проектируя силы на ось Ox , получим уравнение для определения элементарной силы сопротивления культиваторной лапы в почве

$$dR_x = (q \sin \alpha + qf \cos \alpha) dS.$$

Так как

$$\sin \alpha = \frac{dy}{dS} = \frac{y'^2}{\sqrt{1+y'^2}};$$

$$\cos \alpha = \frac{dx}{dS} = \frac{1}{\sqrt{1+y'^2}};$$

$$dS = K_{\Delta} \sqrt{dx^2 + dy^2} = K_{\Delta} \sqrt{1+y'^2} dx,$$

где K_{Δ} – толщина лезвия лапы. После определенных подстановок и преобразований получим

$$dR_x = k_{\Delta} q (y' + f) dx.$$

Суммарная сила сопротивления крыла лапы определяется по уравнению

$$R_x = \int_0^{x_k} k_{\Delta} q (y' + f) dx. \quad (1)$$

Результаты и их обсуждение. Из уравнения (1) видно, что сила сопротивления зависит от величины и закономерности распределения давления почвы на лезвие лапы, первой производной его профильной линии, коэффициента трения почвы о металл f и граничных условий. Для принятых условий закономерности распределения давления почвы по всей длине лезвия лапы $q \sin \alpha = C$ при постоянных k_{Δ} и C получим

$$R_x = k_{\Delta} C \int_0^x (y' + f) \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} dx.$$

Для получения экстремального значения силы R_x необходимо, чтобы подинтегральная функция

$$F = (y' + f) \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} dx \quad (2)$$

удовлетворяла дифференциальному уравнению Эйлера.

Всякую кривую $y = y(x)$ можно представить близкой к ней ломаной линией.

Тогда функционал можно заменить приближенной суммой

$$J = J(y_1, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^{n+1} F\left(x_i, y_i, \frac{y_i - y_{i-1}}{n}\right)h,$$

где $h = x_i - x_{i-1}$.

В таком случае мы приходим к задаче исследования на экстремум функции с несколькими переменными, которая детально изучена в математическом анализе. Получение точного решения будет найдено в пределе при $n \rightarrow \infty$.

В данном случае

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} = \frac{y'^3 + 3fy'^2 + 2f}{y'^3(1+y'^2)\sqrt{1+y'^2}}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y'} = 0; \quad \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial y'} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 0.$$

Тогда уравнение Эйлера имеет вид

$$\frac{y'^3 + 3fy'^2 + 2f}{y'^3(1+y'^2)\sqrt{1+y'^2}} y' = 0. \quad (4)$$

Одним из частных решений уравнения является $y' = 0$; $y = C_1x + C_2$. С учетом граничных условий получим

$$y = 0,58x. \quad (5)$$

Второе частное решение дифференциального уравнения (4) при условии $y \neq 0$ получим из уравнения

$$y'^3 + 3f y'^2 + 2f = 0.$$

Решая полученное уравнение с помощью формул Кардана (как алгебраическое уравнение третьей степени относительно y' , найдем значение y' при $f=0,5$; $y'=-1,81$.

Два других корня уравнения являются мнимыми числами и для нас интереса не представляют. Тогда

$$y = -1,81x + C_2.$$

Таким образом, второе частное решение дифференциального уравнения (4) также представляет собой уравнение прямой линии. Однако оно не удовлетворяет краевым условиям поставленной задачи. Поэтому искомым профилем стрелчатой лапы описывается выражением (5).

Для определения характера экстремума воспользуемся условием Лагранжа, в соответствии с которым при $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} > 0$ сила сопротивления будет иметь минимальное значение.

Из уравнения (3) видно, что при $y' > 0$ $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} > 0$, что и соответствует минимальному экстремуму.

Заключение. Следовательно, если допустить, что проекция давления почвы на направление движения вдоль лезвия лапы является величиной постоянной, то минимальное ее сопротивление будет иметь место при прямолинейном профиле. Такие профили имеют серийные универсальные культиваторные лапы, лапы культиваторов-плоскорезов и других орудий.

Библиографический список

1. Василенко П.М. Применение методов вариационного исчисления к решению некоторых задач земледельческой механики // Труды КСХИ. Т. VI. – 1953.
2. Третьяк В.П. Влияние формы рабочих органов, движущихся в почве, на тяговое сопротивление // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Респ. межвед. тем. науч.-техн. сб. Вып. 8. «Механизация обработки почвы и внесения удобрений». – Киев, 1967. – С. 18–28.
3. Короткевич П.С. О влиянии формы лезвия ножа на сопротивление подрезанию пласта при обработке почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Респ. межвед. тем. науч.-техн. сб. «Механизация обработки почвы и внесения удобрений». – Киев, 1967. – Вып. 8. – С. 13–17.

4. Сторчак С.В., Магдалюк П.П. Обоснование параметров рыхлительных лап для обработки междурядий пропашных культур // Пути увеличения продуктивности полей. – Кишинев: Штиинца, 1978. – С. 34–37.

5. Нефедов Б.А., Флайшер Н.М. Изыскание профильной линии рабочего органа минимальной энергоемкости // Теория и расчет почвообрабатывающих машин: Сб. науч. тр. ВИМ. – М., 1989. – Т. 120. – С. 180–198.

6. Сыромятников Ю.Н. Обоснование формы наральника минимального тягового сопротивления // Сільськогосподарські машини. – 2018. – № 39. – С.117–132.

7. Сыромятников Ю.Н. Совершенствование рабочих органов ротора рыхлительно-сепарирующей почвообрабатывающей машины обеспечивающих минимальные затраты энергии на его работу // Інженерія природокористування. – 2018. – № 1 (9). – С. 91–95.

8. Сыромятников Ю.Н. Совершенствование рабочих органов ротора почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (164). – С. 171–177.

9. Турчин В.Я. Обоснование профиля плоскорежущей лапы с помощью методов вариационного исчисления / В.Я. Турчин, А.И. Аникеев, Н.С. Храмов. Вісн. ХНТУСГ ім. П. Василенка, техн. науки, вип. 180. Х.: 2017. – С 311–318.

Justification of the profile of the a-hoe blade's shared by method of variation calculation

Syromyatnikov Yu. N.

Keywords: soil, A-hoe blade, resistance force, profile line, coefficient of friction, geometric shape.

Abstract. Using the method of the calculus of variations, the task put of determining the curve describing the profile of the universal lancet cultivator paw of the minimum traction resistance. On the basis of the above functional, the differential Euler equation is compiled, resulting in the solution of the expression describing the needful profile of the working element. It is determined that the minimum resistance will take

place with a rectilinear profile. Such profiles have serial universal cultivator paws, cultivators-flat cutters and other tools.

УДК 631.171:633/635

**ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ
РАСТЕНИЕВОДСТВА – ЗАЛОГ ПОВЫШЕНИЯ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТРАСЛИ**

Федоров А. Д.,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Кондратьева О. В.,

кандидат экономических наук, зав. отделом;

Слинько О. В.,

старший научный сотрудник

ФГБНУ «Росинформагротех», Тел. 8(495)993-42-92,
e-mail: inform-iko@mail.ru

Ключевые слова: растениеводство, техническая оснащенность, энергообеспеченность, технологизация, точное земледелие.

Аннотация. В статье дан анализ технической оснащенности сельского хозяйства, рассматриваются вопросы энергообеспеченности сельскохозяйственной техникой регионов России. Приводятся данные по реализации в 2016-2017 гг. производителями новой сельскохозяйственной техники сельхозтоваропроизводителям. Отмечается, что в растениеводстве все шире находят применение современные технологии, в частности точного земледелия, что повышает конкурентоспособность отрасли.

Обеспечение продовольственной независимости страны, повышение конкурентоспособности аграрной отрасли и экспортного потенциала, увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции в значительной степени