

А.А. Васьков, канд. техн. наук
А.С. Дорохов, канд. техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

В.Н. Романенко, канд. техн. наук

Российский государственный заочный аграрный университет, г. Балашиха

ПРИМЕНЕНИЕ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПОСТРОЕНИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПЛУГОВ

Большинство поверхностей рабочих органов плугов являются поверхностями косыми, т. е. поверхностями, полученными путем штамповки из плоского листа, при этом некоторые части поверхности вытягиваются, а некоторые осаживаются.

Явление коробления затрудняет изучение рабочих свойств спроектированной лемешно-отвальной поверхности, так как искажает их. Для уменьшения коробления зарубежными заводами применяются различного рода «корсеты», в которых и производится закалка.

Отвалы разворачивающиеся лишены этого недостатка, так как получены сгибанием по образующим и не претерпевают вытяжек или осаживаний и неравномерных напряжений после закалки.

Графическое построение правильной поверхности дает возможность написать для нее аналитическое выражение, а получение ее в производстве в неискаженном виде позволит точнее подойти к вопросу о деформации пласта.

В отличие от косых поверхностей, образующихся движением прямой, каждое положение которой не находится в плоскости предыдущей, т. е. не лежит в одной плоскости, разворачивающиеся поверхности образуются движением прямой, каждое положение которой пересекает предыдущее положение.

Если взять какую-либо кривую двойкой кривизны *AB* (рис. 1), разделить ее на какие-либо части (1, 2, 3, 4 и т. д.) и соединить их прямыми, то в кривую будет вписан многоугольник, стороны которого могут быть продолжены в обе стороны от кривой. Если теперь начать уменьшать расстояния 1, 2 и т. д., то прямые будут приближаться к касательным к кривой и в пределе станут касательными. Поверхность, образованная последовательными

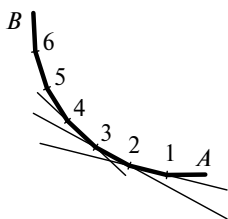


Рис. 1. Кривая двойкой кривизны

касательными или движением одной касательной по кривой, будет принадлежать к типу геликоидных разворачивающихся поверхностей, а кривая двойкой кривизны получит название кривой возврата или ребра возврата.

Таким образом, для получения разворачивающейся поверхности необходимо иметь кривую двойкой кривизны и касательную к ней, движущуюся по кривой [1]. Если кривая будет плоской, то касательные также образуют плоскость, следовательно, вид поверхности всецело зависит от вида кривой возврата.

Простейшей кривой двойкой кривизны является винтовая линия, получаемая накручиванием на круговой цилиндр прямой линии. Более сложные кривые будут получаться при накручивании на цилиндр окружности, параболы или на поверхности другого вида.

Построение фронтальных и горизонтальных проекций кривой двойкой кривизны этого типа не встречает затруднений и делается по правилам начертательной геометрии [2].

Так, если кривая двойкой кривизны получается накручиванием дуги окружности на круговой цилиндр (рис. 2), то фронтальная проекция кривой будет совпадать с направляющей цилиндра, т. е. проецироваться дугой окружности на этой направляющей.

Горизонтальную проекцию легко построить, имея развертку поверхности цилиндра на плоскость [1]. Накручиваемая дуга *ab* пересекает образующие цилиндра в точках *a, 1, 2, 3, b*, которые сносятся на соответствующие горизонтальные проекции об-

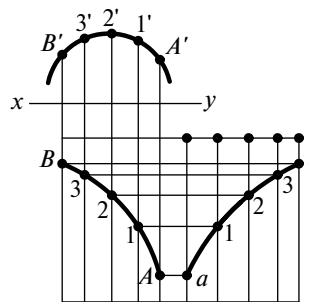


Рис. 2. Проекция и развертка кривой двойкой кривизны

разующих $A, 1, 2, 3, B$. Соединяя эти точки, получим горизонтальную проекцию кривой.

Для получения проекции развертывающейся поверхности нужно построить фронтальные и горизонтальные проекции, т. е. касательные к кривой возврата.

Графически развертывающаяся поверхность должна удовлетворять следующему условию (рис. 3): точка A' пересечения фронтальных проекций, образующих поверхности, должна соответствовать точке A в горизонтальных. Проведение горизонтальных проекций касательных к кривой двойкой кривизны является задачей более сложной.

В аналитической геометрии касательная к такой кривой определяется как прямая, проходящая через две бесконечно близкие точки кривой. Такое определение не дает возможности графически точно построить касательные и может быть использовано только для приближенного определения вида поверхности, образованной этими касательными.

Более точный графический способ проведения касательной к кривой в пространстве может быть найден следующими соображениями.

Построение фронтальных проекций касательных не встречает затруднений, так как проекции касательных к кривой в пространстве касательные к проекциям кривой. Поэтому если кривая образована из плоской кривой путем наложения ее на какую-либо цилиндрическую поверхность, имеющую в качестве направляющей какую-либо правильную плоскую кривую (окружность, эллипс, эвольвенту и пр.), то фронтальные проекции касательных будут касательные к фронтальной проекции цилиндра, т. е. к правильной кривой. (Это тем более пра-

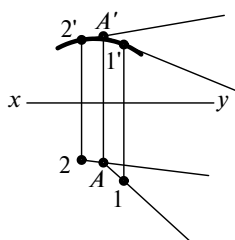


Рис. 3. Образование проекций кривой двойкой кривизны

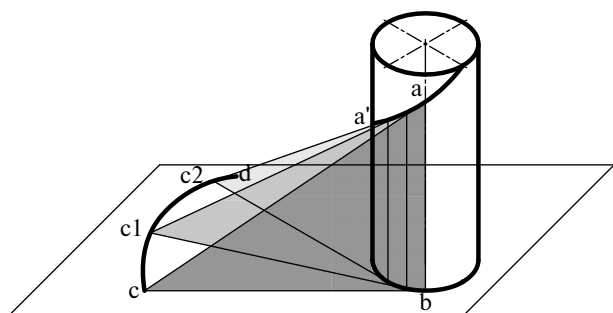


Рис. 4. Проекция касательных к кривой двойкой кривизны

вильно, если плоскость проекции нормальна к образующим цилиндра).

Так, если AB (рис. 4) есть проекция направляющей цилиндра, то прямые $a'1', b'2'$, касательные к проекциям направляющей, будут фронтальными проекциями касательных к кривой на цилиндре [3].

Для определения горизонтальных проекций имеется только по одной точке a и b и их недостаточно для построения. Для нахождения второй точки отыскивается фронтальный след касательной.

Допустим, что точки m' и n' будут фронтальными проекциями следа касательной; тогда, спроецировав их на ось, найдем горизонтальные проекции фронтального следа (m и n), которые должны лежать на горизонтальных проекциях касательных. Соединив точки a и b с m и n , получим горизонтальные проекции. Следовательно, задача сводится к отысканию фронтальных проекций фронтальных следов касательных [3].

Представим себе цилиндр (рис. 5), стоящий на горизонтальной плоскости, с правильной винтовой линией aa' , т. е. полученной накручиванием на цилиндр прямой. Эта же винтовая линия получится, если мы будем накручивать на цилиндр треугольник abc . При развертывании его вершина, скользящая по горизонтальной плоскости, опишет кривую, которая будет эвольвентой основания цилиндра.

Так как прямая ac в каждый момент будет касательной к винтовой линии, а ее проекция на опорную плоскость bc в нашем предыдущем построении будет представлять фронтальную проекцию касательной, то, следовательно, на этой эвольвенте расположатся все фронтальные следы касательных к правильной винтовой линии.

Отсюда вытекает следующее простое построение горизонтальных проекций касательных к правильной винтовой линии (рис. 6): Ab — фронталь-

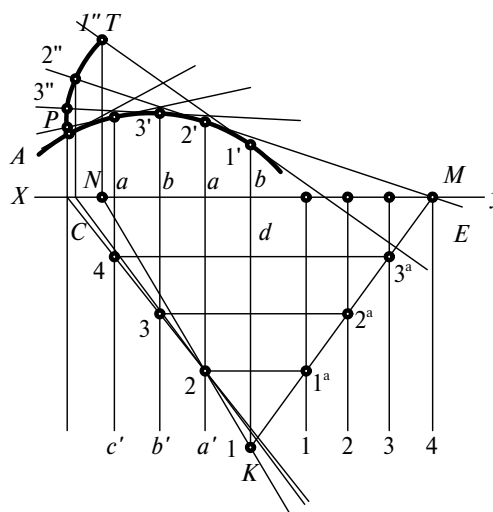


Рис. 5. Образование винтовой линии и эвольвенты

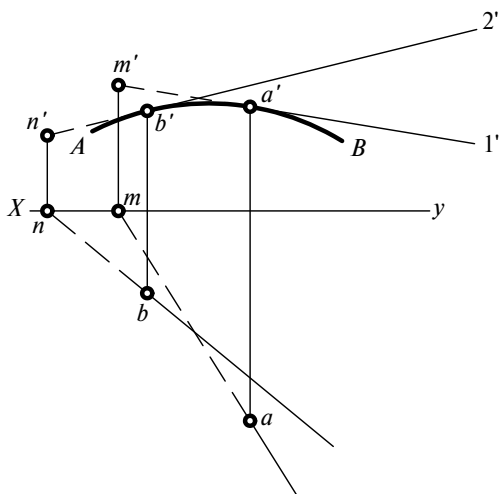


Рис. 6. Построение горизонтальных проекций касательных к линии двойной кривизны

ная проекция цилиндра; Cd — горизонтальная проекция с образующими aa', bb', cc' ; dE — развертка поверхности цилиндра на плоскость; прямая KM , наворачиваясь на цилиндр, образует кривую KN ; фронтальные проекции касательных в точках пе-

ресечения кривой с образующими $1, 2, 3$ будут касательные к фронтальной проекции цилиндра.

Построим эвольвенту TP направляющей цилиндра и возьмем на ней точки, лежащие на касательных $1', 2', 3'$, они определяют фронтальные следы касательных. Для получения горизонтальных проекций этих следов проектируем их на ось. Соединив их проекции соответственно с точками $1, 2, 3$, на горизонтальной проекции, получим горизонтальные проекции касательных.

Таким образом, методы начертательной геометрии позволяют достаточно точно графически построить развертывающиеся поверхности плужных корпусов при их проектировании.

Список литературы

1. Василенко, В.В. Расчет рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин: учеб. пособие / В.В. Василенко. — Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1994. — 288 с.
2. Фролов, С.А. Начертательная геометрия: учебник / С.А. Фролов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2010. — 284 с.
3. Клёнин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Клёнин, В.А. Сакун. — М.: Колос, 1980. — 672 с.

УДК 631.372

В.А. Самсонов, доктор техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРА

Рассмотрим методику расчета основных параметров трактора общего назначения (номинальной мощности N_n , Вт, энергонасыщенности \mathcal{E} , Вт/кг, массы m , кг, тягового усилия $P_{кр}$, Н, рабочей скорости v , м/с) для заданной чистой производительности $\Pi = Bv$, м²/с (B — ширина захвата, м) по минимуму энергозатрат и максимуму тягового кпд.

Исходные данные: фон — стерня; операция — вспашка; ϵ_N — коэффициент загрузки двигателя по мощности (принимаем $\epsilon_N = 1$); кпд трансмиссии $\eta_{тр} = 0,9$; интервал изменения рабочей скорости $v = 1,4 \dots 4$ м/с; K_0 — удельное тяговое сопротивление при $v = 1$ м/с (5 км/ч), Н/м; ΔK — коэффициент, учитывающий возрастание удельного тягового сопротивления с увеличением v , м/с (принимаем среднее значение $\Delta K = 0,22$ в интервале $v = 5 \dots 15$ км/ч [1]); f — коэффициент сопротивления качению ($f = 0,1$ — для колесного трактора, $f = 0,08$ — для гусеничного); производительность Π зависит от длины гона L , м (функция $\Pi(L)$, найденная по минимуму приведенных затрат, приведена в табл. 1 [2]); буксование

$$\delta = a\varphi_{кр} / (b - \varphi_{кр}), \tag{1}$$

где a, b — коэффициенты, зависящие от фона и типа трактора (на стерне [3]: $a = 0,193, b = 0,919$ — для трактора 4К4а — с передними управляемыми колесами меньшего диаметра; $a = 0,11, b = 0,773$ — для трактора 4К46 — с колесами одинакового диаметра; $a = 0,0089, b = 0,777$ — для гусеничного трактора); $\varphi_{кр} = P_{кр} / mg$ — коэффициент использования силы тяжести трактора.

В качестве частных критериев оптимизации принимаем [4, 5]:

$$E = E_n + E_y \rightarrow \min; \tag{2}$$

$$\eta_r \rightarrow \max; \tag{3}$$

$$\delta \rightarrow \min \tag{4}$$

с учетом баланса мощности

$$\eta_{тр}\eta_{\delta}\epsilon_N N_n = P_{кр}v + mgfv, \tag{5}$$

где E_n — энергозатраты на обработку почвы, Дж/м²; E_y — энергозатраты на уплотнение почвы, Дж/м²; η_r — тяговый кпд; $\eta_{\delta} = 1 - \delta$ — кпд, учитывающий потери мощности на буксование.