

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Введение. Характер воздействия рабочей поверхности отвального плужного корпуса на почвенный пласт зависит как от свойств почвы, так и от параметров лемешно-отвальной поверхности (ЛОП). Традиционно различают ЛОП цилиндрического типа (цилиндрические, культурные, полвинтовые), скоростные, винтовые и других типов, которые отличаются как способом построения, так и геометрическими параметрами. Практическая работа по исследованию формы ЛОП известных плугов была начата профессором В. П. Горячкиным [1], который произвел измерение достаточно большого количества применяемых в первой четверти XX века плугов.

Лемешно-отвальную поверхность традиционно представляется в виде элементарных трехгранных клиньев или совокупности точек, связанных между собой неразрывной криволинейной поверхностью. Для исследования формы ЛОП необходимо принять с определенным шагом координаты совокупности точек по двум осям (например, X и Z) и затем измерить координаты Y этих точек. Анализ результатов измерений состоит в определении углов наклона горизонтальных образующих к оси X (направление движения плужного корпуса) и закономерности изменения угла направляющей в вертикальной плоскости, перпендикулярной к теоретическому лезвию лемеха.

Механический профилометр традиционной конструкции [2, 3] состоит из горизонтального стола с нанесенной на его поверхности сеткой, на которую устанавливают исследуемый плужной корпус. Вдоль продольной стороны стола перемещается суппорт со стойкой, по которой по вертикали перемещается ползун с продетой в его паз горизонтальной линейкой. Шкалы на передней кромке плиты, линейке и стойке позволяют определять положение точек ЛОП в прямоугольной пространственной системе координат стола.

Известна конструкция профилографа [4], которая состоит из стола для размещения плужного корпуса и подвижной рамки, которая перемещается по направляющим вдоль длинной стороны стола. На рамке закреплена доска с чертежным прибором в виде рейсмуса и подпружиненного карандаша. Подвижная рамка фиксируется в положении, соответствующем изучаемому вертикальному сечению ЛОП, штанга рейсмуса перемещается вдоль поверхности корпуса, при этом на чертежном приборе вычерчивается кривая сечения.

Также известно устройство для исследования линейных и угловых размеров ЛОП [5], включающее установочный стол с измерительным приспособлением, которое может перемещаться в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Контактирующие с исследуемой поверхностью два наконечника и индикатор позволяют фиксировать пространственное положение точек и углы наклона поверхности относительно координатных осей.

Следует заметить, что вышеперечисленные механические конструкции профилографов имеют общий недостаток — небольшие угловые отклонения измерительных элементов (подвижной рамки, линейки и др.) приводят к значительной погрешности в линейных и угловых размерах.

Также известны методы профилирования путем исследования проекционных изображений ЛОП с предварительно нанесенной разметкой или метками. Согласно способу построения профилограмм ЛОП [6] параметры поверхности определяют после ее разметки вертикальными и горизонтальными линиями с определенным шагом, и последующего фотографирования в трех проекциях. Измерение параметров ЛОП в этом случае проводится по полученным изображениям с учетом масштаба.

В работе [7] предложен способ исследования формы поверхности, основанный на применении геометрических соотношений меток в угловых проекциях. На исследуемую ЛОП приклеиваются метки круглой формы и определенного размера, после фотографирования в направлениях координатных осей производится сравнение размеров и формы полученных изображений меток с размерами и формой изображения эталонной метки, установленной перпендикулярно направлению съемки. Отклонение размера изображений меток характеризует их удаленность от фоторегистрирующего устройства, а по размерам осей эллипсов и их наклону относительно координатных осей вычисляются углы наклона ЛОП в исследуемых точках.

Известен также способ исследования ЛОП [8], согласно которому в исследуемые точки устанавливается световой датчик на магните, а в заданном положении от исследуемого плужного корпуса — экран. Датчик передвигается в различных направлениях по изучаемой поверхности, при этом на экран проецируются световой луч, и по линиям на экране определяют параметры указанной поверхности.

Таким образом, для снятия характеристик ЛОП можно использовать методы профилирования либо методы исследования проекционных изображений, что дает возможность после определенных геометрических построений определить основные параметры поверхности.

Основная часть. По итогам научно-исследовательских работ на кафедре технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии Барановичского государственного университета разработана

новая конструкция стенда для непосредственного измерения координат точек ЛОП, обеспечивающая повышенную точность измерений. Стенд состоит из стола с нанесенной на его поверхности сеткой, на которую в определенном положении устанавливается исследуемый плужной корпус. По этой же координатной сетке установлены две прозрачные панели из стекла: передняя — в поперечно-вертикальной плоскости, боковая — в продольно-вертикальной плоскости со стороны бороздного обреза плужного корпуса. Измерение координат точек производится с помощью лазерного дальномера типа TESLA D20 с длиной волны лазерного луча 635 нм, максимальной дальностью измерения до 20 м и погрешностью до 3 мм.

На стеклянных панелях стенда маркером предварительно наносится необходимая разметка. Как показали опыты, след маркера на стекле даже черного цвета прозрачен для лазерного луча и не влияет на точность измерений расстояния. При необходимости можно произвести разметку непосредственно на ЛОП в виде отдельных точек или линий — горизонтальных образующих ($A-A$, $B-B$, $C-C$ и т. д.) с расстоянием между ними 50 мм, и поперечно-вертикальных сечений (1, 2, 3 и т. д.) с интервалом 100 мм, а также контуры бороздного, полевого и верхнего обрезов ЛОП с их характерными точками (рисунок 1).

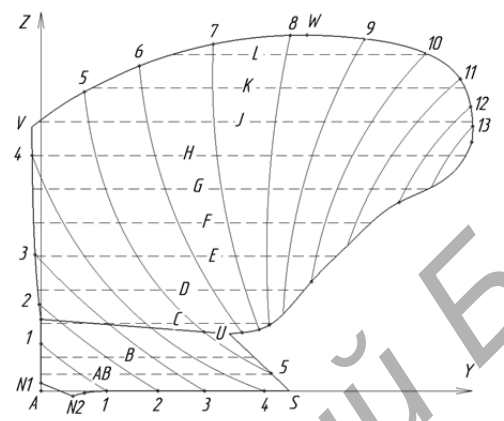


Рисунок 1 — Нумерация узловых точек горизонтальных образующих и поперечно-вертикальных сечений на лемешно-отвальной поверхности

В процессе профилирования координаты X и Z измеряемой точки устанавливаются по координатной сетке, координата Y измеряется с помощью лазерного дальномера. Если измерение производится относительно внутренней поверхности боковой панели, то необходимо учесть длину корпуса дальномера и толщину стекла.

Нами проведены измерения лемешно-отвальной поверхности плужного корпуса типа ПК 20.010-01 (аналог корпуса № 9 фирмы «Kverneland»), которым комплектуются плуги производства ПО «Минский завод шестерен». В результате получен массив данных координат точек ЛОП (рисунок 1), позволяющий построить трехмерную модель рабочей поверхности плуга для последующего анализа специализированными программами компьютерной графики.

Заключение. Предлагаемая конструкция стенда и методика измерений обеспечивают повышенную точность профилирования лемешно-отвальной поверхности благодаря измерениям по заранее установленной координатной сетке и строго перпендикулярному направлению лазерного луча относительно базовой плоскости.

Список цитируемых источников

1. Горячкин, В. П. Теория плуга. Основания для систематического расчета плугов : собр. сочинений / В. П. Горячкин. — В 3 т. Т. 2. — М. : Колос, 1965. — 459 с.
2. Родзевич, П. Е. Сельскохозяйственные машины : практикум по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 1-36 12 01 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники» дневной и заочной форм обучения / П. Е. Родзевич. — Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. — 50 с.
3. Сельскохозяйственные машины : методич. указания и задания к лабораторным работам / сост. А. В. Клочков, В. Г. Ковалев, К. К. Курилович, Н. В. Чайчиц. — Горки, 2016. — Ч. 1. — С. 56.
4. Максимов, И. И. Практикум по сельскохозяйственным машинам и орудиям. — Чебоксары : ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. — 365 с.
5. Устройство для исследования линейных и угловых параметров лемешно-отвальных поверхностей : а. с. 982550 СССР, МКИ А 01 В 15/08 / Н. А. Сафиуллин, А. Я. Гурьянов ; заявитель Казанский ордена Ленина ветеринарный институт им. Н. Э. Баумана ; опубл. 28.12.1982.
6. Способ построения профилограмм лемешно-отвальных поверхностей : а. с. 475124 СССР, МКИ А 01 В 15/08 / В. М. Ткаченко, М. Ф. Пиронков, В. И. Боготопов, Н. В. Ромашенко, Г. Н. Кравчук ; заявитель Северо-Кавказская ордена Трудового Красного Знамени государственная зональная машиноиспытательная станция ; опубл. 30.06.1975.
7. Баранов, А. С. Определение поверхности тела сложной формы / А. С. Баранов, А. С. Павлюк // Вест. Алтайского гос. аграрного ун-та. — 2010. — № 2 (64). — С. 73—78.
8. Способ исследования лемешно-отвальных поверхностей и устройство для его осуществления : пат. RU 2011322 С1, МПК А 01 В 15/00, G 01 М 15/00 / А. В. Клочков ; заявитель и патентообладатель Белорусская сельскохозяйственная академия. — Опубл. 30.04.1994.