

Контролем служило тесто, приготовленное по традиционной технологии. После замешивания тесто выдерживали под наблюдением в течение определенного времени, необходимого по инструкции. Каждые 30 минут производились замеры — веса, объема тестовой заготовки, накопления газа. В ходе брожения необходимые кондиции экспериментальные образцы набрали за 90—95 минут, контрольный за 120—125 минут. Причем, лучшие параметры показал образец с содержанием СБВК 1 %. Увеличение доли белкового комплекса до 1,5—3 % не приводило к снижению времени брожения. По окончании брожения тесто обминали и ставили на расстойку. Наблюдения за ходом расстойки проводили аналогично. Определяли увеличение удельного объема теста. После расстойки тестовые заготовки отправляли на выпечку. В готовых изделиях также определяли увеличение удельного объема теста, упек, пористость и органолептические показатели. Данные эксперимента приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 — Показатели качества пшеничного хлеба с добавлением СБВК

Показатель изделия	Количество компонента СБВК в % к массе муки			
	0	0,5	1	2
Удельный объем хлеба в мл / 100 г	314	382	400	385
Формоустойчивость подового хлеба	0,49	0,44	0,44	0,40
Упек, %	8,89	6,95	6,32	5,33
Пористость мякиша, %	74,7	76,6	81,4	80,6

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало, что использование комплекса СБВК, полученного по предлагаемой технологии, в количестве 1 % к массе муки при производстве пшеничного хлеба позволяет сократить не только процесс брожения, но и процесс расстойки соответственно на 22—26 %. При этом удельный объем хлеба увеличивается на 14—28 %, пористость на 2,5—6,8, упек уменьшается на 2,32—2,66 % по сравнению с контрольными образцами.

Список цитируемых источников

1. Дрофичева, Н. В. Подбор сырья для производства многокомпонентных фруктовых продуктов питания / Н. В. Дрофичева. — Краснодар, КГАУ. — 2010, С. 254—255.
2. Исламов, М. Н. Рациональная технология использования вторичных продуктов бродительных производств / М. Н. Исламов, Л. Р. Ибрагимова, А. Р. Халитова // Неделя науки : сб. матер. ХLI итоговой науч.-техн. конф. преподавателей, сотрудников, аспирантов и студентов, 13—18 апр. 2020 г. — Махачкала : ДГТУ, 2020. — С. 158—160.

УДК 631.312.021

А. В. Дубешко, М. А. Покровский

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

*Научный руководитель
И. В. Дубень*

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ЛЕМЕШНО-ОТВАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Введение. Геометрическая форма лемешно-отвальной поверхности (ЛОП) плужного корпуса определяет характер воздействия отвального плуга на почву — крошения, бокового перемещения и оборота пласта. Однако разнообразие физико-механических свойств почв и ее состояния, а также технологических параметров работы плуга приводят к необходимости применения различных типов плужных корпусов.

В отечественной практике традиционно рассматриваются цилиндрические ЛОП (цилиндрические, культурные, полувинтовые), форма которых определяется совокупностью прямолинейных горизонтальных образующих с заданным углом γ их наклона к продольно-вертикальной плоскости [1]. В результате производители сельскохозяйственной техники в России и Беларуси комплектуют плуги, как правило, одним типом цилиндрических корпусов собственного изготовления, причем выбор вариантов комплектации весьма ограничен [2]. Однако еще профессор В. П. Горячкин на основе исследования формы рабочей поверхности известных в начале XX века плугов отмечал, что они значительно различаются как по способу образования рабочей поверхности, так и по геометрическим параметрам [3].

Ведущие западные производители плугов в настоящее время предлагают заказчикам достаточно широкий выбор корпусов по типу ЛОП с конкретными рекомендациями об условиях их использования, при

этом типы корпусов не ограничиваются только цилиндрическими [4]. Для отечественного сельскохозяйственного машиностроения важной задачей остается проектирование лемешно-отвальных поверхностей на основе технологических параметров, а не упрощенных геометрических моделей. Применение цифрового моделирования позволяет значительно упростить проведение опытно-конструкторских работ при учете большого количества действующих факторов.

Нами предлагается методика построения цифровой модели ЛОП и ее анализ в системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D. Цель состоит в определении закономерностей изменения угла крошения α , угла оборота пласта β , угла наклона образующих γ и угла постановки поверхности к дну борозды ε , характеризующих воздействие ЛОП на почвенный пласт — подъем, его оборачивание и сдвиг в боковом направлении (рисунок 1).

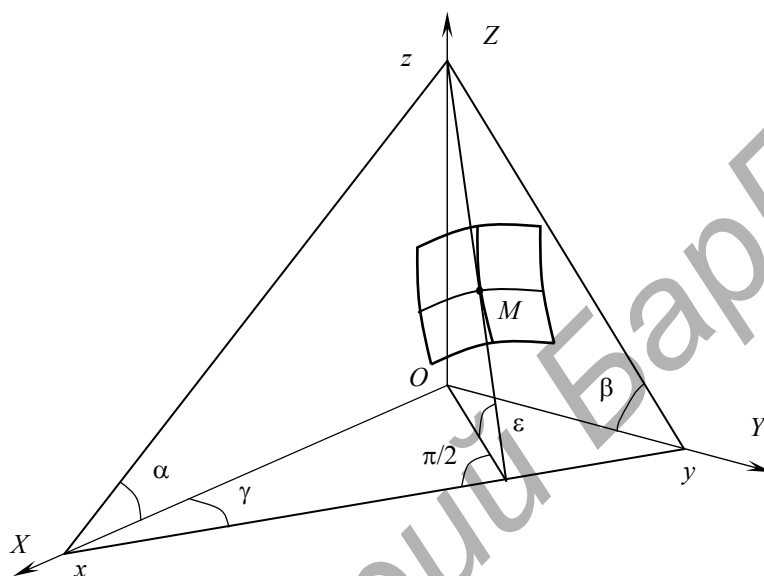


Рисунок 1 — Параметры произвольной точки M лемешно-отвальной поверхности

Основная часть. С геометрической точки зрения ЛОП представляет собой бесконечное множество элементарных трехгранных клиньев в ее точках. Для исследования ее формы достаточно принять с определенным шагом координаты конечного множества точек по двум осям (например, X и Z) и затем измерить координаты Y этих точек. Для этого нами была использована новая конструкция стенда для профилирования рабочей поверхности плужного корпуса с помощью лазерного дальномера, созданная на кафедре технического обеспечения сельскохозяйственного производства и агрономии и обеспечивающая повышенную точность измерений [5].

Были проведены измерения точек ЛОП плужного корпуса типа ПК 20.010-01 (аналог корпуса № 9 фирмы «Kverneland»), которым комплектуются плуги производства ПО «Минский завод шестерен» и ОАО «Миноитовский ремонтный завод». В направлении движения (координата X) был принят равным $\Delta X = 100$ мм, в вертикальном направлении — $\Delta Z = 50$ мм, производились измерения координаты Z . В результате получен массив координат точек для горизонтальных образующих ЛОП, а также лезвия лемеха, бороздного, верхнего и полевого обреза отвала.

Порядок построения цифровой модели ЛОП в системе трехмерного моделирования КОМПАС-3D и ее анализа следующий.

1. В приложении КОМПАС-3D вводятся координаты исследуемых точек ЛОП, затем с помощью сплайнов строятся горизонтальные образующие и вертикальные направляющие, а также кривые лезвия лемеха, бороздного, верхнего и полевого обреза лемеха и отвала.

2. По полученной сетке сплайнов методом «Поверхность по сети кривых» строятся рабочие поверхности лемеха и отвала, которые методом «Сшивка поверхностей» объединяются в одно целое.

3. Для исследуемых точек ЛОП, оказавшихся на пересечении горизонтальных и вертикальных сплайнов, инструментом «Ось через точку по направлению» строятся нормали к поверхности ЛОП, затем — касательные плоскости в исследуемых точках как перпендикулярные плоскости к этим нормальям. Каждая из этих касательных плоскостей соответствует плоскости элементарного трехгранного клина xuz (см. рисунок 1).

4. С помощью инструмента «Информация об объекте» для каждой из касательных плоскостей определяются направляющие косинусы I, J и K (рисунок 2).

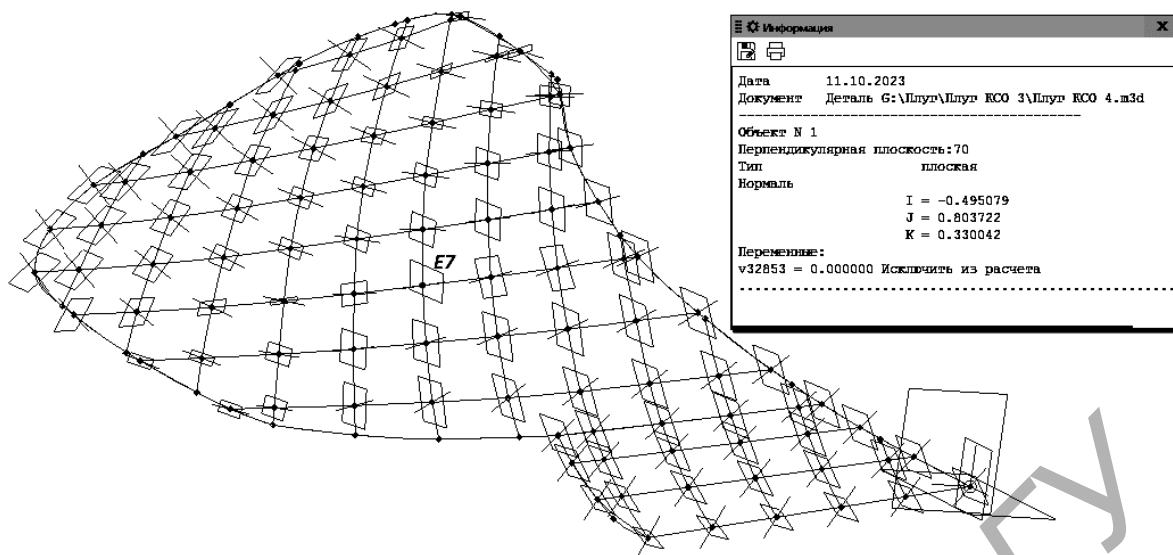


Рисунок 2 — Построение элементарных касательных плоскостей в точках ЛОП и определение направляющих косинусов в точке E7

5. Определяются параметры ЛОП в исследуемых точках по формулам:

– угол наклона вертикальной образующей ко дну борозды:

$$\varepsilon = \arccos k;$$

– угол γ наклона горизонтали в точке M к стенке борозды:

$$\gamma = \arcsin \frac{i}{\sin \varepsilon};$$

– углы наклона элементарного клина в точке M к продольной и поперечной координатным осям:

$$\alpha = \arctg \frac{i}{k}; \quad \beta = \arctg \frac{j}{k}.$$

Например, для точки $E7$ с координатами (700; 207; 200) значения направляющих косинусов составляют $I = -0,495$, $J = 0,84$ и $K = 0,213$ соответственно. Значения углов ε , α , β и γ будут равны $\varepsilon = 87,2^\circ$, $\alpha = 74,1^\circ$, $\beta = 84,2^\circ$ и $\gamma = 33,7^\circ$.

Заключение. Предлагаемый метод построения и анализа цифровой модели ЛОП позволяет определить закономерности изменения параметров в его точках с необходимой точностью.

В результате проведенных построений и расчетов установлено, что лемешно-отвальная поверхность исследуемого корпуса типа ПК 20.010-01 не относится к семейству цилиндрических, так как горизонтальные образующие не являются прямыми линиями: на высоте $z = 100$ мм значения угла γ изменяются от 33° у полевого обреза до 22° у бороздного обреза, на высоте 300 мм — соответственно от $37,5^\circ$ до 34° . В то же время форма ЛОП достаточно близка к полувинтовой (угол γ для лезвия лемеха составляет 35°), отвал корпуса обладает высокой оборачивающей способностью, т.к. значения угла ε достигают значений $94 \dots 115^\circ$ в верхней части отвала и $119 \dots 123^\circ$ на его крыле. Более подробный анализ цифровой модели ЛОП позволит получить кривые направляющих в вертикальных плоскостях, перпендикулярных к лезвию лемеха, необходимые для изготовления шаблонов при производстве лемехов и отвалов.

Список цитируемых источников

1. Синекоков, Г. Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г. Н. Синекоков, И. М. Панов. — М.: Машиностроение, 1977. — 328 с.
2. Сельскохозяйственные плуги : корпуса для плугов [Электронный ресурс] / Минский завод шестерен. — Режим доступа : <https://mgw.by/products/plows/corps>. — Дата доступа : 18.09.2023.
3. Горячкин, В. П. Собрание сочинений : в 3 т. / В. П. Горячкин. — М.: Колос, 1965. — Т. 2 : Теория плуга. Основания для систематического расчета плугов. — 459 с.
4. Навесные оборотные плуги Kverneland [Электронный ресурс] / Kverneland Group. — Режим доступа: <https://download.kvernelandgroup.com/content/download/123645/1479315>. — Дата доступа: 12.09.2023.
5. Дубень, И. В. Лабораторный стенд для профилирования лемешно-отвальной поверхности / И. В. Дубень, М. А. Покровский, А. В. Дубешко // Наука — практика : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 19 мая 2023 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т. — Барановичи : БарГУ, 2023. — Ч. 1 — С.287—288.