

УДК 631.316.002.001.4
© 2016

С.С.ТИЩЕНКО,
доктор технічних наук

Н.А. СОВА,
здобувач

Дніпропетровський державний
аграрно-економічний університет,
Україна
E-mail: sova.natalia.89@gmail.com
м. Дніпропетровськ, вул. С. Єфремова, 25

ВПЛИВ
ТИПУ ПОЛИЦІ
НА АГРОТЕХНІЧНІ
ПОКАЗНИКИ РОБОТИ
ДВОХ'ЯРУСНОГО ПЛУГА

Розглянуто геометричну модель лінійчастої поверхні полиці плуга, яка утворюється рухом прямолінійної твірної та має спільну точку з напрямною кривою. Геометрична модель поверхні базується на умові торсовості, до якої входить коефіцієнт кривини. На основі моделі виготовлено напівгвинтовий корпус нижнього ярусу двох'ярусного плуга, який на випробуваннях показав перевагу над культурним корпусом щодо загортання рослинних решток.

Ключові слова: двох'ярусні плуги, геометрична модель поверхні, полиці, агротехнічні прийоми, загортання решток.

Постановка проблеми. Вирощування таких культур, як кукурудза, соняшник сполучено з великою кількістю рослинних решток, які залишаються на поверхні поля після збирання врожаю. Для оранки таких полів призначені двох'ярусні плуги. Глибина заорювання рослинних решток залежить від типу корпусу нижнього ярусу, тому пошук поверхні корпусу, яка дозволяла б заорювати рослинні рештки на заплановану глибину, звідки вони не могли витягнутися за подальших операцій, дозволить вирішити проблему очищення поверхні поля.

Двох'ярусні плуги, які натеper працюють на сільськогосподарських ланах, мають культурні полиці верхнього та нижнього ярусів. Поверхні цих полиць спроектовані за класичною методикою [3, 7], яка заснована на застосуванні геометричних методів, зокрема на побудові поверхні циліндроїда. Розроблені на сьогоднішній день геометричні моделі [1, 5] дозволяють розширити можливості проектування, враховуючи взаємодію полиці з ґрунтом. Дослідження динаміки руху ґрунту по поверхні полиці [6] виявило, що

якість агротехнічних показників та тягового опору значною мірою залежить від кривини поверхні полиці. Для забезпечення потрібної кривини полиці розроблена модель поверхні, яка інцидентна одній напрямній кривій [4] та просторовому руху прямолінійної твірної. Однак ця модель дозволяє проектувати полиці, кривина яких дорівнює нулю. Для підвищення якості обробки ґрунту потрібно розробити модель, щоб проектувати поверхні з іншою кривиною, відмінною від нуля, та застосовувати її у разі виготовлення та надання агротехнічної оцінки напівгвинтових полиць нижнього ярусу.

Метою наших досліджень було встановити агротехнічну оцінку якості роботи двох'ярусного плуга з культурними та напівгвинтовими полицями верхнього ярусу.

Результати дослідження та їх обговорення. Задачею полиць двох'ярусного плуга є переміщення шарів ґрунту, при цьому верхній шар ґрунту скидається полицями верхнього ярусу на місце нижнього, а нижній займає місце верхнього. Глибина заорювання рослинних решток у такому випадку визна-

чається типом полиці верхнього ярусу та, зокрема її кривиною.

Для забезпечення найбільш повної взаємодії полиці з ґрунтом розроблена модель поверхні, яка дозволяє варіювати її кривиною у значних межах за допомогою коефіцієнта кривини.

Геометрична модель базується на напрямній кривій

$$m: x = x(u), y = y(u), z = z(u)$$

та прямолінійній твірній g , яка задана у проєкціях:

$$y = p(u)x + c(u);$$

$$z = q(u)x + d(u);$$

$$z = e(u)y + b(u),$$

де величини $p(u)$, $c(u)$, $q(u)$, $d(u)$, $k(u)$, $b(u)$ є параметрами розміщення твірної і функціями параметра u .

Виходячи зі схеми утворення поверхні (рис. 1), виразимо параметри твірної через координати напрямної кривої, а параметри розміщення твірної – через координати точки інцидентності A (рис. 1):

на площині O_{xy}
 $p(u) = \operatorname{tg}\gamma(u)$; $c(u) = y(u) - \operatorname{tg}\gamma(u) \cdot x(u)$;

на площині O_{xz}
 $q(u) = \operatorname{tg}\beta(u)$; $d(u) = z(u) - \operatorname{tg}\beta(u) \cdot x(u)$;

на площині O_{yz}
 $k(u) = \operatorname{tg}\delta(u)$; $b(u) = z(u) - \operatorname{tg}\delta(u) \cdot y(u)$.

Запишемо умову торсовості [2] для про-

екцій твірної на площинах O_{xy} і O_{yz} :

де $\lambda = \frac{dc(u) \cdot dp(u) - dd(u) \cdot dq(u)}{dx \cdot dg - dz \cdot dtg\beta}$ – коефіцієнт кривини поверхні. При $\lambda=0$ поверхня буде розгортною.

З умови торсовості (1) маємо диференціальне рівняння положення твірних

$$\frac{d}{du} \operatorname{tg}\gamma - \operatorname{tg}\gamma \frac{dtg\beta \cdot dx}{dx \cdot dg - dz \cdot dtg\beta} = - \frac{dtg\beta \cdot dy}{dx \cdot dg - dz \cdot dtg\beta}, \quad (2)$$

яке за відомих функцій $p(u)$, $c(u)$, $d(u)$ дозволяє визначити функцію $q(u)$ та побудувати поверхню.

За вказаною моделлю побудована напівгвинтова полиця верхнього ярусу плуга ПНЯ-4-40 (рис. 1,б). Коефіцієнт кривини поверхні становить $\lambda = 0,094$ [4].

Агротехнічну оцінку якості роботи двох'ярусного плуга з культурними та напівгвинтовими полицями верхнього ярусу проводили за глибиною та відсотком заорювання рослинних решток.

Плуг ПНЯ-4-40 має культурні полиці нижнього ярусу. На верхній ярус встановлювали культурні та напівгвинтові полиці, які мали добре розвинене крило (рис.2).

Лабораторно-польові дослідження двох'ярусних плугів проводили в умовах, типових

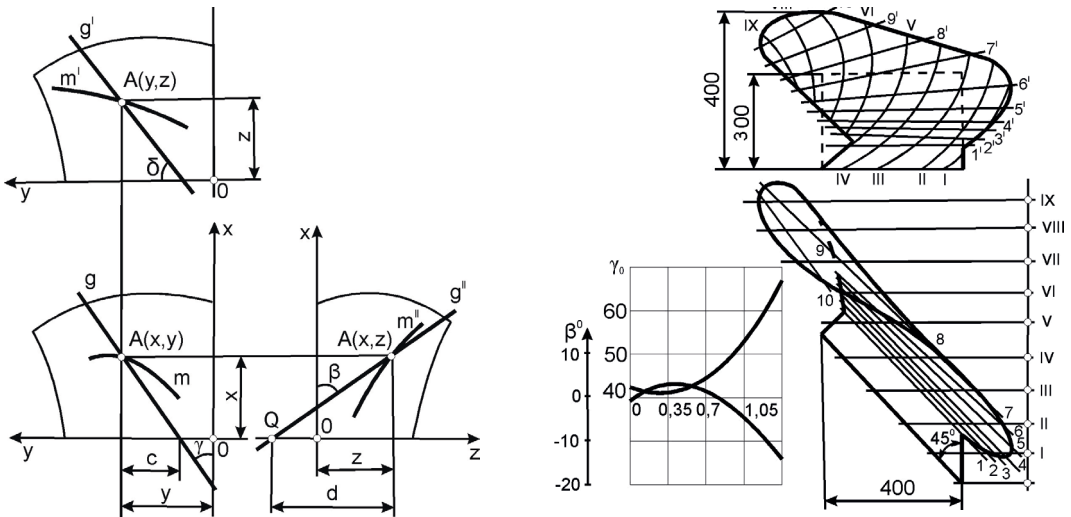


Рис. 1. Напівгвинтова полиця двох'ярусного плуга: а – схема утворення поверхні; б – креслення полиці, яка досліджувалася



а



б

Рис.2. Полиці двох'ярусного плуга ПНЯ-4-40:

а – напівгвинтові полиці верхнього ярусу; б – культурні полиці нижнього ярусу

для основного обробітку ґрунту: агрофон – стерня озимої пшениці; кількість рослинних решток 355 г/м²; тип ґрунту – чорнозем, рельєф рівний, мікрорельєф – вирівняний. Вологість та твердість ґрунту варіювали в межах по шарах ґрунту 0–30 см: вологість 18,3–19,3 %; твердість 5,2–4,9 Н/см².

Для польових досліджень діяв трифакторний симетричний план 3×3×3 (таблиця).

У результаті реалізації повнофакторного експерименту другого порядку отримані дані, які характеризують глибину та відсоток заорювання рослинних решток залежно від глибини обробітку, робочої швидкості та твердості ґрунту.

Обробка експериментальних даних за допомогою стандартного забезпечення дозволила отримати математичні моделі другого порядку для глибини заорювання рослинних решток двох'ярусним плугом: з полицями верхнього ярусу:

культурними

$$h_{zk} = 14,6 + 17,6X_1 + 0,3667X_2 + 0,2X_1^2 - 0,175X_1X_2 \quad (3)$$

та напівгвинтовими

$$h_{zn} = 15,9 + 1,717X_1 + 0,483X_2 + 0,0538X_1^2 - 0,015X_2^2 - 0,2499X_1X_2 \quad (4)$$

Аналіз моделей (1) і (2), проведений за коефіцієнтами, які стоять перед факторами, свідчить про те, що для двох'ярусного плуга і з культурними, і з напівгвинтовими полицями верхнього ярусу домінуючий вплив має глибина оранки. Причому вплив як у першому, так і у другому випадках той самий, оскільки коефіцієнти при факторі X_1 практично не відрізняються один від одного. Вплив швидкості руху плуга має менший, однак для напівгвинтових полиць верхнього ярусу коефіцієнт при X_2 вищий, ніж у культурних. Це пов'язано з формою поверхні полиці. Ґрунт по поверхні культурної полиці рухається безладно, перемішуючись з рослинними рештками, тому їх заорювання відбувається за рахунок хвилі, яка рухається перед полицею. По поверхні напівгвинтової полиці ґрунт пересувається більш упорядковано, при цьому заорювання рослинних решток відбувається за рахунок оберту скоби. У разі підвищення швидкості глибина заорювання рослинних решток для напівгвинтової полиці зростає швидше, ніж для культурної. Сумісний вплив глибини оранки і швидко-

Рівні варіювання факторів при польових дослідженнях

Фактор	Код	Рівні факторів		
		-1	0	+1
Глибина обробітку ґрунту a , см	X_1	2,4	28	33
Робоча швидкість v , м/с	X_2	2,37	2,8	3,16
Твердість ґрунту p , Н/см ²	X_3	4,5	5,1	5,4

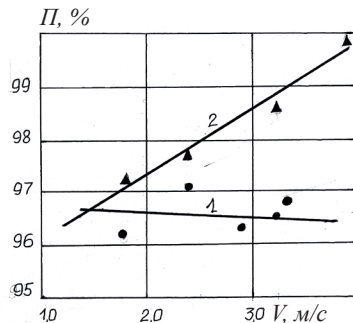


Рис. 3. Відсоток заорювання рослинних решток залежно від робочої швидкості плуга ПНЯ-4-40 з полицями верхнього ярусу:

1 – культурними;
2 – напівгвинтовими

сті руху в напівгвинтових полицях вищий, ніж у культурних. Отже, двох'ярусні плуги заорюють рослинні рештки на більшу глибину. На робочій швидкості 2,8 м/с при глибині обробітку ґрунту 22 см глибина заорювання рослинних решток з напівгвинтовими полицями була 15,9 см, а з культурними 14,6 см, що на 6,41 % більше.

Відсоток заорювання рослинних решток плугом з культурними корпусами верхнього та нижнього ярусів при збільшенні швидкості залишається сталим, тоді як плуг з напівгвинтовими корпусами верхнього ярусу зі збільшенням швидкості краще загорає рослинні рештки (рис. 3). Підвищення

швидкості у цьому випадку сприяє більш стабільному руху ґрунту по полиці, а значить, і його сході з борозного обрізу.

Таким чином, експериментальні дослідження засвідчили перспективність застосування напівгвинтових полиць на двох'ярусних плугах.

Беручи до уваги робочу швидкість руху плуга 2,8 м/с, відсоток заорювання рослинних решток для плуга з напівгвинтовими полицями становить 98,9 %, а з культурними – 96,1 %, тому напівгвинтові полиці, поставлені на верхній ярус двох'ярусного плуга, за агротехнічними показниками переважають культурні полиці.

Бібліографія

1. *Войтюк Д.Г.* Конструювання лінійчастої поверхні за розрахунковою траєкторією руху матеріальної частинки по ній / *Д.Г. Войтюк, С.Ф. Пилипака* // Науковий вісник НАУ. – К., 2002. – Вип. 49. – С. 68–74.
2. *Рыжов Н.Н.* К вопросу конструирования торсов по наперед заданным условиям / *Н.Н. Рыжов, Р. У. Алимов* // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К., 1979. – Вип. 27. – С. 15–17.
3. *Синеоков Г.Н.* Теория и расчет почвообрабатывающих машин / *Г.Н. Синеоков, И.М. Панов*. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
4. *Тищенко С.С.* Проектирование культурного корпуса плуга на основе обобщенной геометрической модели адаптивной поверхности / *С.С. Тищенко* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь, 2003. – Вип. 10. – С. 123–128.
5. *Тищенко С.С.* Геометрическая адаптация поверхностей почвообрабатывающих рабочих органов к выполняемому процессу / *С.С. Тищенко* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 59, т. 1. – С. 110–114.
6. *Тищенко С.С.* Изучение динамических характеристик отвальных рабочих органов почвообрабатывающих машин / *С.С. Тищенко, В.А. Дубровин* // Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji roslincey. – Warszawa, 2002. – S. 385–389.
7. *Щучкин Н.В.* Методика проектирования цилиндрических отвалов / *Н.В. Щучкин* // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М.: Сельхозгиз, 1963. – С. 303–343.

Рецензент – доктор технічних наук, професор **Ю.О. Чурсінов**