

УДК 631.348.45

И.С. Крук¹, О.В. Гордеенко², Ф.И. Назаров¹, Ю.В. Чигарев^{1,3},
С.Н. Герук^{4,5}

¹Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь; ²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь;

³Западнопоморский технологический университет, г. Щецин, Республика Польша; ⁴Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины, п. Глеваха; ⁵Житомирский агротехнический колледж, г. Житомир

К ОБОСНОВАНИЮ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЬЧАТО-ШПОРОВЫХ КАТКОВ

Введение

Наиболее универсальными в применении являются кольчато-шпоровые катки с различными формами уплотняющих элементов, которые качественно крошат, выравнивают и уплотняют поверхностный слой почвы [1-3]. На качество выполняемого технологического процесса оказывают влияние конструкция, геометрические размеры катков, кинематические и динамические параметры их работы. Одними из важнейших конструктивных параметров, определяющих воздействие на почву при работе кольчато-шпоровых катков, являются конструкция и размеры шпор, параметры их установки на дисках (кольцах) [1,3]. В зависимости от формы рабочей поверхности шпоры рассмотрим несколько случаев их взаимодействия с почвой.

Основная часть

При внедрении штампа (шпоры) прямоугольного сечения в почву (рис. 1,а), под ним образуется почвенный клин, вдоль сторон которого происходит движение частиц почвы. Примем, что угол при основании клина равен углу внутреннего трения почвы φ_1 . Найдем высоту образующегося почвенного клина h_k

$$h_k = \frac{b}{2} \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (1)$$

где b – ширина шпоры.

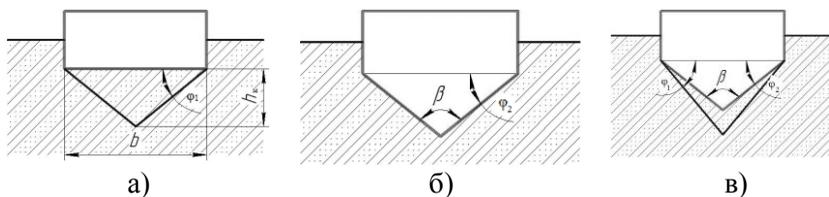


Рис. 1. Схемы внедрения в почву шпор различной формы: а – прямоугольной; б, в – треугольной

При внедрении штампа треугольного сечения (уголок) в почву (рис. 1, б), почвенный клин под штампом не будет образоваться, если угол при основании клина φ_1 будет больше угла трения почвы о металл φ_2 . Из этого следует, что угол при вершине клина выбирается из условия

$$\beta \leq 180 - 2\varphi_2. \quad (2)$$

Если угол при вершине $\beta > 180 - 2\varphi_2$, то на поверхности штампа образуется почвенный клин с углом при основании φ_1 (рис. 1, в).

После того, как клин сформировался, дальнейшее заглубление шпору будет влиять только на глубину распространения уплотнения, а плотность почвы увеличивается не будет. Поэтому для достижения максимального значения плотности шпору необходимо заглубить в почву на высоту клина.

При одновременном воздействии на почву двух прямоугольных шпор (рис. 2) глубину пересечения создаваемых ими зон уплотнений определяет по формуле

$$h_1 = \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + \left(\frac{l}{2} - \frac{b}{2} \right) \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1,$$

где l – расстояние между шпорами.

Или

$$l = \frac{2 \cdot h_1 - b \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + b \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1}{\operatorname{ctg} \varphi_1}, \quad (3)$$

Задаваясь h_1 , можно определить расстояние между шпорами.

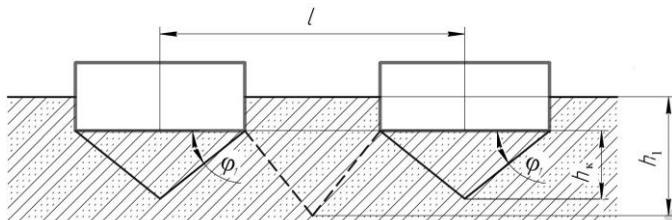


Рис. 2. Схема одновременного воздействия двух шпор на почву

Ширина шпору b для кольчато-шпоровых катков определяется из прочностных и технологических условий. Углы трения зависят от физико-механических свойств и состояния почвы и берутся из справочной литературы.

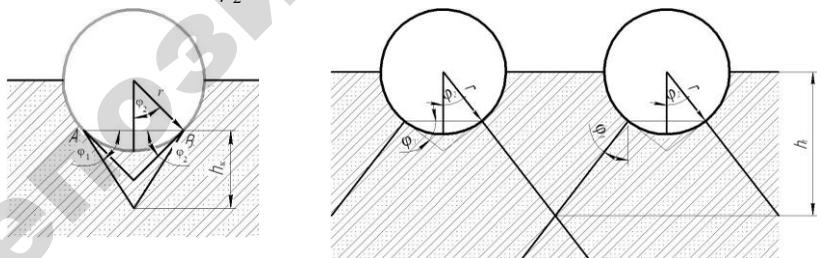
Расстояние между шпорами треугольного сечения для случая, когда $\beta > 180 - 2\varphi_2$, определяется по формуле (3). Для случая, когда $\beta \leq 180 - 2\varphi_2$, расстояние между шпорами определяется по формуле

$$l = 2 \cdot h_1 \cdot \operatorname{ctg}\left(\frac{\beta}{2}\right) - b \cdot \operatorname{ctg}^2\left(\frac{\beta}{2}\right) + b \quad (4)$$

При внедрении шпору круглого сечения (прутка) в почву (рис. 3) клин будет формироваться на дуге AB , ограниченной центральным углом равным $2\varphi_2$. Его высота определяется по формуле

$$h_k = r \sin \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{b}{2} \operatorname{tg} \varphi_1 \quad (5)$$

где $b = 2r \cdot \sin \varphi_2$.



а)

б)

Рис. 3. Схема внедрения шпор круглого сечения в почву

Максимальная плотность почвы в зоне уплотнения прутка достигается при его заглублении на глубину равную радиусу. Даль-

нейшее его заглубление ведет лишь к увеличению глубины распространения уплотнения.

$$h_1 = r \cdot \cos \varphi_2 + \left(\frac{l}{2} - r \cdot \sin \varphi_2\right) \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1,$$

или

$$l = \frac{2(h_1 - r \cdot \cos \varphi_2 + r \cdot \sin \varphi_2 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_1)}{\operatorname{ctg} \varphi_1}. \quad (6)$$

Для определения расстояния R , на которое удалены центры прутков относительно центра диска (кольца) (радиуса окружности) рассмотрим случай, когда в почву внедряется только один пруток и глубина его погружения равна его радиусу. Из рисунка 4 определим расстояние между прутками

$$l^2 = 2R^2 - 2R^2 \cos 2\alpha_1. \quad (7)$$

Зная что $\cos 2\alpha_1 = 1 - 2\sin^2 \alpha_1$, после несложных преобразований уравнения (7), получим

$$R = \frac{l^2}{2r}. \quad (8)$$

Для шпор уравнение примет вид

$$R = \frac{l^2}{b \cdot \operatorname{tg} \varphi_1}. \quad (9)$$

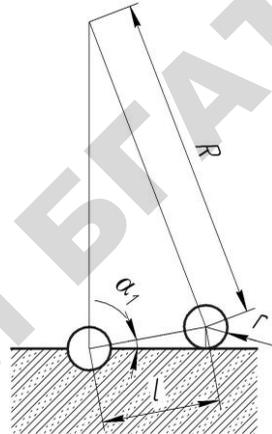


Рис. 4. Схема к определению расстояния между центром диска и центрами прутков кольчато-пруткового катка

Заключение

В результате исследований получены выражения для обоснования конструктивных параметров кольчато-шпоровых катков в зависимости от конструктивных особенностей шпор, прочностных и технологических условий и физико-механических свойств почвы.

Список используемой литературы

1. Назаров, Ф.И. Совмещение операций основной и поверхностной обработки почвы / Ф.И. Назаров, И.С. Крук, Ю.В. Чигарев // Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь: збірник тезисів II Всеукраїнської наук.-практ. конф., Житомир, 7-8 апреля 2016 г. / Житомирський АТК. – Житомир, 2016. – С. 10–12.

2. Повышение эффективности использования дополнительных устройств для поверхностной обработки почвенного пласта в пахотных агрегатах / И.С. Крук [и др.] // The 8th International Research and Development Conference of Central and Eastern European Institutes of Agricultural Engineering: сборник статей, Poznan, Puszczykowo, Poland, June 25–28, 2013. – С. 13–17.

3. Экспериментальные исследования уплотняющего воздействия на почву рабочего органа катковой приставки / И.С. Крук [и др.] // Агропанорама. – 2015. – № 4(110). – С. 2–6.

УДК 631.348.45

**И.С. Крук¹, О.В. Гордеенко², Ф.И. Назаров¹, С.Н. Герук^{3,4},
В.В. Амеличев²**

¹Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь; ²Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, г. Горки, Республика Беларусь;

³Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины, п. Глеваха;

⁴Житомирский агротехнический колледж, г. Житомир

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ОБОРОТНЫМИ ПЛУГАМИ

Введение

В настоящее время в большинстве хозяйств республики система обработки почвы основана на ежегодной вспашке и применении однооперационных орудий. Отвальная обработка почвы является наиболее затратной, но, тем не менее, она доминирует. Она позволяет создавать условия для накопления в почве влаги и сохранения ее для продуктивного использования культурными растениями; бороться с вегетирующей сорной растительностью; регулировать сложение пахотного слоя почвы, обеспечивающего благоприятный тепловой, водный и воздушный режимы; (непрерывное условие жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и возделываемых растений). Поэтому на 70 % пашни, которой располагает наша планета, выполняется отвальная обработка почвы, а на 30 % – безотвальная и нулевая обработки [1].