

Заклучение

Обзор и анализ исследований деформаций грунта симметричными лапами позволил установить, что при их использовании достигается необходимый подъем грунта и обеспечивается нарушение связи корнеплодов с почвой.

05.06.2014

Литература

1. Подкапывающее устройство для корнеплодоуборочных машин: пат. 10192 Респ. Беларусь, МПК А 01 D 25/04 / И.А. Барановский, Д.И. Комлач, А.Л. Рапинчук, В.Н. Полобок; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № u20130803; заявл. 08.10.2013; опубл. 30.08.2014. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 4.
2. Петков, Ч. Изследване върху механизираното изваждане на морковите / Ч. Петков, Д. Варев, Т. Саввов // Икономика и механизация на селското стопанство. – София, 1966. – № 8. – С. 839–854.
3. Зеленин, А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами / А.Н. Зеленин. – М.: Машиностроение, 1968. – 274 с.
4. Зеленин, А.Н. Резание грунтов / А.Н. Зеленин. – М.: Изд. АН СССР, 1959. – С. 78.

УДК (631.334:631.862.1):517

Э.В. Дыба

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ОЦЕНКА РАБОТЫ
ДИСКОВОГО АДАПТЕРА
МЕТОДОМ
РЕГРЕССИОННОГО
АНАЛИЗА**

Введение

На качество работы адаптера оказывает влияние значительное количество факторов, учесть которые аналитически не всегда представляется возможным [1].

Полученные теоретические зависимости позволяют определить некоторые конструктивные и кинематические параметры адаптера, выявить уровни, на которых следует варьировать факторы, но не дают целостного представления о совместном влиянии совокупности факторов на объем формируемой канавки.

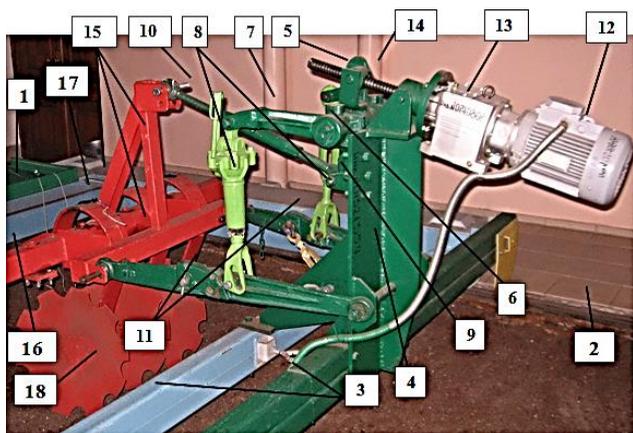
Факторы, которые оказывают непосредственное влияние на объем канавки, можно разделить на две категории: зависящие и не зависящие от конструктивных и кинематических параметров адаптера. К факторам первой категории относятся: диаметр сферического диска, глубина хода, угол атаки, скорость движения агрегата.

Погодные условия, физико-механические свойства почвы следует считать факторами второй категории, их влияние следует учитывать при проведении экспериментальных исследований.

Программой экспериментальных исследований предусматривалось проверить достоверность полученных математических выражений, исследовать влияние основных конструктивных и кинематических параметров адаптера на объем формируемой канавки [1].

Основная часть

Экспериментальные исследования проводились в два этапа. На первом этапе для определения влияния основных конструктивных и кинематических параметров адаптера на объем формируемой канавки в почвенном канале УО «БГАТУ» были проведены поисковые исследования, так как почвогрунт в канале являлся нетипичным фоном. Экспериментальная установка представлена на рисунке 55. Основными узлами установки являются: тележка, система навески, механизмы регулирования глубины хода и угла атаки дисков, поперечный брус, упругая стойка, сферический диск.



- 1 – тележка; 2 – рельса; 3 – поперечная балка; 4 – стойка; 5 – поворотный рычаг;
6 – поворотный вал; 7 – наружный рычаг; 8 – правый и левый раскос; 9 – серьга;
10 – центральная тяга; 11 – продольные тяги; 12 – электродвигатель; 13 – редуктор;
14 – винтовая передача; 15 – устройство навешивания; 16 – поперечный брус;
17 – упругая стойка; 18 – сферический диск

Рисунок 55 – Экспериментальная установка

На втором этапе экспериментальных исследований использовали натуральный образец дисковой бороны БДТ-3. Для того чтобы результаты эксперимента были визуально хорошо определимы, а результат достоверен, часть дисков с первого и второго рядов снимали (рисунок 56).

В целях сокращения затрат труда, времени и средств на проведение исследований по изучению работы дискового адаптера применены методы математической теории планирования экспериментов. Согласно решаемым в работе задачам и конструктивным особенностям предложенного адаптера, за критерий оптимизации был принят объем формируемой канавки.



Рисунок 56 – Экспериментальная дисковая борона

При выборе факторов учитывали соответствие следующим требованиям:

- управляемость, т. е. возможность установки требуемого значения фактора и его поддержания в процессе проведения опыта;
- совместимость, т. е. возможное взаимное влияние факторов не должно вызывать нарушения технологического процесса;
- независимость, т. е. возможность установки фактора на любом уровне, независимо от уровней других факторов;
- однозначность, т. е. выбранный фактор не должен являться функцией других факторов.

Для изучения процесса образования канавки дисковым адаптером на основании теоретических исследований и априорной информации были выделены следующие факторы, которые оказывают наибольшее влияние на ее объем: скорость движения (\mathcal{D} , м/с), угол атаки (α , град.) и глубина хода диска (h , м).

Уровни варьирования факторов были определены из следующих соображений. Пределы изменения скорости движения адаптера, исходя из агротехнических требований, предъявляемых к лушению почвы с одновременным внутрипочвенным внесением навоза, ограничены максимальной и минимальной дозами ($\mathcal{D} = 6$ км/ч при $D = 60$ т/га и $\mathcal{D} = 12$ км/ч при $D = 30$ т/га) [2].

Поскольку машина для внутрипочвенного внесения навоза выполняет одновременно комплекс работ, связанных с почвообработкой и внесением навоза, следует, что пределы изменения глубины хода диска, исходя из агротехнических требований, предъявляемых к лушению почвы, ограничены от 0,06 до 0,12 м [2].

Изучением влияния угла атаки дисковых рабочих органов на тяговое сопротивление дисковых борон занимались многие ученые [3, 4]. Так как разрабатываемый адаптер осуществляет одновременно внесение и заделку навоза, то следует учесть ранее проведенные исследования для определения рациональных углов атаки, при которых подаваемый навоз в различных дозах будет заделываться в почву при минимальном тяговом сопротивлении с соблюдением агротехнических требований. Для дискового почвообрабатывающего орудия рациональным углом атаки, при котором тяговое сопротивление достигает минимального значения и выполняются агротехнические требования, является угол от 22° до 25° .

Уровни варьирования факторов и кодовые обозначения переменных приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Уровни варьирования факторов и их кодовое обозначение

Кодовое обозначение факторов	Скорость движения агрегата, (\mathcal{D})	Глубина хода диска, (h)	Угол атаки диска, (α)
	x_1	x_2	x_3
Размерность	<i>м/с</i>	<i>м</i>	<i>град.</i>
Верхний уровень	3,33	0,12	25
Базовый уровень	2,5	0,09	23,5
Нижний уровень	1,67	0,06	22
Интервал варьирования	0,83	0,03	1,5

Для определения объема формируемой канавки нами была предложена следующая методика. Механизмом регулирования угла атаки и глубины хода диска устанавливали требуемые параметры. Во время движения трактора (с заданной скоростью) диск формировал канавку. После прохождения на установившемся скоростном режиме контрольного участка (10 м) останавливали трактор и производили замеры площади сечения канавки в зависимости от угла атаки, глубины хода и скорости движения путем обмера ее периметра мягкой металлической проволокой. Полученный контур из проволоки накладывали на миллиметровку и подсчитывали площадь живого сечения канавки. Замеры проводили в 3-кратной повторности. Затем полученные экспериментальные значения умножали на длину открытой канавки [5] и определяли объем. Результаты подсчета заносили в лабораторный журнал.

Для получения уравнения регрессии предлагается реализовать центральный композиционный план второго порядка. Для этого к «ядру», образованному линейным планом, добавляем шесть «звездных точек» и одну – в центре плана, что придаст плану ортогональность и позволит, наряду с малым объемом вычислений, определить коэффициенты уравнения регрессии независимо друг относительно друга.

После реализации эксперимента мы получили действительные значения ожидаемого показателя – объема канавки.

По результатам расчета было получено уравнение регрессии:

$$y = 0,0053 + 0,0023 x_1 + 0,0027 x_2 + 0,00037 x_3 + 0,00043 x_1^2 + 0,0002 x_2^2 + 0,00097 x_1 x_2 + 0,0002 x_2 x_3. \quad (1)$$

После подстановки в уравнение (1) натуральных значений факторов x_1, x_2, x_3 получим функцию отклика в натуральных показателях:

$$y = 0,0083 - 0,0039 \vartheta - 0,15h - 0,00015\alpha + 0,00062 \vartheta^2 + 0,22 h^2 + 0,039\vartheta h + 0,0044h\alpha. \quad (2)$$

На основании реализации эксперимента и проверки воспроизводимости опытов $G = 0,166 < G_{0,05(15)} = 0,334$ получена полиномиальная адекватная $F = 2,13 < F_{0,05(7,30)} = 2,4$ модель влияния конструктивных и кинематических параметров дискового адаптера на объем канавки. Уравнение (1) определяет характер и степень влияния факторов (x_1, x_2 и x_3) на объем канавки. Графическая интерпретация уравнения регрессии представляет собой поверхности отклика (рисунок 57, 58 и 59).

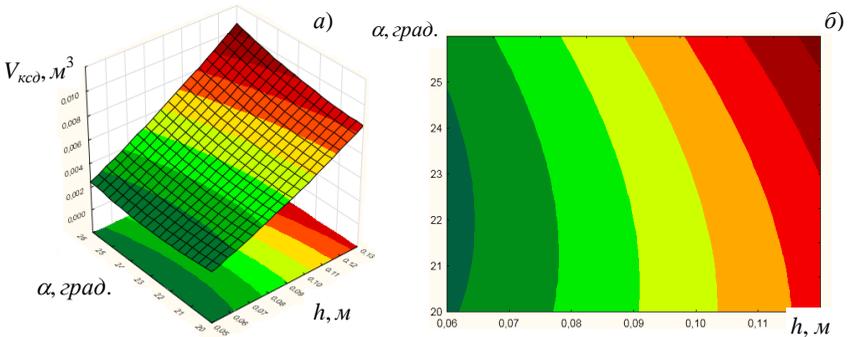


Рисунок 57 – Поверхность отклика (а) и ее двумерное сечение (б)
 $V_{кcd} = f(\alpha; h)$ при $\vartheta = 2,5$ м/с

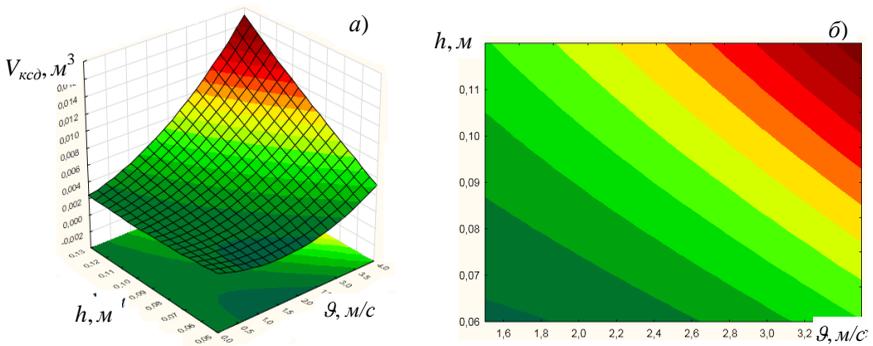


Рисунок 58 – Поверхность отклика (а) и ее двумерное сечение (б)
 $V_{кcd} = f(\vartheta; h)$ при $\alpha = 23,5^\circ$

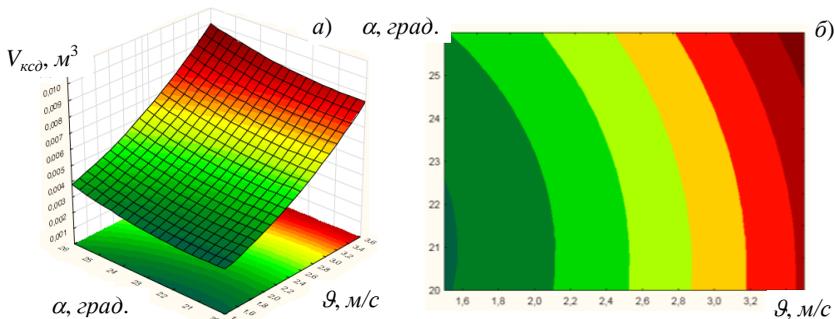


Рисунок 59 – Поверхность отклика (а) и ее двумерное сечение (б)
 $V_{кcd} = f(\alpha, D)$ при $h = 0,09$ м

Знак «+» перед b_i в уравнении (1) указывает на то, что изменение x_i вызывает увеличение объема канавки. Величина коэффициентов парных взаимодействий b_{ij} говорит о том, что действие одного из рассматриваемых факторов незначительно зависит от уровня, на котором находится другой фактор. Так как b_{ij} имеет положительный знак, то объем канавки увеличивается в тех случаях, когда оба фактора x_i и x_j находятся на верхних или нижних уровнях. Анализируя коэффициенты b_i уравнения регрессии, можно сделать вывод, что наибольшее влияние на объем канавки оказывает глубина хода сферического диска (коэффициент регрессии 0,0027), затем – скорость движения агрегата (коэффициент регрессии 0,0023) и в меньшей мере – угол атаки (коэффициент регрессии 0,00037).

Для определения значений факторов, при которых функция (1) достигает экстремума, необходимо взять частные производные по x_i и, приравняв нулю, решить полученную систему уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dx_1} &= 0,0023 + 0,00086 x_1 + 0,00097 x_2; \\ \frac{dy}{dx_2} &= 0,0027 + 0,0004 x_2 + 0,00097 x_1 + 0,0002 x_3; \\ \frac{dy}{dx_3} &= 0,00037 + 0,0002 x_2. \end{aligned} \quad (3)$$

Заключение

Решениями системы уравнений (3) являются следующие значения факторов в натуральных единицах: $h = 0,06$ м; $\alpha = 22^\circ$; $D = 7,5$ км/ч. Регулирование дозы внесения навоза (от 30 до 60 т/га) осуществляется за счет изменения скорости движения. Пределы изменения скорости движения агрегата, исходя из агротехнических требований, позволяют вносить максимальную и минимальную дозы навоза ($D = 60$ т/га при $D = 6,0$ км/ч и $D = 30$ т/га при $D = 12$ км/ч).

22.08.2014

Литература

1. Степук, Л.Я. Обоснование типа рабочего органа для внутрпочвенного внесения жидкого навоза / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 140–145.
2. Сборник агротехнических требований на тракторы и сельскохозяйственные машины / ЦНИИТЭИ. – М., 1978. – Т. 23. – С. 213–215.
3. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.
4. Стрельбицкий, В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины / В.Ф. Стрельбицкий. – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
5. Степук, Л.Я. Обоснование шага установки дисков и расстояния между их рядами в адаптере для внутрпочвенного внесения жидкого навоза / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 132–140.
6. Степук, Л.Я. Машина для внесения жидких органических удобрений со сменными модулями / Л.Я. Степук, А.А. Жешко, Э.В. Дыба // Международный агроэкологический форум: в 3 т., Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 г. / Северо-Западный НИИМЭСХ. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2013. – Т. 3: Экологические аспекты производства продукции животноводства; снижение отрицательного воздействия химически активного азота на окружающую среду в сельскохозяйственном производстве; полевые исследования для устойчивого развития сельских территорий. – С. 75–79.

УДК 631.333:631.862

Э.В. Дыба

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»),
г. Минск, Республика Беларусь)*

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ
ВЗАИМОУВЯЗКА ПАРАМЕТРОВ
ДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГОЛОВКИ
И ДИСКОВОГО АДАПТЕРА**

Введение

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработана машина для внутрпочвенного внесения жидкого навоза [1]. Выполняемый машиной процесс происходит следующим образом. Цистерна заполняется навозом посредством устройства самозагрузки, затем машина перемещается к месту внесения навоза. На рабочем участке адаптер переводится из транспортного в рабочее положение. Тракторист переключает рычаг управления вакуум-компрессором в положение (режим компрессора), при котором в цистерне создается избыточное давление, и включает ВОМ трактора. Навоз из цистерны подается по нагнетательному трубопроводу в делительную головку, которая