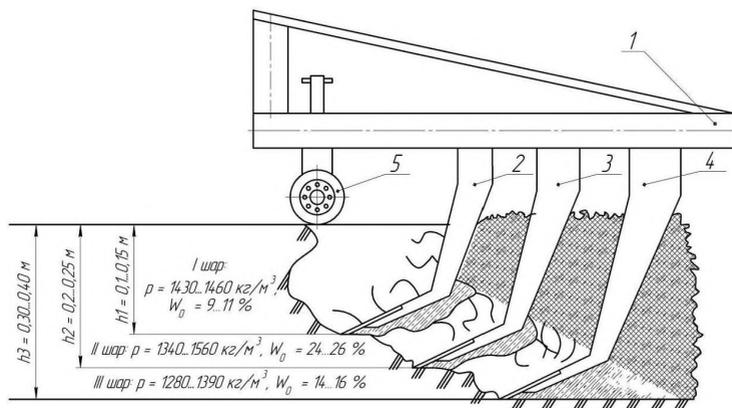


**МЕТОДИКА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РАБОЧИХ
ОРГАНОВ ЯРУСНОГО
ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ
С ПОЧВОЙ****Введение**

В результате взаимодействия рабочих органов глубокорыхлителя с грунтом возникают силы сопротивления, которые влияют на положение основной рамы. В связи с тем, что рабочие органы жестко связаны с основной рамой, изменение ее положения приведет к изменению глубины хода и их сопротивления. Поэтому колебания рамы глубокорыхлителя во время работы будут способствовать ухудшению качества обработки почвы и повышению тягового сопротивления машины в целом [1–4].

Основная часть

В технологическую схему глубокорыхлителя с послойной обработкой почвы (рисунок 50) входят следующие элементы: жесткая рама 1, рабочие органы 2, 3, 4, опорные колеса 5. Глубокорыхлитель для послойной деблокированной обработки работает следующим образом:



1 – жесткая рама; 2, 3, 4 – рабочие органы; 5 – опорные колеса

Рисунок 50 – Конструктивно-технологическая схема глубокорыхлителя для послойной деблокированной обработки

рама 1 присоединяется к трактору, устанавливается нужная глубина обработки опорно-регулирующим механизмом с винтом. Во время технологического процесса передний ряд рабочих органов 2 сминает опреде-

ленный объем почвы на глубине 10–15 см, после этого, в процессе скола слоя почвы, остается свободное пространство, которое заполняется объемом грунта, деформированного рабочими органами второго ряда 3, смещенного относительно рабочих органов первого и третьего рядов в продольно-вертикальной плоскости. Второй ряд рабочих органов 3 в то же время сминает объем почвы на глубине 20–25 см, в процессе скола слоя почвы образуется аналогичное свободное пространство, которое заполняется объемом грунта, деформированного рабочими органами третьего ряда 4, которые работают на глубине 30–40 см [5].

В процессе теоретических исследований [6] построена математическая модель функционирования глубокорыхлителя с послойной обработкой почвы и получена зависимость угла поворота рамы относительно точки крепления глубокорыхлителя к трактору от размещения его рабочих органов:

$$\varphi = 4,4 - 19,9 \cdot x_3 + 93,3 \cdot x_3^2 - 8,3 \cdot x_4 - 48,3 \cdot x_3 \cdot x_4 + 24,9 \cdot x_4^2,$$

где φ – угол поворота рамы относительно точки крепления глубокорыхлителя к трактору;

x_3 – расположение рабочих органов первого ряда относительно второго по длине рамы, м;

x_4 – расположение рабочих органов третьего ряда относительно второго по длине рамы, м.

Проведенные теоретические исследования [6] позволили определить размещение рабочих органов глубокорыхлителя по длине на раме орудия, при котором амплитуда колебаний угла поворота рамы относительно точки крепления глубокорыхлителя к трактору является наименьшей: расстояние между рабочими органами первого и второго рядов $x_3 = 0,18...0,22$ м, расстояние между рабочими органами второго и третьего рядов $x_4 = 0,33...0,37$ м. Обосновано расстояние между рабочими органами глубокорыхлителя, которое обеспечивает обработку почвы без огрехов. При глубине хода рабочих органов $h_1 = 0,1...0,15$ м и $h_2 = 0,2...0,25$ м расстояние между ними должно быть $x_1 = 0,4...0,53$ м.

Цель исследований – разработать методику экспериментальных исследований для проверки и корректировки теоретических положений и выводов по обоснованию размещения рабочих органов на раме орудия.

Материалы и результаты исследований

Исследования проводились с применением метода математического планирования многофакторного эксперимента, который позволяет определить математические модели процессов в виде уравнений регрессии. В соответствии с поставленными задачами был выбран D-оптимальный план второго порядка для 4 факторов. Исходя из теоретических исследований, факторами эксперимента были выбраны расстояние между рабочими органами первого и второго ряда (по ширине) x_1 , глубина обработки

рабочими органами второго ряда x_2 , расположение рабочих органов первого ряда относительно второго по длине машины x_3 , расположение рабочих органов третьего ряда относительно второго по длине машины – x_4 (рисунок 51). Параметры и диапазоны их варьирования приведены в таблице 9. Матрица D-оптимального четырехфакторного плана второго порядка приведена в таблице 10.

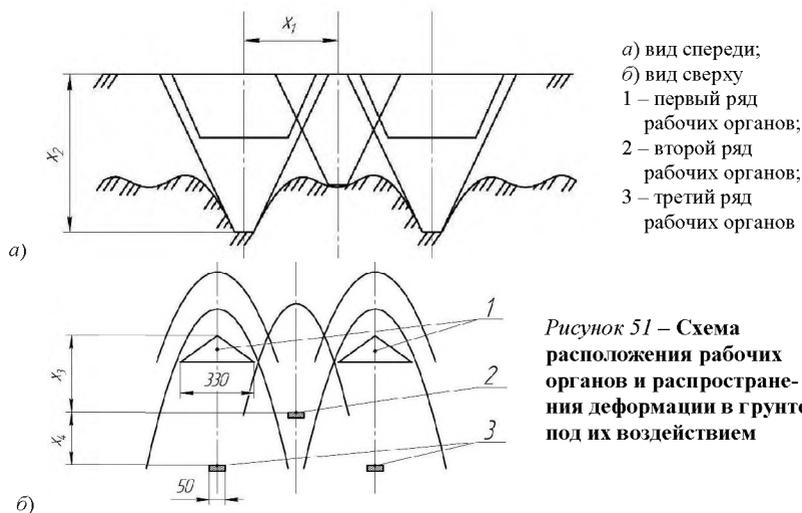


Рисунок 51 – Схема расположения рабочих органов и распространения деформации в грунте под их воздействием

Таблица 9 – Параметры варьирования в экспериментальных исследованиях

Обозначение фактора	Уровень факторов			Интервалы варьирования
	-1	0	+1	
x_1	0,35	0,50	0,65	0,15
x_2	0,20	0,30	0,40	0,10
x_3	0,15	0,25	0,35	0,10
x_4	0,25	0,45	0,65	0,20

букорыхлителя. Испытания проводились в соответствии с разработанной общей методикой в агрофирме «Дружба» Токмакского района Запорожской области, Украина. Агрофон – стерня озимой пшеницы после дискования. Тип почвы – темно-каштановая среднесуглинистая. Скорость агрегата – 1,67...3,33 м/с. Глубина обработки – 10...40 см.

Параметрами оптимизации в опытах выбраны качественные, количественные и энергетические показатели процесса рыхления почвы [2, 4]: K_p – показатель качества рыхления почвы, %; R_x – среднее значение тягового сопротивления рабочих органов, кН; σ_R – среднеквадратическое отклонение тягового сопротивления рабочих органов, кН.

Таблица 10 – Матрица планирования экспериментальных исследований

№ п/п	Факторы				Варианты геометрических параметров размещения рабочих органов и глубины обработки			
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4
1	+1	-1	0	-1	0,650	0,200	0,250	0,250
2	-1	+1	-1	-1	0,350	0,400	0,150	0,250
3	-1	-1	+1	-1	0,350	0,200	0,350	0,250
4	-0,25	+1	+0,25	-0,25	0,463	0,400	0,275	0,400
5	-1	+1	+1	-1	0,350	0,400	0,350	0,250
6	0	-0,25	-1	-1	0,500	0,275	0,150	0,250
7	0	-1	+1	+1	0,500	0,200	0,350	0,650
8	+1	+1	-1	+0,5	0,650	0,400	0,150	0,550
9	-1	+1	+1	+1	0,350	0,400	0,350	0,650
10	+1	-0,25	+1	0	0,650	0,275	0,350	0,450
11	-1	-0,25	0	+1	0,350	0,275	0,250	0,650
12	+1	-1	-1	+1	0,650	0,200	0,150	0,650
13	-1	-1	-1	0	0,350	0,200	0,150	0,450
14	-0,5	+1	-1	+1	0,425	0,400	0,150	0,650
15	+1	+1	+0,5	+1	0,650	0,400	0,300	0,650

Полевая установка состояла из исследуемого глубокорыхлителя, рамки с тензометрическим звеном и регистрирующей аппаратуры (рисунок 52а). Регистрирующая аппаратура включала осциллограф К12-22 и тензоусилитель «Топаз-3», который используется как источник бесперебойного питания тензомоста датчика (рисунок 52б). Хорошая чувствительность тензодатчика позволяет фиксировать показания, которые поступают с тензомостов, без усиления сигнала (рисунок 52в). Питание устройств осуществляется от двух аккумуляторных батарей СТ-175, которые устанавливаются в кабине трактора.



Рисунок 52 – Общий вид экспериментальной полевой установки (а), регистрирующей аппаратуры (б) и кольцевого тензовена (в)

Заклучение

1. Разработана методика экспериментальных исследований для проверки и корректировки теоретических положений и выводов по обоснованию размещения рабочих органов на раме орудия глубокорыхлителя.

2. Обоснован выбор факторов экспериментальных исследований: расстояние между рабочими органами первого и второго ряда (по ширине) x_1 , глубина обработки рабочими органами второго ряда x_2 , расположение рабочих органов первого ряда относительно второго по длине машины x_3 , расположение рабочих органов третьего ряда относительно второго по длине машины x_4 .

3. Определены критерии оптимизации (показатель качества рыхления почвы K_p , среднее значение тягового сопротивления рабочих органов R_x , среднеквадратическое отклонение тягового сопротивления рабочих органов σ_R) и план экспериментальных исследований (D-оптимальный план второго порядка для 4 факторов).

Литература

1. Shevchenko, I. Doskonalenie technologii i narzedzi uprawowych w aspekcie wlasciwosci agrofizycznych gleb / I. Shevchenko. – Warszawa: IBMER (Poland), 1997. – S. 111.
2. Шевченко, И.А. Экспериментальное обоснование расстояния между ступенями на ступенчатом лемехе / И.А. Шевченко, А.С. Кушнарев // Техника в сельском хозяйстве. – 1991. – № 6.
3. Зеленин, А.Н. Основы разрушения грунтов механическим способом / А.Н. Зеленин – М.: Машиностроение, 1968. – 376 с.
4. Shevchenko, I. Agrotechnological background of methods development for designing of technologies and soil tillage facilities / I. Shevchenko, N. Krughachkovskij // Internah. Conference ISTRO: Contemporary state and perspectives of the agronomical practicies after year 2000. – Brno (Czech Republic), 1999. – P. 68.
5. Глибoкoрoзпунгувач для пошарoвoгo деблокованoгo oбрoбiтку ґрунту: пат. 22390 Укpaїна, МПК (2007.01) А 01В 13/16, А 01В 13/08. / І.А. Шевченко, Ю.М. Лабатюк, В.С. Пасічник, О.В. Білокопитов, С.М. Саньков; заявник і патентoвласник Таврїйська державна аґротехнічна академія. – № u 2006 11600; заявл. 03.11.2006; oпублiк. 25.04.2007. – 2007. – Бюл. № 5.
6. Шевченко, І.А. Теоретичне oбґрунтування розміщення робочих органiв глибoкoрoзпунгувача на рамі знаряддя / І.А. Шевченко, Ю.М. Лабатюк // Механїзація та електрифікація сiльськoгo гoспoдарства. – Глеваха, 2013. – Вип. 97, т. 1. – С. 168–176.

22.08.13