

2. Альтшуль А.Д. и др. Гидравлика и аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1987. – 413 с.
3. Ражабов А, Тошболтаев М, Тухтабаев М (2017) Ғўза майдонларига трихограмма тарқатиш қурилмаси. АгроИлм. Тошкент. - №3. – С. 93-94.
4. Хамидов Х. и др. Устройство для дозированного расселения трихограммы //Патент на изобретение Узб № IAP05592. – 2018.
5. Talibaev A., Tukhtabaev M., Obidov R., Temirov J., Khamzaev M. Innovative production of raw cotton technology // IJARSET. – India, 2019. № Vol. 6, Issue 9. www.ijarset.com
6. Rankin M. Proceedings of the Royal Soc, 1870.
7. Zeuner G. Lokomotivenblasrohr, 1863.
8. Худаяров Б.М., Ражабов А.Х., Тухтабаев М.А. Скорость потока воздуха в цилиндрической трубе эжектора расселителя трихограммы // Техническое обеспечение сельского хозяйства. – 2019. – №.1. – С. 125-132.
9. Ражабов А.Х., Тухтабаев М.А. Сопротивление в цилиндрической трубе эжектора расселителя трихограммы //Иновацион технологиялар. – 2020. – №. Спецвыпуск.

УДК 629.366.027.4

РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЗАВИСИМОСТИ ГЛУБИНЫ КОЛЕИ ОТ ДАВЛЕНИЯ В КОЛЕСАХ И СВОЙСТВ ПОЧВЫ ДЛЯ ТРАКТОРА «БЕЛАРУС 2022.5»

С.А. Рынкевич, Т.А. Варфоломеева

¹УО «Белорусский национальный технический университет»,
Республика Беларусь, г.Минск,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Республика Беларусь, г. Минск, tata.varfalameyeva@yandex.by

Выполнено экспериментальное исследование влияния давления в шинах основных и дополнительных колес на глубину колеи на задней оси трактора «БЕЛАРУС-2022.5» при движении по суглинку без прицепного агрегата.

Трактор «Беларус 2022.5» зав. №205В00014. Двигатель Д-260.4539 № 128937 производство ММЗ. Комплектация трактора: шины ПВМ 420/70R24 Белшина (Бел 90), шина ЗМ 580/70R42 Белшина (Бел 126), ТСУ-3В (вилка), передний балласт 10 шт. х 45 кг.

Результаты исследования. В результате экспериментального исследования получены данные по изменению глубины колеи h , мм, образуемой 4-мя задними колесами (основное и дополнительное на правой и левой стороне) на участке длиной 300 м. Давление в колесах варьировалось на 3–х уровнях (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Уровни варьирования давления в колесах

Нормированные значения давления	Натуральные значения давления, кПа	
	Основные колеса	Дополнительные колеса
Нижнее (-1)	120	100
Основное (0)	130	110
Верхнее (+1)	160	140

Измерения выполнялись по каждому колесу в 10-ти равноотстоящих от начала колеи точках. При этом было установлено, что в первых 3-х точках глубина колеи больше, чем в последующих. Эти точки находятся на участке разгона, где, начиная движение, трактор двигался с ускорением, вызывающим дополнительную нагрузку на колеса и большее их погружение в почву. Поэтому в числе факторов, влияющих на оцениваемый параметр, наряду с давлением, типом колеса и стороной его расположения, учитывался участок движения (табл. 1.2).

Таблица 1.2 – Уровни варьирования факторов в натуральных и нормированных координатах

Уровни в нормированных координатах	Давление, кПа		Сторона	Колесо	Участок
	Основное	Дополнительное			
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
+1	160	140	правая	основное	разгон
-1	120	100	левая	дополнительное	равномерный

Матрица плана эксперимента представляет собой несимметричный полнофакторный план типа $3^2 \times 2^3 // 72$ [1]. Результаты экспериментов и статистической обработки представлены в приложении 1.1.

В качестве модели, описывающей зависимость глубины от варьируемых факторов, выбрано полнофакторное уравнение в нормированных координатах, включающее главные эффекты 2-х количественных и 3-х качественных факторов и их взаимодействия до 3-го порядка. Расчет коэффициентов выполнялся по процедуре шаговой регрессии методом исключения незначимых коэффициентов по критерию Стьюдента, реализованной в программе Mathcad.

В результате получено адекватное уравнение регрессии вида:

$$G = 88,5 + 5,5X_2 + 7,8X_5 + 1,3X_1X_2 - 4,4X_1X_4 + 3,5X_2X_4 + 0,6X_4X_5 - 3,6X_1X_2X_4 + 0,8X_1X_2X_5 + 2,6X_1^2 - 8,0X_2^2 + 2,5X_1^2X_4 + 1,9X_2^2X_4 - 2,0X_2^2X_5 \quad (1)$$

Анализ коэффициентов показывает, что наибольшее влияние на глубину колеи оказывают давления в дополнительных колесах и участок движения (разгон или равномерное). Между значениями глубины колеи, полученными по правой и левой стороне, нет статистически существенной разницы.

Для наглядного представления зависимости глубины колеи от различных факторов построены графики линий уровней в координатах давлений в колесах (рис. 1.1).

Как следует из графиков (рис. 1.1), тенденции влияния давлений в колесах на глубину колеи одинаковы на разных участках движения. Под основным колесом наименьшая глубина колеи соответствует давлениям 145 кПа на основном колесе и 100 кПа на дополнительном. При увеличении давления от 100 кПа до 120 кПа на дополнительном колесе глубина колеи под ним возрастает, а при дальнейшем увеличении до 140 кПа – снова снижается. В качестве предпочтительных давлений можно рекомендовать 145 кПа на

основном колесе и 100 кПа на дополнительном, обеспечивающие минимальную глубину колеи под каждым колесом.

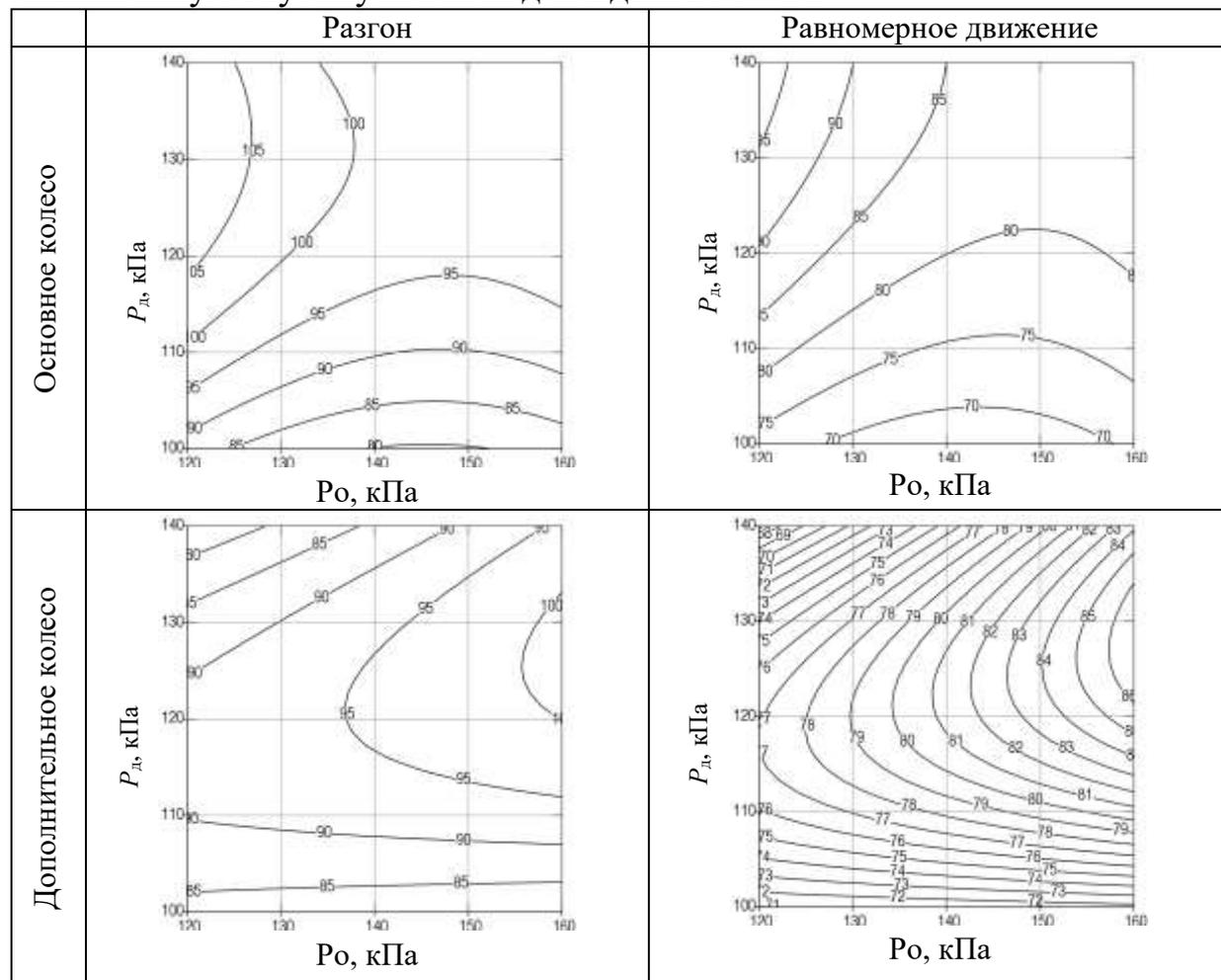


Рисунок 1.1 – Глубина колеи в зависимости от давлений в основных и дополнительных колесах (P_o и P_d , кПа) на различных участках движения.

Очевидно, что на глубину колеи будут влиять свойства почвы, по которой движется трактор. Ввиду сложности реализации активного эксперимента, требующего целенаправленного регулирования свойств почвы, исследование в этом направлении выполнено на основе пассивных измерений твердости и влажности почвы около колеи. Вследствие естественной неоднородности почвы диапазон изменений этих параметров составил для влажности $B = 4,5 \dots 6,6 \%$, для твердости $T = 49 \dots 68, \text{ Н/см}^2$ (рис. 1.2).

Для моделирования зависимости глубины от давления в колесах и свойств почвы полнофакторное уравнение, использованное на первом этапе исследования, было дополнено 2-мя количественными факторами в нормированных координатах, включая их главные и квадратичные эффекты и их взаимодействия до 3-го порядка с остальными факторами. Расчет коэффициентов выполнялся по процедуре шаговой регрессии методом исключения незначимых коэффициентов по критерию Фишера, реализованной в программе Statistica.

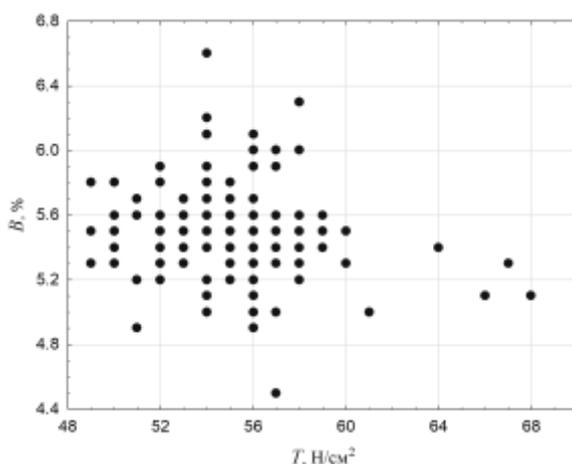


Рисунок 1.2 – Диапазоны значений твердости и влажности почвы, наблюдавшиеся в эксперименте

В результате получено уравнение регрессии, в котором для наглядного представления эффектов сгруппированы факторы, связанных со свойствами почвы X_6 и X_7 .

$$G = 87,1 + 7,4X_2 + 4,2X_5 + 2,6X_1^2 - 5,5X_2^2 - 4,2X_1X_4 + 1,1X_1X_2 + 3,2X_2X_4 + 1,5X_4X_5 + 0,8X_2X_3 - 3,3X_1X_2X_4 + 2,9X_1^2X_4 + 1,7X_2^2X_4 + (5,3X_2 - 2,8X_5 + 2,5X_4X_5 + 2,7X_1^2)X_6 + (5,0X_2X_3 - 7,9X_3X_6 + 4,0X_1^2)X_7 \quad (2)$$

Зависимость минимальной глубины от твердости и влажности почвы показана на рис. 1.3.

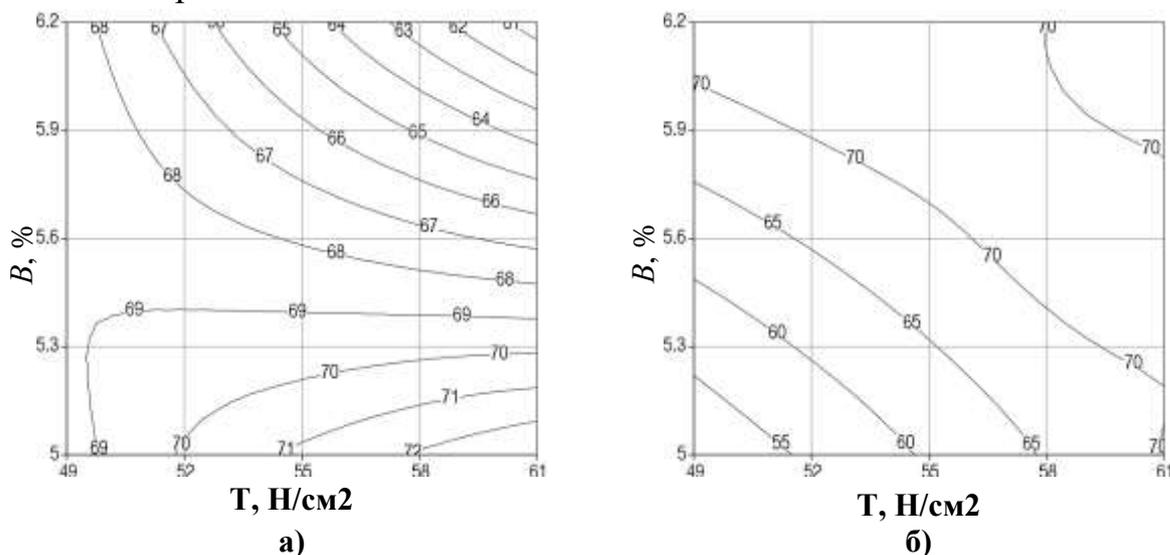


Рисунок 1.3 – Влияние твердости и влажности почвы на минимальные значения глубины колеи под основным (а) и дополнительным (б) колесом на участке равномерного движения.

Анализ данных показывает, что минимальные значения глубины под основным колесом достигаются при давлении в нем 142...160 кПа, при чем меньшие значения давления должны соответствовать бóльшим значениям твердости почвы и ее влажности. Давление в дополнительном колесе при этом должно быть всегда минимальным – 100 кПа.

Зависимость минимальных значений глубины под дополнительным колесом от давления в колесах носит немонотонный характер. При низкой твердости почвы и низкой влажности давление в основном колесе должно быть минимальным – 100 кПа, а при высоких значениях твердости и влажности почвы – увеличиваться от 141 кПа до 160 кПа в зависимости от соотношения твердости и влажности.

Список литературы

1. Таблицы планов эксперимента для факторных и полиномиальных моделей (справочное издание). / Брод-ский В.З., Бродский Л.И., Голикова Т.И., Никитина Е.П., Панченко Л.А. – М.: Металлургия, 1982. – 752 с.

УДК 629.366.032:631.4

УЛУЧШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ДВИЖИТЕЛЕЙ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ТЯГОВОГО КЛАССА 5.0

С.А. Рынкевич¹, Т.А. Варфоломеева², В.М. Головач², В.В. Шестель³

¹УО «Белорусский национальный технический университет»,
Республика Беларусь, г. Минск,

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
Республика Беларусь, г. Минск, tata.varfalameyeva@yandex.by

³ОАО «Минский тракторный завод» Республика Беларусь,
г. Минск

С целью выполнения требований нормативных документов по повышению агроэкологических и тягово-сцепных качеств тракторов при работе с тяжелыми сельхозмашинами и орудиями на почвах с малой несущей способностью предусматривается снижение удельного давления на почву путем увеличения площади пятна контакта движителей с опорной поверхностью.

В мире продолжается активное развитие новой линейки тракторов, постоянно повышая их технический уровень, расширяя функциональные возможности и увеличивая количество «лошадиных» сил под капотом табл.1., 2.

Мониторинг технического уровня тракторов «БЕЛАРУС» тягового класса 5.0 подтверждает в целом соответствие уровню лучших зарубежных аналогов.

Одним из основных требований, предъявляемых к мобильным средствам механизации сельскохозяйственных работ, является обеспечение щадящего воздействия их движителей на почву. Для решения актуальной проблемы уменьшения уплотнения почвы сельскохозяйственных угодий ходовыми системами колесных тракторов все более широко применяют арочных шин, сдваивание колес.

В известных технических решениях по сдваиванию колес тракторов реализованы жесткие кинематические связи между этими колесами и поэтому