

ных веществ в пахотном слое. Кроме того, способствует проникновению влаги и аккумуляции её в нижних слоях, способствуя тем самым развитию корневой системы и повышению урожайности на 12...18 %.

Разуплотнение почвы способствует также снижению тягового сопротивления при последующем проходе рабочих органов и орудий, что ведет к экономии ГСМ и снижению нагрузки на рабочие органы при последующих обработках почвы.

Список использованных источников

1. Бурченко, П.Н. Перспективные направления развития земледельческой механики и механизации обработки почвы / П.Н. Бурченко // Технологическое и техническое обеспечение производства продукции растениеводства и животноводства: научн. тр. ВИМа. – М.: ВИМ, 2022. – Т. 144. – С. 134–139.

2. Сравнительный анализ рабочих органов плоскореза-глубокорыхлителя на основе компьютерного моделирования / А.Н. Хмура, М.М. Константинов, К.С. Потешкин, Б.Н. Нуралин // Вестник РАСХН. – 2012. – № 1. – С. 39–41.

УДК 632.982.4

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА МАКСИМАЛЬНУЮ ПОЛЕТНУЮ МАССУ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДРОНОВ

Авторы: М.Е. Лях, студент; С.С. Лукомский, студент
Научные руководители: Д.А. Яновский, ст. преподаватель;
А.А. Зенов, ст. преподаватель
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»*,
г. Минск, Республика Беларусь

В современном сельском хозяйстве использование дронов является одним из самых перспективных инструментов для повышения эффективности и экономии времени на различных этапах производства. Беспилотные летательные аппараты позволяют про-

водить точное картографирование, мониторинг состояния посевов, определение влажности и плодородия почвы, внесение пестицидов и гербицидов, распыление удобрений и опрыскивание антифунгальными средствами. Одним из основных параметров любого дрона сельскохозяйственного назначения является полетная масса, от которой зависит его производительность и необходимая емкость батареи [1]. С целью определения параметров, оказывающих наибольшее влияние на полетную массу дрона, был произведен теоретический анализ с составлением ортогонального плана и матрицы планирования.

Полезная масса дрона равна

$$M = \pi \frac{P \mu r^2 h^2 n^2 k}{RTg} \eta - m,$$

где P – давление воздуха, Па. Нормально атмосферное давление $P = 101325$ Па; μ – усредненная молекулярная масса воздуха, $\mu = 28,98 \cdot 10^{-3}$ кг·моль⁻¹; r – радиус каждого винта дрона, м; k – количество винтов, шт; R – универсальная газовая постоянная, $R = 8,31$ Дж·моль⁻¹·К⁻¹; T – температура воздуха, К; η – коэффициент, равный отношению площади работы воздушного винта с перекрытиями деталями конструкции аппарата и полной площади захвата воздушного винта, $\eta = 0,91$; m – масса пустого дрона, кг.

Шаг винта дрона h рассчитывается по формуле

$$h = \frac{n}{V},$$

где V – максимальная скорость полета дрона, м/с; n – число оборотов каждого винта, с⁻¹.

Расчёт произведем на примере сельскохозяйственного дрона XAG P100 с системой для опрыскивания растений: $m = 48$ кг, $V = 13,8$ м/с, $n = 81,64$ с⁻¹ [2].

$$h = \frac{13,8}{81,64} = 0,19 \text{ м}$$

Для сокращения количества расчетов применялся ортогональный центральный композиционный план и матрица для трех факторов влияющих на полетную массу дрона (таблица 1).

Таблица 1. Факторы и уровни варьирования

Контролируемые переменные (факторы)	r	k	T
Единица измерения	м	шт	°C
Верхний уровень (1)	0,65	5	15,0
Основной уровень (0)	0,60	4	10,0
Нижний уровень (-1)	0,55	3	5,0
Интервал варьирования	0,05	1	5,0

Результаты экспериментальных исследований показаны на рисунке 1.

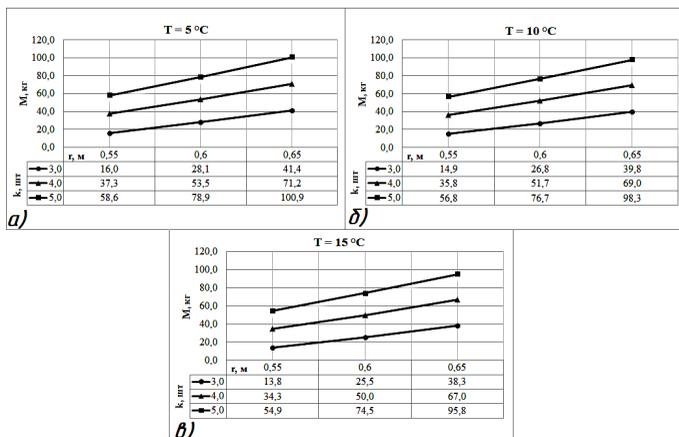


Рисунок 1 – Результаты экспериментальных исследований для $M = f(r, k, T)$

Регрессионное уравнения второго порядка для параметра оптимизации принимают следующий вид

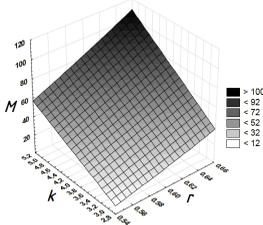
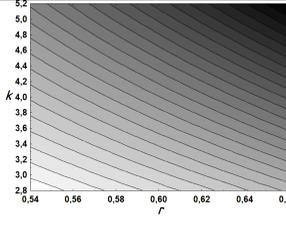
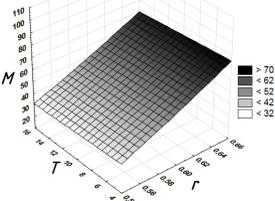
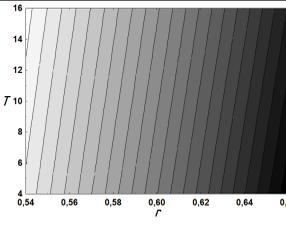
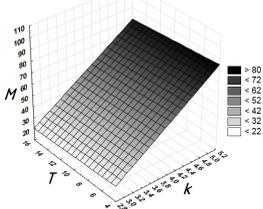
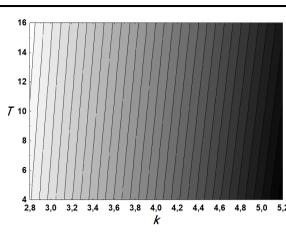
$$y = 51,7 + 16,6 x_1 + 25,1 x_2 - 1,8 x_3 + 4,2 x_1 x_2 - 0,3 x_1 x_3 - 0,4 x_2 x_3 + 0,7 x_1^2 + 0,01 x_2^2 + 0,03 x_3^2$$

Для использования уравнения в инженерных расчетах представляем его в раскодированном виде путем замены кодового значения факторов x_1 , x_2 и x_3 на натуральные переменные и исключив переменные со статистически незначимыми коэффициентами.

$$M = 44,4 - 320,8 r - 23,9 k + 0,7 T + 83,1 rk - 1,2 rT - 0,1 kT + 277,1 r^2$$

Поверхности отклика и их двумерные сечения, построенные по уравнению регрессии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Поверхности отклика и их двумерные сечения для $M = f(r, k, T)$

Зависимость	Поверхности отклика	Двумерное сечение поверхности отклика
$M = f(r, k)$		
$M = f(r, T)$		
$M = f(k, T)$		

Теоретическими исследованиями установлено: при радиусе винтов дрона 0,65 м и количестве винтов 5 шт, увеличение температуры воздуха от 5 до 15 °С снижает полезную массу дрона на 5 %; при количестве винтов дрона 5 шт и температуре воздуха 15 °С увеличение радиуса винтов с 0,55 до 0,65 м увеличивает полезную массу дрона на 74 %; при радиусе винтов дрона 0,65 м и температуре воздуха 15 °С увеличение количества винтов с 3 до 5 шт увеличивает полезную нагрузку на 150 %. Полученные данные показывают существенное влияние количества винтов в дроне на полетную массу, но зачастую увеличение количества винтов конструктивно не возможно. Поэтому с целью увеличения полезной массы дрона без усложнения конструкции рекомендуется увеличе-

ние радиуса винтов и проведение опрыскивания в утренние и вечернее время, когда температура воздуха минимальна.

Список использованных источников

1. Яновский, Д. А. Расчет полетной массы сельскохозяйственного дрона XAG P100 / Д.А. Яновский, А.А. Зенов, Д.Н. Бондаренко, М.Е. Лях // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 ноября 2023 г. – Минск : БГАТУ, 2023. – С. 84–87.

2. Сельскохозяйственный дрон XAG P100. Руководство пользователя. 2022. – С. 41.

УДК 631.354.2

МАЛОГАБАРИТНЫЕ КОМБАЙНЫ ДЛЯ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Авторы: Е.В. Ковалевич, студент; В.Ю. Глеб, студент
Научный руководитель: А.А. Зенов, ст. преподаватель
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Комбайн – техника незаменимая в сельском хозяйстве. Но для мелких фермерских хозяйств, чьи посевные площади не простираются на многие километры, полноразмерный комбайн является слишком дорогими. В таких случаях разработана специальная малогабаритная техника. Это компактная техника, которую легко транспортировать и хранить, с экономичным расходом топлива и недорогими запасными частями.

Из особенностей эксплуатации таких сельхозмашин можно отметить минимальное повреждение ими плодородного слоя. Благодаря незначительной массе. Отличная маневренность малогабаритных комбайнов позволяет использовать их в самых разнообразных и сложных условиях. В частности, если поверхность полей расположена под углом, или же его рельеф имеет какую-то сложную геометрию, использование компактной техники