

# ТЕОРИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ

УДК 629.114.2.073.286

## Исследование МЭС в составе широкозахватных МТА на возделывании пропашных культур

Многочисленными исследованиями установлено, что уплотнение почвы ходовыми системами тракторов повышает ее удельное сопротивление в 1,5—1,8 раза и снижает урожайность с.-х. культур на 15—25% [3].

Попытки решения этой проблемы только с инженерных позиций малоэффективны. Необходимы предложения технологического характера.

В настоящее время прогрессивным считается возделывание культур, в частности пропашных, по постоянной технологической колее [1, 4, 6]. Реализация этого приема широкозахватными МТА позволит снять остроту вопроса переуплотнения почвы и снижения ее плодородия.

С учетом вышесказанного ЮО УкрНИИМЭСХа разрабатывается технология возделывания пропашных культур с применением маршрутизации движения энергетического средства переменного тягового класса.

В качестве последнего использован макетный образец модульного энергетического средства (МЭС) кл. 2—3, разработанный НПО НАТИ и ГСКБ Минского тракторного завода. Расчеты и испы-

тания показали, что его применение наиболее эффективно при шаге технологической колес 12,6 м, что соответствует реализации 18-рядной системы возделывания широкозахватных пропашных культур (с междурядьями 70 см).

Лабораторно-полевые испытания 18-рядного пропашного МТА на основе МЭС (А. с. 1586544, СССР) при имитации междурядной культивации выявили его удовлетворительную устойчивость и управляемость движения. Ниже приведены результаты выполнения этого технологического процесса:

Условия работы:	
почва	
влажность в слое 0—15 см, %	20,6
твердость в слое 0—15 см, МПа	0,5
» по следу колес, МПа	1,7
ширина следа технологической колес, см	47,1
Режим работы МТА:	
рабочая скорость, км/ч	8,1
ширина захвата, м	12,6
глубина обработки, см	9,5
установочная ширина защитной зоны, см	12,0
Показатели МТА:	

Д-р техн. наук Г. М. КУТЬКОВ (МИИСП), канд.-ты техн. наук В. Д. ЧЕРЕПУХИН, В. Т. НАДЫКТО (ЮО УкрНИИМЭСХ), Е. В. ГАБАЙ (НПО НАТИ), инж. Л. М. ЛУКЕРЧИК (ПО «Минский тракторный завод»)

тракторные и агротехнические колебание курсового угла	
дисперсия, м·рад <sup>2</sup>	76,2
ширина спектра, с <sup>-1</sup>	2,0
повреждение «растений», %	1,5
глубина обработки стандарт, ±см	1,8
коэффициент вариации, %	19,4
энергетические и эксплуатационные расход топлива, кг/ч	19,0
буксование ведущих колес, %	7,0
степень использования мощности двигателя, %	60,7
производительность за 1 ч основной работы, га/ч	10,2
предварительный норматив наработки за 8,2 ч сменного времени, га	60,0

Проведены полевые испытания 18-рядного посевного МТА на базе МЭС (рис. 1) в условиях реальных технологических процессов посева и возделывания пропашных культур на площади 30 га.

Агрегат на основе МЭС был составлен с использованием полунавесной сцепки СН-75М и включал одну центральную, присоединенную к навесному механизму транспортно-технологического модуля (ТТМ), и две боковые секции сеялок,

местных усилий ученых и специалистов в различных областях знаний.

### Список литературы

1. Азимов Ч. Н. Научно-техническая информация и право.— Харьков: Изд-во при ХГУ изд. объединения «Вища школа», 1987.
2. Герасимов В. Н. Организация работы по переводу иностранной научно-технической литературы и документации // Научно-техническая информация: Источники, поиск, использование: Курс телевизионных лекций / Под ред. А. А. Фомина.— М.: ПИК ВИНТИ, 1977.
3. Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации.— М.: Наука, 1984.
4. Закутина Г. П. Источники научно-технической информации // Научно-техническая информация: Источники, поиск, использование: Курс телевизионных лекций / Под ред. А. А. Фомина.— М.: ПИК ВИНТИ, 1977.
5. Исследование и разработка автоматической системы контроля технологического процесса агрегата для внутрипочвенного внесения твердых минеральных удобрений к самоходной машине АВМ-8-01: Отчет о НИР по теме 15.130—87/ВИСХОМ.— М., 1987.
6. Исследование и разработка типовых средств гидроавтоматики для исполнительных механизмов систем автоматизации сельхозмашин и тракторов: Отчет о НИР по теме 15.303—89/ВИСХОМ.— М., 1989.
7. Ломакин Б. М., Зубенко Б. И. Автоматизация агроустойчивых систем // Тракторы и сельхозмашины.— 1991, № 9.
8. Ляшенко М. Н., Баранович Б. М. Основные тенденции развития патентно-информационной деятельности в АПК: Обзорн. информ.— М.: ВНИИ-ТЭИагропром, 1989.
9. Нестеров А. В. Компьютерные документально-информационные технологии в библиотеках: состояние и перспективы // Эффективность использования документальных баз данных в научных исследованиях: Межведомств. сб. науч. тр.— Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1989.
10. Патентно-информационная деятельность: некоторые тенденции развития: Обзорн. информ. / Л. Г. Кравец и др.— М.: ВНИИПИ, 1985.
11. Плотников Н. И. Информационные ресурсы и системный анализ НИИ // Эффективность использования документальных баз данных в научных исследованиях: Межведомств. сб. науч. тр.— Новосибирск: ГПНТБ СО АН СССР, 1989.
12. Поляков А. М. Управление научно-техническим прогрессом в агропромышленном комплексе зарубежных стран: Обзорн. информ.— М.: ВНИИТЭИагропром, 1990.
13. Шкловский И. С. Проблема вземных цивилизаций и искусственная разумная жизнь // Кибернетика. Перспективы развития.— М.: Наука, 1981.
14. Porta M. A. Selected Agricultural Databases and Computerised Systems // Computers and Electronics in Agriculture.— 1986, № 1.

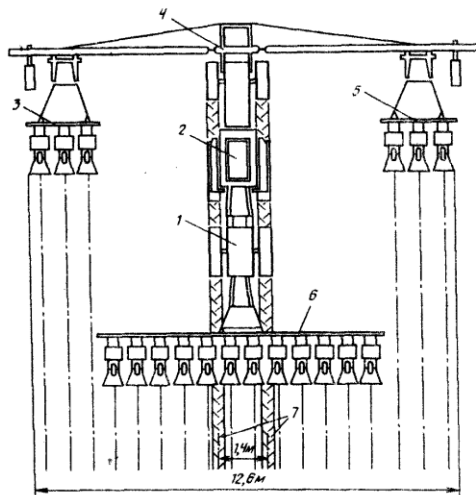


Рис. 1. Посевной МТА на базе МЭС: 1, 2 — транспортно-технологический и энергетический модули МЭС; 3, 4, 5 — трехрядные навесные кукурузные сеялки; 6 — сцепка СН-75М; 7 — технологическая ко- лья

присоединенные к сцепке. Сеялки оснащались посевными рабочими органами от сеялки СПЧ-6М. Соотношение ширины захвата центральной и боковых секций было принято с учетом результатов теоретических исследований. Необходимый вакуум для работы высевачных аппаратов боковых посевных секций обеспечивался газоструйным компрессором, а центральной секции — эксгаустером повышенной производительности с приводом от ВОМ ТТМ.

На момент посева средняя влажность почвы в слое 0—15 см составила 15,8 %, твердость почвы в колесе — 1,73 МПа. Посевной агрегат (без маркеров) двигался со скоростью 8,5 км/ч. Амплитуда распределения всходов кукурузы по ширине ряда не превышала 60 мм. Колебания траекторий рядков носили аperiodический характер. Путь корреляционной связи — не менее 7 м. Основная доля дисперсии колебаний находилась в диапазоне волновых чисел от 0 до 1,2 рад/м.

По сравнению со следом технологической колеи рассматриваемые колебания имели более высокочастотный спектр. Энергия процессов примерно одинакова, так как среднеквадратическое отклонение траектории рядков кукурузы от прямой линии составляло 8,7 см, а стандарт траектории следа технологической колеи — 9,8 см. Нульгипотеза о равенстве сравниваемых дисперсий не отклонялась как на 5 %-м, так и на 1 %-м уровнях значимости.

Аналогично посевному был составлен пропашной агрегат, у которого в качестве боковых секций использовали культиваторы с шириной захвата 2,1 м каждый (условная марка КРН-2.1). На ТТМ навешивали 12-рядный культиватор КРН-8.4.

Первую междурядную обработку посевов проводили при средней влажности почвы 22,7 % и твердости 0,84 МПа, средняя скорость движения МТА составила 5,7 км/ч, глубина обработки почвы — 7,8±0,3 см.

Анализ экспериментальных данных показал, что действительное среднее значение ширины защитной зоны как для центральной, так и для боковых секций

пропашного МТА соответствовало 9,1—12 см, а стандарт этого показателя не превышал 2,6 см.

Согласно агротехническим требованиям предельное отклонение ширины защитной зоны не должно превышать 3 см. Вероятность сохранения указанного допуска исследуемым МТА составила 75—88 %.

Следует отметить, что спектр колебаний односторонней ширины защитной зоны несколько превышает аналогичный показатель для траектории рядков и существенно — для маркерного следа. Частота возможных отклонений ширины защитной зоны за агротехнический допуск равнялась 0,037—0,173 м<sup>-1</sup>, т. е. один выброс на 5,8—27 м пути.

Для обеспечения неповреждаемости растений, гарантированной со статистической надежностью 95 %, необходимо устанавливать защитную зону не менее 12 см. В условиях эксперимента при односторонней защитной зоне 15 см повреждения культурных растений практически не наблюдались.

Вторую междурядную обработку посевов кукурузы с окучиванием проводили при высоте растений 38±1 см, средней влажности почвы в слое 0—15 см 22,4 % и ее твердости 0,53 МПа. Скорость движения пропашного МТА изменялась от 8,51 до 11,18 км/ч.

Глубина междурядной обработки посевов кукурузы практически не зависела от скорости и в среднем составила 6,2±0,3 см.

В результате окучивания прикорневая часть растений была присыпана почвой на высоту 9,6±0,4 см. Ширина гребней у их основания равнялась 42,3±1,6 см. Сорняки в междурядах подрезали полностью, повреждения культурных растений не наблюдались.

Необходимо отметить, что тягово-энергетические возможности трактора МТЗ-142 (является базой МЭС) достаточны для реализации 18-рядной системы возделывания пропашных культур. Но продольная база трактора составляет 2,7 против 5,3 м у МЭС, в результате чего МТА с трактором МТЗ-142 более чув-

ствительны к возмущающему воздействию.

Спектральный анализ показывает, что внутренние структуры колебаний курсового угла агрегатов на базе МЭС и МТЗ-142 при их движении по постоянной колее близки, а энергия — различна. Дисперсия курсового угла МТА на основе МЭС благодаря ТТМ снижается в среднем в 1,4 раза, что улучшает агротехнические показатели работы. Экспериментально установлено: при движении со скоростями 8 и 10 км/ч в условиях имитации междурядной обработки подрезание «растений» агрегатом на базе МЭС составило 2,3 и 1,5 %, а МТА на основе МТЗ-142 — соответственно 9,1 и 4,6 %.

Высокие тягово-энергетические возможности МЭС [2] создают реальные предпосылки освоения им 24-рядной системы возделывания пропашных культур.

Макетный образец такого МТА на основе МЭС-200 [2] включал три культиватора КРН-5,6 и сцепку СН-75М, правый брус которой оборудован следоуказателем.

Для оценки устойчивости движения агрегата поле разбивали на три зачетных участка длиной до 150 м, на каждом из них провешивали прямую базовую линию, траекторию которой водитель отслеживал с помощью следоуказателя при движении МТА со скоростью 6—10 км/ч в прямом и обратном направлениях.

После прохождения МТА зачетного участка измеряли траекторию у «критической» точки, в качестве которой принят след крайней лапы бокового культиватора.

Для оценки управляемости на каждом из участков размечали синусоидальную кривую с размахом  $A$  и периодом  $T$

$$y=0,5Ax \sin (\pi/T),$$

где  $x$  — пройденный путь.

Этим выражением удовлетворительно аппроксимируется форма отклонений траекторий рядка от прямой линии [5]. Параметры  $A$  и  $T$  определяют непрямолинейность рядков  $\alpha=2A/T$ . Максимальное значение этого показателя в реальных условиях не превышает, как правило, 0,02 [5].

Для условий эксперимента принимали  $\alpha=0,04$  ( $A=1$  м,  $T=50$  м). Требуемая траектория синусоидальной кривой описывалась уравнением:

$$y=0,5x \sin (\pi/25).$$

В результате анализа экспериментальных данных установлено, что среднеквадратическое отклонение от прямой линии траектории «критической» точки 24-рядного пропашного МТА, двигавшегося со скоростью 5,76—8,64 км/ч, составило 4—6 см, а коэффициент вариации — менее 1 %.

Вероятность сохранения агротехнического допуска на отклонение ширины защитной зоны (3 см) при прямолинейном движении такого МТА равна 38—55 %.

Колебания траектории «критической» точки МТА носят низкочастотный характер: путь корреляционной связи составляет не менее 8 м (рис. 2, а). Частота возможных отклонений траектории за упомянутый выше агротехнический допуск равна 0,015—0,018 м<sup>-1</sup>, т. е. один выброс на 55,5—64,5 м пути.

Колебания траектории «критической» точки 24-рядного МТА на основе

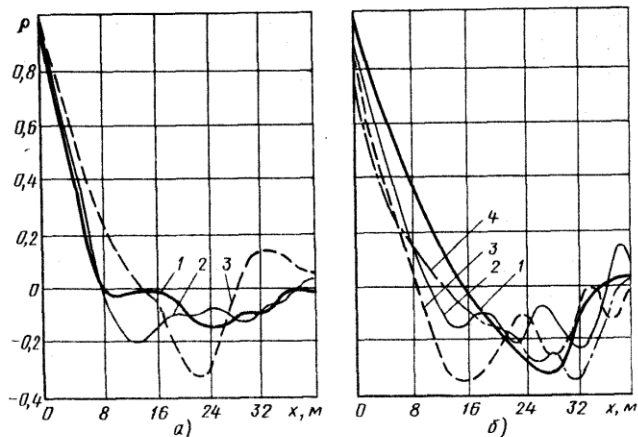


Рис. 2. Нормированные автокорреляционные функции колебаний траектории «критической» точки 24-рядного пропашного МТА при отслеживании прямой (а) и синусоидальной (б) базовых линий при скорости движения: а — 1 — 5,76; 2 — 5,8; 3 — 8,64 км/ч; б — 1 — 9,68; 2 — 7,63; 3 — 5,76; 4 — 10 км/ч

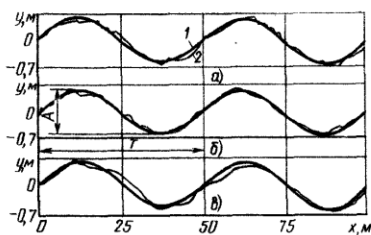
МЭС-200 при отслеживании синусоидальной базовой линии (рис. 3) имеют практически тот же частотный состав (см. рис. 2, б).

Что касается энергии процесса, то при копировании агрегатом синусоидальной кривой она увеличивается, так как стандарт колебаний «критической» точки возрастает при этом до 5—9 см.

Вероятность сохранения допуска на отклонение ширины защищенной зоны в данном случае равна 26—45 %.

Таким образом, 24-рядный пропашной МТА на основе МЭС-200 при отслеживании им как прямой, так и, тем более, непрямолинейных базовых траекторий, не вписывается в агротехнические требования по предельному допустимому значению отклонения ширины защитной зоны. Хотя из практики известно, что в это требование не вписывается практически ни один из существующих пропашных агрегатов, так как даже нижняя толерантная граница колебаний защит-

Рис. 3. Траектория у «критической» точки 24-рядного пропашного МТА при отслеживании синусоидальной базовой линии при скорости движения: а — 5,76; б — 7,63; в — 10,0 км/ч (1 — базовая линия, 2 — траектория движения)



ной зоны для них равна  $50 \pm 9$  мм, что в 1,4—1,9 раза больше допускаемого значения. Что касается среднего значения колебаний защитной зоны ( $80 \pm 9$  мм), то оно в 2,4—2,9 раза больше требуемого [7]. Причина этого в малой эффективности механизма поворота трактора МТЗ-142 из-за недостаточной весовой нагрузки на передние направляющие колеса.

#### Выводы

В результате исследований установлена эффективность использования МЭС кл. 2—3 с применением маршрутизации движения на возделывании широкорядных пропашных культур с увеличенной шириной захвата (12,6 против 5,6 м).

УДК 629.114.2—182.8

## Магистрально-модульная микропроцессорная система автоматизированного управления МТА

Канд. техн. наук В. А. КОРВИН  
(ЧИМЭСХ)

Повышение эффективности использования МТА во многом зависит от внедрения новейших средств автоматизированного управления, основанных на последних достижениях микроэлектроники и микропроцессорной техники. В связи с тем, что простейшие локальные средства автоматизации дают ограниченный экономический и социальный эффект [3], в последние годы большое внимание стали уделять системам комплексной автоматизации МТА, построенным на основе бортовой микроЭВМ.

В рамках Международной организации по стандартизации (ИСО) разрабатывается единая концепция создания и развития таких систем. Для обеспечения совместимости отдельных функциональных блоков и устройств, разработанных различными организациями, предусматриваются стандартизация и унификация средств автоматизации по конструкции,

Показана возможность практической реализации увеличения ширины захвата пропашных агрегатов на основе МЭС до 16,8 м. Для полного соблюдения агротехнических требований на точность движения в междурядьях необходимо повысить эффективность механизма поворота энергетического модуля МЭС, например путем увеличения доли сцепного веса, приходящегося на направляющие колеса.

#### Список литературы

1. Виноградов В. И., Дорохов И. П. Широкозахватные мостовые агрегаты для возделывания картофеля // Механизация и электрификация сельского хозяйства.— 1986, № 6.
2. Исследования модульного энергетического средства / Г. М. Кутьков и др. // Тракторы и сельхозмашины.— 1989, № 12.
3. Кушнарев А. С. Конференция по проблеме уплотняющего воздействия на почву ходовых систем // Тракторы и сельхозмашины.— 1981, № 3.
4. Петров Г. Д., Хвостов В. А. Возделывание пропашных культур с единой уширенной базовой колеей // Механизация и электрификация сельского хозяйства.— 1984, № 2.
5. Пожидаев С. П. К вопросу о выборе показателя для оценки непрямолинейности рядков пропашных культур // Вестник с.-х. науки.— 1980, № 11 (на укр. языке).
6. Слободюк П. И., Пашенко В. Ф., Медведев В. В. Маршрутизация движения МТА // Техника в сельском хозяйстве.— 1987, № 11.
7. Тракторные свойства пропашного агрегата с трактором Т-150К / С. П. Пожидаев и др. // Вестник с.-х. науки.— 1983, № 1 (на укр. языке).