

Активные рабочие органы обеспечивают снижение плотности верхнего слоя почвы, что особенно важно при выращивании корнеплодов. Испытания в различных почвенно-климатических зонах показали, что урожайность картофеля, озимой пшеницы, ячменя, кукурузы и других культур повышается на 8...35 %.

УДК 631.311.5

С.К. Тойгамбаев, канд. техн. наук

В.А. Шмонин, доктор техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

Н.К. Теловов

Московский государственный университет природообустройства

ВЛИЯНИЕ РЕЛЬЕФА ПОЛЯ НА ГЛУБИНУ РЫХЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ МАШИНЫ

В эксплуатационных условиях работы сельскохозяйственную машину можно рассматривать как динамическую систему с несколькими входными x_i и выходными y_i переменными.

Входные переменные представляют собой возмущающие воздействия, приложенные к различным точкам агрегата (сопротивление среды, неровности поверхности поля и др.), а выходные — технологические и энергетические параметры, определяющие качество работы машины и ее технико-экономические показатели (глубина рыхления, расход топлива и др.).

Так, для сельскохозяйственного глубокорыхлителя, состоящего из навесного рабочего органа и гусеничного трактора, динамическая модель может быть представлена схемой (рис. 1) с входными и выходными воздействиями.

К основным входным параметрам относятся неровности поверхности поля $z(t)$, сопротивление рыхлению $F(t)$, управляющие воздействия $\lambda(t)$. Выходными переменными могут быть глубина рыхления $h(t)$, расход топлива $P(t)$, смещение центра давления $\Delta x(t)$ и как следствие изменение распределения давления под опорной частью движителя и тягово-сцепных свойств машины. Символ t означает, что указанные переменные явля-

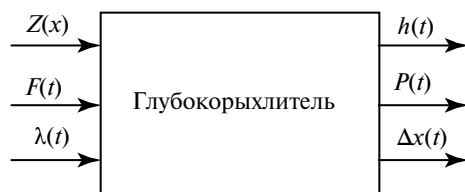


Рис. 1. Динамическая модель навесного сельскохозяйственного глубокорыхлителя

Список литературы

1. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины. Теория, расчет, результаты испытаний / В.И. Ветехин [и др.]. — Киев: Феникс, 2009. — 264 с.
2. Каштанов, А.Н. Агроэкология почв склонов / А.Н. Каштанов, В.Е. Явтушенко. — М.: Колос, 1997. — 240 с.

ются функциями времени или пути. Эксплуатационные условия работы сельскохозяйственных рыхлителей позволяют считать все процессы $x_i(t)$ и $y_i(t)$ случайными в вероятностно-статистическом смысле.

Самоходные сельскохозяйственные машины являются многомерными системами с несколькими входными и выходными переменными, причем каждое входное воздействие может влиять одновременно на несколько выходов.

Так, сельскохозяйственный глубокорыхлитель с навесным рабочим органом при работе перемещается по поверхности поля с определенными неровностями случайного порядка. Опорная часть гусеничного движителя воспринимает входное воздействие в виде колебаний в вертикальной плоскости. Рабочий орган, расположенный за пределами опорной поверхности гусениц на определенном расстоянии, совершает вертикальные перемещения, являющиеся выходными воздействиями. Это приводит к изменению глубины рыхления, что в свою очередь влияет на загрузку двигателя, рабочую скорость и расход топлива. Кроме этого, колебания глубины приводит к изменению усилия на рабочем органе и смещению центра давления.

Увеличение глубины рыхления приводит к смещению центра давления в сторону ведущих звездочек движителя, увеличивает неравномерность распределения давления машины на грунт за счет увеличения сопротивления рыхлению. При этом ухудшается проходимость машины.

Для упрощения задачи при анализе процесса работы глубокорыхлителя в первом приближении можно принять воздействие одной перемен-

ной на одну выходную величину, т. е. ограничиться рассмотрением динамической модели с одним входом и одним выходом. Такие модели называют одномерными [1].

Входным сигналом на машину можно считать колебания поверхности поля $x(s)$. Реакция системы на это воздействие определяется ее частотной передаточной функцией $W(s)$. Выходная переменная $y(s)$, в данном случае глубина рыхления, определяется из выражения

$$y(s) = W(s)x(s),$$

где s — комплексная переменная преобразования.

Передаточная функция $W(s)$ является основной характеристикой линейной динамической системы, она показывает, как система изменяет входное воздействие, чтобы получить выходную переменную $y(s)$.

Передаточную функцию машины можно определить как отношение

$$W(s) = y(s) / x(s).$$

Из теории стационарных случайных функций известно, что спектральная плотность $S_y(w)$ функции на выходе системы связана со спектральной плотностью $S_x(w)$ входного сигнала следующим отношением:

$$S_y(w) = [A(w)]^2 S_x(w),$$

где $A(w)$ — модуль частотной характеристики $w(iw)$.

Значение спектральных плотностей $S(w)$ определяется из экспериментальных корреляционных функций $R(\tau)$.

Таким образом, для одномерной динамической системы основным оператором, определяющим преобразование входного сигнала, можно принять передаточную функцию $W(s)$.

При известных параметрах сельскохозяйственного глубокорыхлителя можно определить передаточную функцию. На рис. 2 приведена схема навесного сельскохозяйственного рыхлителя с W -образным рабочим органом.

Аналитическое выражение математической модели таково:

$$P(s) = \frac{x}{x + K(L - t)s + 9x - c}s^2},$$

где L — длина опорной поверхности гусеничного ходового оборудования; t — горизонтальная координата центра тяжести машины (начиная от переднего опорного катка); c — горизонтальная координата центра давления; x — горизонтальная координата точки остова трактора. $(L - t)$ — играет роль коэффициента затухания колебательного процесса; K — коэффициент пропорциональности; $(x - c)$ — играет роль постоянной колебательно-го звена.

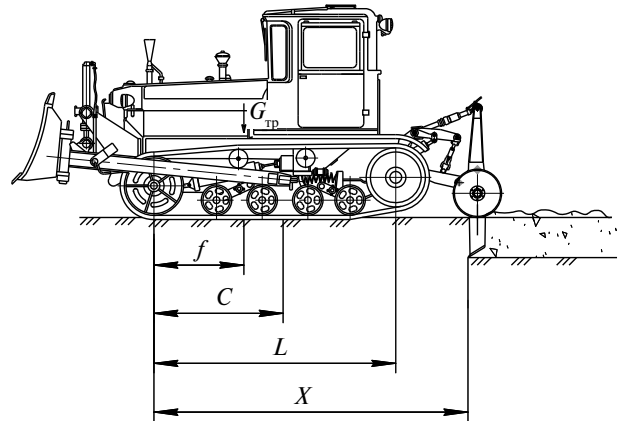


Рис. 2. Схема навесного сельскохозяйственного глубокорыхлителя

Неровности поверхности поля являются одним из главных входных возмущений при работе сельскохозяйственного глубокорыхлителя. Для оценки этих неровностей ранее было проведено обследование и профилирование нескольких полей [2], в результате чего получены случайные функции $x(L)$ пути. По ряду профилей были вычислены корреляционные функции $R(l)$ и спектральные плотности $S(w)$ случайного процесса $x(L)$. Аргумент l корреляционной функции имеет размерность длины, м, а аргумент спектральной плотности — m^{-1} .

По корреляционным функциям вычислены спектральные плотности:

$$S(\omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\tau_{\max}} R_x(\tau) \cos \omega \tau d\tau.$$

Корреляционные функции можно аппроксимировать выражением

$$R(\tau) = D e^{-\alpha|\tau|} \cos \beta \tau.$$

Спектральные плотности можно аппроксимировать выражением

$$S(\omega) = \frac{2D\alpha}{\pi} \frac{\omega^2}{\omega^4 + 2a^2\omega^2 + b^2},$$

где a и b — коэффициенты, зависящие от α и β — коэффициентов, характеризующих свойства корреляционной функции; α — характеризует интенсивность затухания функции; β — частоту периодической составляющей; D — дисперсия.

Для сельскохозяйственных почвообрабатывающих агрегатов коэффициенты a и b можно определить по формулам [3]:

$$b^2 = \alpha^2 + \beta^2; a^2 = \alpha^2 - \beta^2.$$

Спектральную плотность на выходе можно определить по формуле

$$S_y(\omega) = [A(\omega)]^2 S_x(\omega).$$

Значение дисперсии колебания глубины

$$D_h = \int_0^{\infty} \omega^2 S_y(\omega) d\omega.$$

Среднее значение колебаний глубины можно определить в первом приближении:

$$a_{cp} \approx \sqrt{2D_h}.$$

Полученная величина a_{cp} не должна превышать допустимое значение по агротехническим требованиям.

УДК 631.353.3

Р.Х. Юсупов, доктор техн. наук

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

В.П. Деметей

В.Р. Юсупов

Научно-исследовательский институт специального машиностроения МГТУ имени Н. Э. Баумана

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО БАЗОВОГО ТРАНСПОРТНОГО МОДУЛЯ

В случае возникновения техногенных аварий и пожаров как локального характера, так и сопряженных с поражением больших площадей в зонах повышенного риска, обусловленных наличием радиации, химической и биологической зараженности местности, взрывоопасностью, для подавления пожара и проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ необходимо максимально сократить непосредственное нахождение людей в опасных зонах, исключив при этом возможность их поражения.

Сокращение нахождения людей в опасных зонах может быть достигнуто использованием дистанционно управляемых робототехнических комплексов (РТК), предназначенных для подавления пожаров и проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ [1].

С целью унификации РТК и средств, применяемых для подавления пожаров и проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ, был разработан универсальный роботизированный базовый транспортный модуль (УРТМ), предназначенный для формирования на его основе специализированных мобильных роботизированных комплексов (МРК):

- для проведения работ по пожаротушению с использованием различных огнетушащих средств в условиях техногенных аварий, сопровождаемых повышенным уровнем радиации, наличием отравляющих и взрывчатых веществ в зоне работ;

Список литературы

1. Труфанов, В.В. Глубокое чизелевание почвы / В.В. Труфанов. — М.: ВО «Агропромиздат», 1989. — 142 с.
2. Пугачёв, В.С. Теория случайных функций и ее применение к задачам автоматического управления / В.С. Пугачёв. — М.: Физматгиз, 1962. — 242 с.
3. Телавов, Н.К. Эффективное использование глубокорыхлителей сельскохозяйственных земель и повышение производительности сельхозпродукты // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: материалы Международной научно-практической конференции. Ч. 2 / Н.К. Телавов, В.П. Юферев. — М., 2009. — 428 с.

- проведения специальных технологических работ с применением механизированного инструмента (тросорез, домкрат, отбойные молотки и т. п.);
- выполнения различных операций по разборке завалов, сбору твердых продуктов аварии, выполнению демонтажных, транспортных и других работ;
- проведения мониторинга и обследования в зонах аварий с использованием оптических средств, приборов химической и радиационной разведки;
- оказания помощи и эвакуации пострадавших из зон поражения.

УРТМ представляет собой транспортное средство на гусеничном ходу, оснащенное телевизионной системой и системой дистанционного управления. В носовой части модуля имеется площадка для установки сменного оборудования:

- телескопического устройства с универсальным стыковочным узлом;
- модуля загрузки контейнеров;
- установки порошкового пожаротушения;
- электромеханического манипуляторного модуля;
- гидравлического манипулятора с набором сменного оборудования для выполнения подъемно-транспортных и технологических операций.

На рис. 1 представлен УРТМ, оснащенный гидравлическим манипулятором.