

дельных конструктивных параметров и эксплуатационных характеристик автопоезда на его курсовую и собственную устойчивость. — В сб.: "Труды всесоюзного семинара по устойчивости и управляемости автомобилей". М., 1971, вып. 4. 6. Никольский В.В., Папенко Т.Р. Исследование устойчивости движения прицепов. — "Автомобильная промышленность", 1971, № 7.

Н.А. Разоренов, В.А. Ким, Н.В. Богдан

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

При исследовании динамики движения тракторного поезда, состоящего из трактора и двух прицепов, возникает необходимость проводить сложные экспериментальные исследования, причем измеряемые параметры самые разнообразные, как кинематические (например, скорость, траектория), так и силовые (моменты, усилия).

Наиболее часто приходится замерять следующие параметры: скорость движения; траекторию движения; углы увода и радиусы поворота; колебания поддресоренных масс (угловые отклонения звеньев при совершении плоско-параллельного движения); усилия в сцепном устройстве; замедления; моменты на колесах; углы поворота управляемых колес и осей.

На кафедре "Тракторы" Белорусского политехнического института разработана универсальная аппаратура для замера вышеприведенных величин.

При ее разработке в основу были положены следующие принципы: универсальность аппаратуры; стабильность работы; простота обслуживания и монтажа; безусловная запись; запись параметров при неустановившихся режимах движения тракторного поезда.

Для обеспечения одновременной записи столь отличных друг от друга параметров, учитывая опыт предыдущих исследователей [1,2,3], были разработаны или переделаны из серийно выпускаемой продукции следующие датчики: потенциметрические — для замера угловых параметров (на основе УЗП-48, ГПК-52, ЦГВ-4); тензометрические — для замера моментов на колесах (тензорамки и тензоступицы) и усилий в сцепных устройствах (тензосцепки, позволяющие производить раздельное измерение

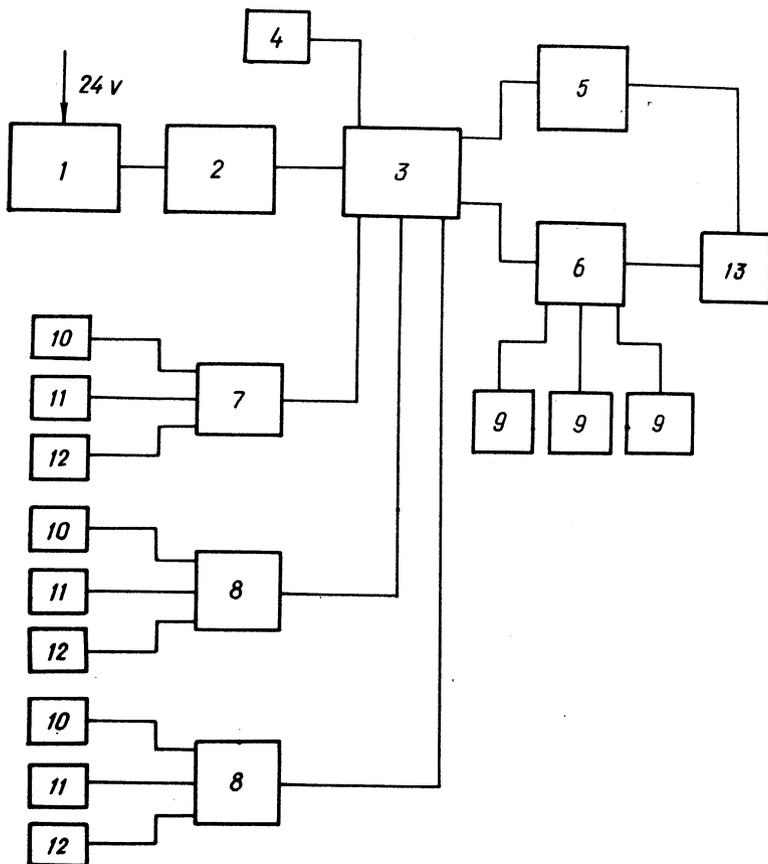


Рис. 1. Блок-схема аппаратуры:

1—осциллограф К20-22; 2—наборное поле; 3—центральный пульт управления (ШПУ); 4—дистанционный пульт управления (ДПУ); 5—стабилизированный блок питания; 6—пульт гиросприборов; 7—коммутационная коробка I; 8—коммутационная коробка II; 9—гироскопические датчики; 10—оптические датчики; 11—потенциметрические датчики; 12—тензометрические датчики; 13—преобразователь тока для питания гироскопических датчиков.

продольной и поперечной составляющих усилия в сцепном устройстве); оптические — для замера скорости и траектории движения, а также углов увода осей и радиусов поворота ( киноаппаратура на основе кинокамер с электрическим приводом

"Аврора"); потенциометрические -- для замера ускорений (датчики МП-95).

Вышеупомянутые датчики позволяют производить безусловительную запись измеряемых параметров на осциллограф.

Блок-схема аппаратуры представлена на рис. 1. Простота обслуживания и монтажа достигнута за счет применения наборного поля и коммутационных коробок.

Стабильность регистрации достигнута за счет расчета электрических схем измерений датчиков и их питания от стабилизированного источника напряжения.

Универсальность аппаратуры обеспечивает запись измеряемых параметров в любом сочетании на различные осциллографы, причем масштабы записей могут изменяться в процессе опытов без дополнительных тарировок.

Центральный пульт управления выполнен по блочной схеме, каждый блок рассчитан на шесть каналов. Всего пять блоков, из них по два блока предназначены для подсоединения потенциометрических и тензометрических датчиков, а один -- для контактных (кинодатчики, датчики оборотов и т.д.). Электрическая схема по каждому каналу выполнена таким образом, что позволяет производить балансировку, масштабирование и калибровку датчиков, смену полярности регистрируемого сигнала.

Наиболее трудным и актуальным вопросом при изучении устойчивости движения тракторного поезда является экспериментальное определение скорости и траектории движения его звеньев. Ниже приведена методика их измерения.

Измерение скорости движения. Тракторный поезд совершает плоско-параллельное движение. Кинодатчики позволяют измерять как составляющие скорости движения вдоль инерционных осей координат X и Y (рис. 2), так и абсолютные величины скорости в местах их установки.

Скорость вдоль оси OY

$$v_y = \frac{\Delta Y}{K}. \quad (1)$$

Скорость вдоль оси OX

$$v_x = \frac{\Delta X}{K}. \quad (2)$$

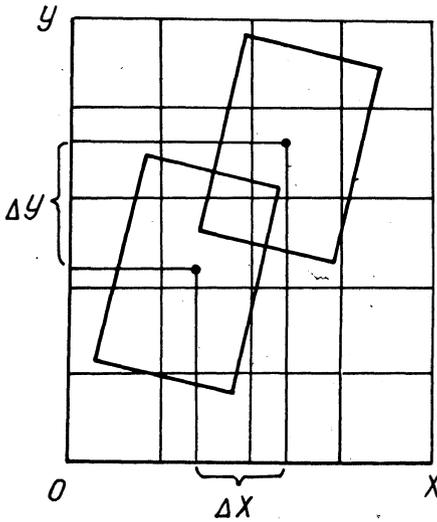


Рис. 2. Схема определения скорости движения.

Абсолютное значение скорости

$$v = \sqrt{v_Y^2 + v_X^2}, \quad (3)$$

где  $K$  — величина, обратная скорости съемки;  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$  — определяются по двум кинокадрам.

Измерение траектории движения. Плоско-параллельное движение тракторного поезда с двумя прицепами в инерционной системе отсчета  $XOY$  (рис. 3) описывается семью обобщенными координатами:  $X_{co}$ ,  $Y_{co}$ ,  $\varphi_0$ ,  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ ,  $\varphi_4$ .

Определение  $X_{co}$  и  $Y_{co}$  производится кинодатчиками на специально размеченных участках движения,  $\varphi_0$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_4$  — гироскопическими датчиками.

Обобщенные координаты  $\varphi_1$  и  $\varphi_3$  могут быть измерены двумя путями: 1) гироскопическими датчиками; 2) по углу отклонения дышла прицепа от его продольной оси.

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \varphi_2 \pm \delta_1; \\ \varphi_3 &= \varphi_4 \pm \delta_2, \end{aligned}$$

где  $\delta_{1,2}$  — угол отклонения дышла прицепа от его продольной оси.

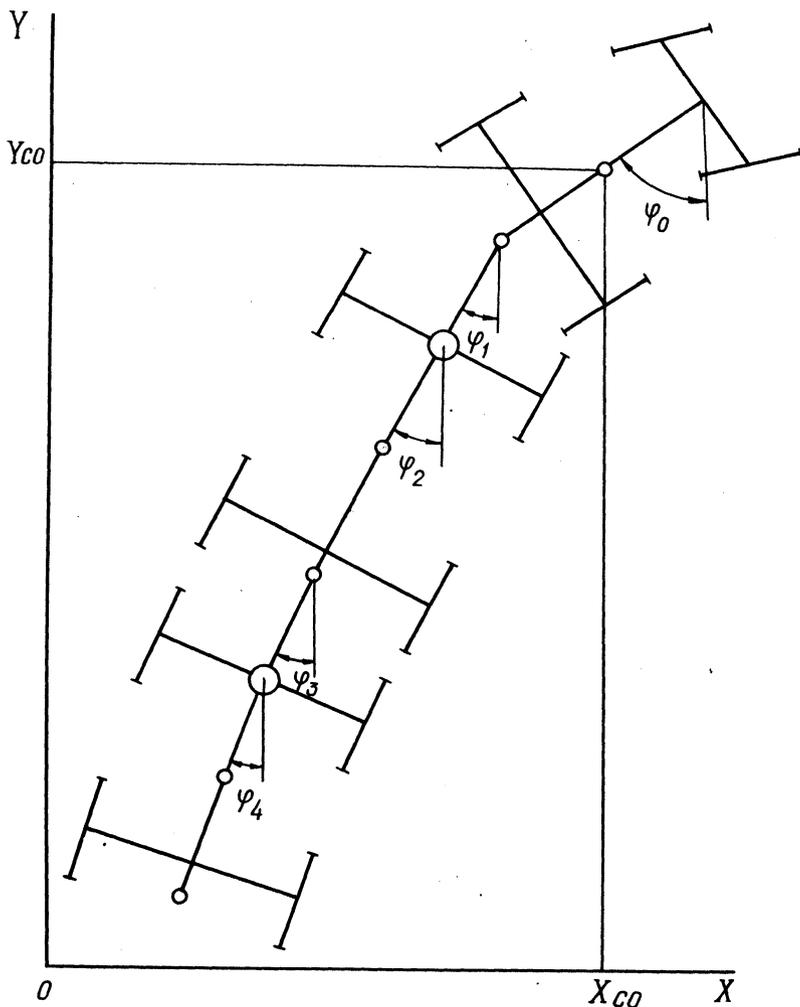


Рис. 3. Схема плоско-параллельного движения тракторного поезда.

Правило знаков следующее: при отсчете  $\gamma_{1,2}$  по часовой стрелке -- (+), против -- (-).

#### В ы в о д ы

Разработанная аппаратура позволяет: 1) производить син-, хронную запись разнообразных измеряемых параметров от

трех групп датчиков: потенциометрических, тензометрических, контактных (концевые выключатели, прерыватели и т.д.); 2) повысить точность измерений параметров при переходных криволинейных режимах движения транспортного средства.

## Л и т е р а т у р а

1. Аксенов А.И., Андреев А.П. Экспериментальное исследование устойчивости прямолинейного движения трехзвенного автопоезда. — "Автомобильная промышленность", 1971, № 3.
2. Добрин А.С. Оценочные параметры устойчивости автомобилей против опрокидывания. — "Автомобильная промышленность", 1971, № 3.
3. Любушкин В.В., Розанов В.Г. Расчет пневматического привода к тормозам автомобилей и автопоездов. — Труды НАМИ. М., 1960, вып. 20.

Г.А. Молош, И.И. Грицук, А.Л. Хилько

### ВЛИЯНИЕ ПОДВЕСКИ ЗАДНЕГО МОСТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАБОТЫ НАВЕСНЫХ МАШИН

Современные универсально-пропашные колесные тракторы, кроме выполнения основных сельскохозяйственных операций, значительную часть времени заняты на транспортных работах с использованием повышенных скоростей движения. Работа на повышенных скоростях сопровождается резким ухудшением плавности хода трактора, поэтому возникла необходимость подрессоривания остова трактора с целью улучшения плавности его хода, а, следовательно, и улучшения условий работы водителя. Однако влияние подвески остова, в частности заднего моста, на устойчивость работы навесных сельскохозяйственных машин в настоящее время изучено еще недостаточно.

В настоящей статье рассмотрены некоторые вопросы устойчивости работы навесной сельхозмашины в агрегате с колесным трактором, имеющим различные варианты подрессоривания остова.