

менения в подвесках сидений двусторонних амортизаторов с симметричной характеристикой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория. — Минск, 1986. — 208 с. 2. Теория и расчет трактора "Кировец" / Под ред. А.В. Бойкова. — Л., 1980. — 208 с. 3. Исследование влияния параметров поддрессоривания сиденья на колебания водителя /А.И. Гришкевич, Д.М. Ломако, В.М. Беляев, Н.Н. Веремеев // Автотракторостроение. — Минск, 1979. — Вып. 12. — С. 112—118. 4. Михайлов В.Г. Исследование системы поддрессоривания сиденья водителя грузового автомобиля: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1982. — 16 с. 5. Дербаремдикер А.Д., Степанов И.С., Ванслов Ю.А. Исследование систем поддрессоривания сидений водителя в стендовых и дорожных условиях // Вопр. расчета, конструирования и исслед. автомобиля. — М., 1975. — Вып. 6. — С. 154—171. 6. Бойков В.П. Влияние массы водителя на характеристики колебаний сиденья // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. — Минск, 1987. — Вып. 2. — С. 56—60.

УДК 629.114.3-592

Ю.М. ЖУКОВСКИЙ, А.С. ПОВАРЕХО

### АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИНЕРЦИОННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Важнейшими преимуществами стендовых испытаний перед дорожными являются возможность легкой автоматизации циклов торможений, сокращение времени и материальных затрат на проведение эксперимента, постоянство условий проведения опытов, безопасность и т. д. Круг вопросов, решение которых возможно при лабораторных испытаниях, определяется в основном техническими возможностями стендового оборудования.

Комплексные исследования [1—4] тормозных механизмов тракторов "Беларусь" были проведены на инерционном тормозном стенде [5] Минского тракторного завода, который был усовершенствован авторами данной работы.

Принцип испытаний заключался в периодических разгонах инерционных масс стенда до угловой скорости 68 рад/с, что соответствует угловой скорости вращения полуосевой шестерни конечной передачи трактора при скорости его движения 9,27 м/с с последующим торможением инерционных масс испытуемым тормозным механизмом. С целью имитации реальных условий работы, характеризующихся обдувом механизма воздушным потоком, который возникает при движении трактора, тормозной механизм охлаждался воздушным вентилятором. Подача вентилятора была подобрана экспериментально по кривым охлаждения, полученным при дорожных испытаниях тормозных механизмов. Изменение подачи вентилятора осуществлялось за счет изменения углов атаки лопастей его крыльчатки. С целью сокращения времени испытаний тормозных механизмов на долговечность производилось принудительное охлаждение тормозных механизмов сжатым воздухом по оригинальной схеме [6].

Для испытаний тормозных механизмов с пневматическим приводом стенд был переоборудован. Схема переоборудованного стенда изображена на рис. 1.

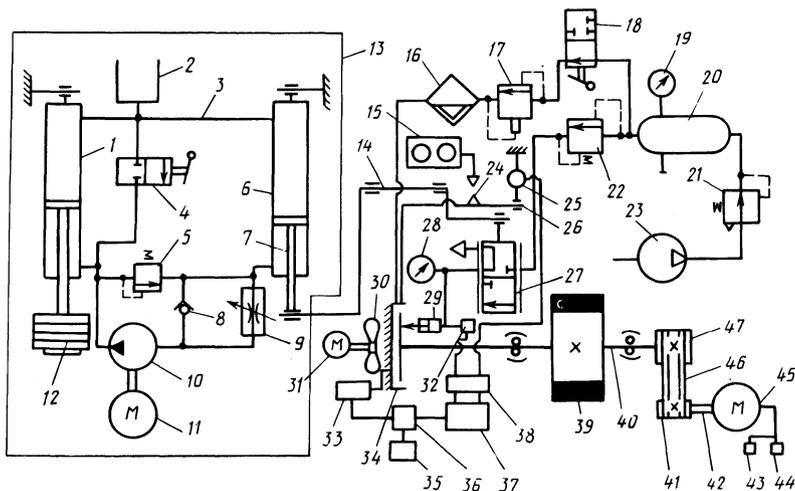


Рис. 1. Принципиальная схема автоматизированного стенда для испытания тормозных механизмов

Инерционные массы 39 установлены на валу 40, на одном конце которого находится тормозной механизм 34, а на другом — ведомый шкив 47, связанный клиноременной передачей 46 с ведущим шкивом 41, который расположен на валу 42 приводного электродвигателя 45. Нагружающее устройство 13 соединено штоком 7 рабочего гидроцилиндра 6 с управляющим звеном 14, связанным с тормозным краном 27. Бесштоковая полость гидроцилиндра 6 соединена с бесштоковой полостью дополнительного гидроцилиндра 1 трубопроводом 3, а штоковая — через обратный клапан 8, регулируемый дроссель 9, предохранительный клапан 5 и насос 10, приводимый в движение электродвигателем 11, — со штоковой полостью гидроцилиндра 1, шток которого нагружен грузом 12. Штоковая и бесштоковая полости дополнительного гидроцилиндра 1 соединены с резервуаром 2 трубопроводом, на котором расположен кран 4. Сжатый воздух от компрессора 23 через регулятор давления 21 поступает в ресивер 20, давление в котором контролируется по манометру 19. Ресивер 20 связан через дифференциальный клапан 22 и тормозной кран 27 с тормозной камерой 29 тормозного механизма 34, давление в которой контролируется манометром 28. Перед тормозным механизмом 34 установлен воздушный вентилятор с крыльчаткой 30, соединенной с электродвигателем 31. Ресивер 20 соединен с внутренней полостью тормозного механизма 34 через кран 18, пневмоклапан соотношения давлений 17 и влагомаслоотделитель 16. С качающимся рычагом 26 стенда связаны тензометрическое звено 25 и контактный выключатель 24 электрического счетчика импульсов 15. В металлических элементах пар трения тормозного механизма 34 установлены термомпары 33, которые через пульт управления 36 соединены с прибором визуального контроля 35 и осциллографом 37, который в свою очередь соединен через усилитель 38 с тензометрическим звеном 25 и датчиком давления 32, установленным в тормозной камере 29.

Стенд работает следующим образом. Для растормаживания испытуемого

тормозного механизма 34 включается электродвигатель 11, приводящий в действие насос 10, который перекачивает масло из штоковой полости рабочего гидроцилиндра 6 через обратный клапан 8 в штоковую полость дополнительного гидроцилиндра 1. Шток последнего поднимает груз 12 на заданную высоту. При этом на то же расстояние перемещается шток рабочего гидроцилиндра 6, который через управляющее звено 14 перемещает клапан тормозного крана 27, вследствие чего тормозная камера 29 соединяется с атмосферой и тормозной механизм выключается. После этого включается электродвигатель 45, разгоняющий инерционные массы 39. Для торможения инерционных масс после их разгона одновременно выключаются электродвигатели 45 и 11.

Поршень дополнительного гидроцилиндра 1 под действием поднятого груза 12 перемещает масло через насос 10 и дроссель 9 в штоковую полость рабочего гидроцилиндра 6. При этом его шток перемещается на заданный ход с определенным темпом. Управляющее звено 14 перемещает клапан тормозного крана 27, вследствие чего тормозная камера 29 соединяется с ресивером 20 и происходит торможение. Ход управляющего звена 14 регулируется краном 4, а темп включения тормозного механизма 34 – регулируемым дросселем 9.

Имитация естественного охлаждения тормозного механизма осуществляется крыльчаткой 30 воздушного вентилятора. Принудительное охлаждение производится посредством обдува фрикционных элементов тормозного механизма сжатым воздухом по следующей схеме. Сжатый воздух из ресивера 20 поступает в пропорциональный клапан 17, где происходит снижение его давления с 0,3...0,6 до 0,04...0,08 МПа. При этом воздух расширяется, происходит его охлаждение и конденсация находящихся в нем паров воды и масла. Образующийся конденсат удаляется влагомаслоотделителем 16. Затем обезвоженный и очищенный от масла воздух поступает во внутреннюю полость тормозного механизма 34. При этом происходит обдув воздухом фрикционных пар, их охлаждение и удаление продуктов изнашивания. Незначительное расширение воздуха в полости тормозного механизма не вызывает образования конденсата, что создает благоприятные условия для работы механизма [6].

Применение системы принудительного охлаждения закрытых тормозных механизмов обеспечило существенное сокращение продолжительности проведения ресурсных испытаний. Так, например, обусловленный температурными ограничениями промежутков времени между последовательными циклами торможений при расходе воздуха 7,2 дм<sup>3</sup>/с удалось сократить с 5 до 2 мин, т. е. в 2,5 раза.

Стенд может работать как в режиме внешнего управления, так и в автоматическом. В последнем случае с помощью электрических реле 43 и 44 задается время разгона инерционных масс 39 и между циклами торможений.

Комплексные испытания тормозных механизмов на стенде позволили определить их основные характеристики, выбрать фрикционные материалы пар трения, исследовать тепловые режимы работы при повторно-кратковременных торможениях, определить долговечность и характер изнашивания элементов фрикционных пар, исследовать стабильность выходных параметров тормозных механизмов при различных температурах пар трения и выявить характер термических и механических повреждений деталей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Жуковский Ю.М. Исследование характеристик тормозной системы тракторного поезда на базе колесного трактора класса 14 кН: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1980. — 24 с.
2. Жуковский Ю.М. Исследование работы различных фрикционных материалов в тормозных механизмах тракторов "Беларусь" МТЗ-80/82 // Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. — Минск, 1979. — Вып. 13. — С. 77–82.
3. Жуковский Ю.М., Стринадко В.П. Определение коэффициента трения в тормозных механизмах тракторов "Беларусь" МТЗ-50/80 // Автотракторостроение: Автоматизирован. системы упр. мобильными машинами. — Минск, 1980. — Вып. 14. — С. 80–84.
4. Жуковский Ю.М. Расчет тепловых режимов работы тормозных механизмов тракторов // Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. — Минск, 1980. — Вып. 15. — С. 111–116.
5. А. с. № 383643 (СССР). Инерционный стенд для испытания тормозов транспортного средства / В.П. Стринадко.
6. А. с. № 724372 (СССР). Устройство для охлаждения тормозов автомобилей / В.В. Гуськов, Ю.М. Жуковский, А.С. Поварехо и др.

УДК 629.114.3-0.73

П.В. ЗЕЛЕНЫЙ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БОКОВОЙ РЕАКЦИИ ДЕФОРМИРУЕМОГО НАКЛОННОГО ОСНОВАНИЯ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА КОЛЕСО С ЭЛАСТИЧНОЙ ШИНОЙ

Курсовое движение колеса при поперечном наклоне опорной поверхности, характерном для условий работы тракторов на склонах, определяется как боковым уводом шины, так и боковым сдвигом грунта [1]. Боковой сдвиг зависит от возникающих в грунте напряжений, а следовательно, и его реакции, действующей на колесо в боковом направлении,

$$R = F = G_{\kappa} \sin \alpha', \quad (1)$$

где  $F$  — боковая составляющая вертикальной нагрузки;  $G_{\kappa}$  — вертикальная нагрузка на колесо;  $\alpha'$  — угол наклона боковой составляющей к горизонтальной плоскости.

Принято принимать за угол  $\alpha'$  угол поперечного наклона опорной поверхности  $\alpha$ . Однако это справедливо только в случае жесткого основания, когда пятно контакта шины находится в его плоскости. В случае деформируемого основания боковая составляющая вертикальной нагрузки, действующей на колесо, расположена в плоскости, касательной к поверхности контакта шины и грунта в центре давления колеса (рис. 1). Следовательно, угол  $\alpha'$  наклона боковой составляющей равен углу наклона этой плоскости.

Получим выражение для угла  $\alpha'$ , основываясь на допущении о его прямой пропорциональности радиальной деформации шины и обратной пропорциональности суммарной деформации шины и деформируемого основания. Для обоснования сделанного допущения рассмотрим шину с цилиндрической формой протектора. В случае ее бесконечно большой жесткости угол наклона  $\alpha'$  боковой составляющей вертикальной нагрузки равен углу наклона профиля поперечного сечения протектора, т. е. в данном случае нулю, так как дефор-