

зали, что пределы регулятора уже после 20000 циклов изменились по сравнению с установленными ГОСТом 4364-67.

2. Стабильность пределов регулирования зависит от износостойкости атмосферного клапана регулятора,

Л и т е р а т у р а

1. Розанов В.Г., Машенко А.Ф. Взаимосвязь аппаратов питающей части и потребителей пневматического привода тормозов автомобиля. -- "Автомобильная промышленность", 1971, №10. 2. Руководство по эксплуатации и уходу. Тракторы "Беларусь" МТЗ-80, МТЗ-80Л, МТЗ-82, МТЗ-82Л. Минск, 1973.

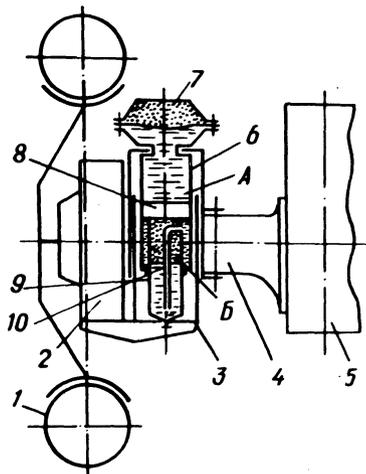
Г.А. Молош

ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ПОДВЕСКА ЗАДНЕГО МОСТА УНИВЕРСАЛЬНО-ПРОПАШНЫХ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ Кл. 9—14 кН

Улучшение плавности хода сельскохозяйственных колесных тракторов можно осуществить путем подрессоривания остова в целом и, в частности, заднего моста. При этом особое внимание необходимо уделить выбору типа упругого элемента подвески. В настоящее время наиболее распространенным упругим элементом в подвесках сельскохозяйственных колесных тракторов является витая цилиндрическая пружина. Однако эта подвеска не может обеспечить выполнение основных особенностей эксплуатации таких тракторов [1].

Для универсально-пропашных колесных тракторов класса 9—14 кН в БПИ была разработана экспериментальная пневмогидравлическая подвеска заднего моста, которая позволяет учесть основные особенности эксплуатации этих машин, а также позволяет обеспечить близкую к постоянной частоту собственных колебаний остова при различной весовой нагрузке на задний мост, имеет невысокую жесткость, высокую энергоемкость как на ходе сжатия, так и на ходе отбоя при сравнительно небольших динамических прогибах упругого элемента.

Рис. 1. Схема пневмогидравлической подвески заднего моста трактора МТЗ-80.



Разработанная подвеска была установлена на тракторе МТЗ-80. Схема подвески приведена на рис. 1. Ведущее колесо 1 вместе с конечным редуктором 2 связано направляющей 3 с рукавом 4 заднего моста 5. Внутри направляющей 3 расположен пневмогидравлический упругий элемент, цилиндр 6 и пневмокамера 7 которого крепятся к верхней части направляющей 3, а поршень 8 посредством пустотелого штока 9 связан с нижней частью направляющей 3. Пневмокамера 6 разделена эластичной перегородкой на пневматическую полость и гидравлическую. Обе полости цилиндра — рабочая А и полость противодавления Б — заполнены жидкостью, при этом рабочая полость А соединена с гидравлической полостью пневмокамеры 6, а полость противодавления Б через трубку 10 сообщается с объемом внутри штока, частично заполненным жидкостью, частично газом.

Передача крутящего момента к бортовому редуктору осуществляется посредством карданного вала.

При сжатии (колесо наехало на неровность-выступ) нижняя часть направляющей вместе со штоком и поршнем перемещается вверх и тогда поршень вытесняет жидкость из полости А в гидравлическую полость пневмокамеры. Жидкость воздействует на перегородку и сжимает газ, который воспринимает действие возмущающей силы. Сжатый газ, находящийся внутри штока, вытесняет оттуда жидкость через трубку 10 в полость Б. При этом давление газа внутри штока уменьшается. Изменение давления происходит по политропе, показатель которой $n = 1,25$.

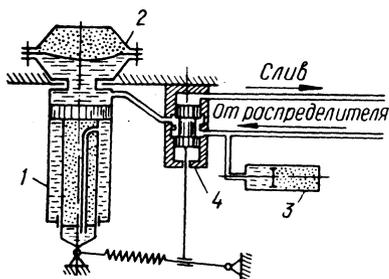


Рис. 2. Схема регулирования постоянного статического прогиба упругих элементов подвески при изменении нагрузки.

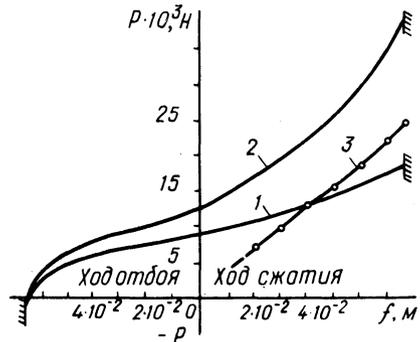
Регулирование постоянного статического прогиба упругих элементов при изменении статической нагрузки показано на схеме (рис. 2). С увеличением статической нагрузки на упругий элемент 1, когда остов перемещается вниз, возвращение его в первоначальное положение осуществляется подачей дополнительного количества жидкости в гидравлическую полость пневмокамеры 2. В результате объем газа, находящегося в пневмокамере, уменьшается, а его давление увеличивается до тех пор, пока остов трактора не займет свое первоначальное положение. Жидкость подается из гидроаккумулятора 3 через регулятор положения остова 4. Давление в гидроаккумуляторе поддерживается насосом гидросистемы. С уменьшением нагрузки регулятор соединяет гидравлическую полость пневмокамеры со сливной магистралью.

Нагрузка на упругий элемент определяется по уравнению, составленному из условия равновесия поршня [2]

$$P = \frac{p_0 F_1}{\left(1 - \frac{f}{h}\right)^n} - \frac{q_0 F_2}{\left(1 + \mu \frac{f}{h}\right)^n},$$

где P — нагрузка, воспринимаемая упругим элементом, Н; p_0 и q_0 — абсолютное давление в рабочей полости А и в полости противодействия Б соответственно, Н/см²; F_1 и F_2 — площадь поршня, обращенная к полости А и полости Б соответственно, см²; f — ход упругого элемента от положения равновесия, см; h — приведенная высота столба газа в цилиндре, см; μ — коэффициент, учитывающий отношение приведенных высот столбов газа в рабочей полости и полости противодействия в начальном положении.

Рис. 3. Характеристики упругого элемента при различной нагрузке (1, 2) и характеристика шины 12-38" (3).



На рис. 3 представлены характеристики упругого элемента, где по оси абсцисс отложены прогибы f , а по оси ординат значения усилия P , действующего на элемент. Характеристики построены для весовой нагрузки, приходящейся на задний мост трактора без навесных машин и с плугом ПН-3-35 в транспортном положении (кривые 1, 2). Для сравнения на этом же рисунке представлена упругая характеристика пневматической шины 12-38", устанавливаемой на задние колеса трактора "Беларусь" (кривая 3).

Для определения эффективности поддрессоривания заднего моста универсально-пропашных колесных тракторов кл. 9-14кН были проведены сравнительные испытания плавности хода серийного трактора МТЗ-80 и экспериментального с пневмогидравлической подвеской.

Компоновочные параметры объектов испытаний определялись экспериментально (табл. 1).

В качестве оценочных измерителей плавности хода трактора использовались вертикальные ускорения остова над задней осью в месте установки сиденья водителя, над передней осью, на заднем левом колесе, на сиденье водителя и горизонтально-продольные на сиденье водителя. Для замера оценочных параметров трактор оборудовался соответствующей аппаратурой [3].

Испытания проводились при движении трактора через искусственную единичную неровность синусоидального профиля длиной 70 см и высотой 5,0 см на холостом ходу и с плугом ПН-3-35 в транспортном положении. Неровность устанавливалась на горизонтальном участке асфальтированного шоссе. Результаты испытаний трактора на единичной неровности определялись по среднеарифметическим значениям максимальных величин при двух-трехкратной повторности опыта на данной скорости.

Таблица 1. Компонентные параметры трактора МТЗ-80

Показатели	МТЗ-80	МТЗ-80	МТЗ-80
	серийный без сельхозмашин	экспериментальный без сельхозмашин	экспериментальный с ПН-3-35
Эксплуатационная масса, кг	3320	3450	3826
Масса, приходящаяся на:			
передние колеса, кг	1115	1164	896
задние колеса, кг	2205	2286	2930
Поддрессоренная масса, приходящаяся на:			
переднюю подвеску, кг	965	1028	760
заднюю подвеску, кг	-	1670	2286
База трактора, м	2,37	2,37	2,37
Координаты центра тяжести поддрессоренных масс:			
от передней оси, м	1,68	1,47	1,79
от задней оси, м	0,69	0,90	0,58
Момент инерции поддрессоренных масс относительно поперечной оси, проходящей через центр тяжести, кг м ²	3825,0	3295,0	6884,7
Продольный радиус инерции, м	1,062	1,100	1,485
Коэффициент распределения поддрессоренных масс	0,975	0,915	2,12

Сравнительный анализ результатов испытаний серийного трактора МТЗ-80 и экспериментального с пневмогидравлической подвеской заднего моста показал, что с увеличением скорости движения оценочные параметры возрастают. Наиболее интенсивно указанные параметры увеличиваются в зоне "условного" резонанса по длине неровности (рис. 4). При переезде единичной неровности серийным трактором на холостом ходу и с плугом ПН-3-35 в каждом отдельном случае имеется две резонансные зоны: зона низкочастотного резонанса, экстремальное значение которого находится при скорости 3--3,5 м/с, и зона высокочастотного резонанса с экстремальным значением при скорости 5--5,5 м/с. Интервал скоростей между зонами низкочастотного

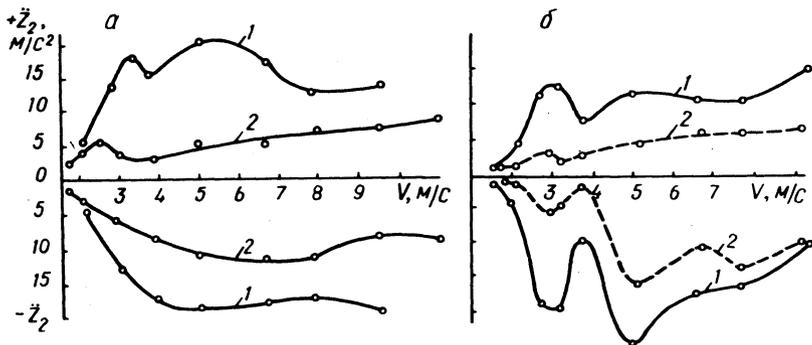


Рис. 4. Вертикальные ускорения на остова трактора над задней осью в месте установки сиденья при переезде единичной неровности: а--на холостом ходу, б--с плугом ПН-3-35 в транспортном положении; 1--серийный трактор, 2--трактор с пневмогидравлической подвеской заднего моста.

и высокочастотного резонансов очень мал, а при движении трактора на холостом ходу он практически отсутствует. Весь диапазон скоростей, в котором возникают резонансные колебания, достаточно растянут и находится в пределах 2,5--6,5 м/с.

Максимальные вертикальные ускорения на остова над задней осью в месте установки сиденья водителя при движении трактора на холостом ходу (рис. 4, а) достигают 20 m/s^2 и более при скорости 5--6 м/с, а в диапазоне скоростей движения от 3 до 7 м/с находятся в пределах 15--20 m/s^2 как на ходе сжатия, так и на ходе отбоя. Аналогичная картина наблюдается и при движении трактора с плугом ПН-3-35 (рис. 4, б). Разница лишь в том, что максимальные значения вертикальных ускорений, замеренных там же при ходе сжатия, несколько ниже и находятся в пределах 10--15 m/s^2 , но в более растянутом диапазоне скоростей -- 2,5--9 м/с. При ходе отбоя ускорения достигают 25 m/s^2 , а в интервале скоростей 2,5--8 м/с превышают 15 m/s^2 .

Наибольший эффект по снижению интенсивности колебаний остова трактора оказывает одновременное подрессоривание переднего и заднего мостов. На тракторе с подрессоренным остовом увеличение скорости движения также вызывает увеличение значений оценочных измерителей, но нарастает оно бо-

лее плавно. Экстремальное значение низкочастотного резонанса смещается в сторону более низких скоростей, а высокочастотного — в сторону более высоких скоростей. При движении трактора на холостом ходу зона низкочастотного резонанса находится в пределах скоростей 2—3 м/с.

Максимальные значения вертикальных ускорений при движении трактора на холостом ходу во всем рабочем диапазоне скоростей не превышают 7,5 м/с² при ходе сжатия и 12 м/с² при ходе отбоя, что на 65 и 34% соответственно ниже по сравнению с серийным трактором. Максимальные значения ускорений при движении трактора с плугом ПН-3-35 не превышает 6 м/с² при ходе сжатия и 16,5 м/с² при ходе отбоя, что на 62 и 36% соответственно ниже по сравнению с серийным трактором.

Общее снижение вертикальных ускорений на остова в месте установки сиденья водителя на экспериментальном тракторе по сравнению с серийным МТЗ-80 при движении через единичную неровность в интервале скоростей 2—7 м/с на холостом ходу достигается в 2,2—2,8 раза и с плугом ПН-3-35 в среднем в 2,0—2,3 раза.

В ы в о д ы

Применение подрессоривания заднего моста универсально-пропашных колесных тракторов кл. 9—14 кН значительно снижает интенсивность вертикальных колебаний остова, что способствует улучшению условий труда водителя.

Исходя из требований, предъявляемых к тракторам данного класса, применение для подрессоривания заднего моста пневмогидравлической подвески с автоматическим регулированием ее статического прогиба в зависимости от нагрузки наиболее целесообразно.

Л и т е р а т у р а

1. Чудаков Д.А., Кошман В.Н., Кугейко М.А. О подрессоривании переднего моста у колесных тракторов. — Сб. науч. трудов БИМСХ, вып. 13. Горки, 1969. 2. Певзнер Я.М., Горелик А.И. Пневматические и гидропневматические подвески. М., 1963. 3. Гуськов В.В. и др. Экспериментальное исследование плавности хода колесного трактора МТЗ-80. — В настоящем сборнике.