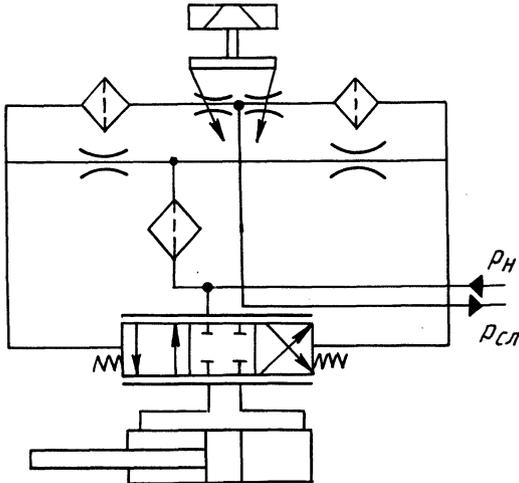


Рис. 2. Принципиальная схема сле-  
дящего гидропривода



под действием электромагнитных сил смещается из нейтрального положения, что изменяет гидравлическое сопротивление сопел. Следящий золотник гидрораспределителя перемещается. На торцах гидроцилиндра возникает перепад давления рабочей жидкости. Информация о состоянии объекта регулирования поступает от датчика обратной связи, соединенного со штоком исполнительного гидроцилиндра.

Таким образом, при проектировании надежных автоматизированных гидросистем предлагается применять автоматическое регулирование системы, функционирующей с рекомендуемой рабочей жидкостью. Для выбора минерального масла класса вязкости 46, 68 при определении объема воздуха, выделяющегося из него в условиях падения давления, предлагается применять приведенную ранее формулу.

УДК 629.113.3-592

Г.Ф. БУТУСОВ, А.Я. КОТЛОБАЙ, кандидаты  
техн. наук, С.Н. ШАКЛЕЕВ (БПИ),  
В.Н. КИТЧЕНКО (МТЗ)

### СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКОЙ РЕССОРЫ С КОМПЕНСАЦИОННЫМ УСТРОЙСТВОМ

Гидропневматическая подвеска современных гусеничных транспортных машин обеспечивает высокие показатели плавности хода. В гидропневматической рессоре со встроенным амортизатором функции упругого элемента выполняет сжатый газ, а силовая связь между газом и несущими частями блока подвески осуществляется через жидкость [1]. Недостатком подвески является нестабильность параметров при изменении теплового состояния жидкости и газа, приводящая к изменению дорожного просвета, увеличению нагружен-

ности гусеничного обвода опорных катков. Для стабилизации параметров подвески разработана конструкция гидропневматической рессоры с гидропневмоцилиндром компенсации, позволяющим изменять конструктивный объем газовой полости по сигналу реле давления рабочей полости механизма натяжения гусеницы.

Стенд для испытаний гидропневматической рессоры с гидропневмоцилиндром компенсации обеспечивает моделирование действия гусеничного обвода на опорный каток при изменении теплового состояния рессоры. Стенд

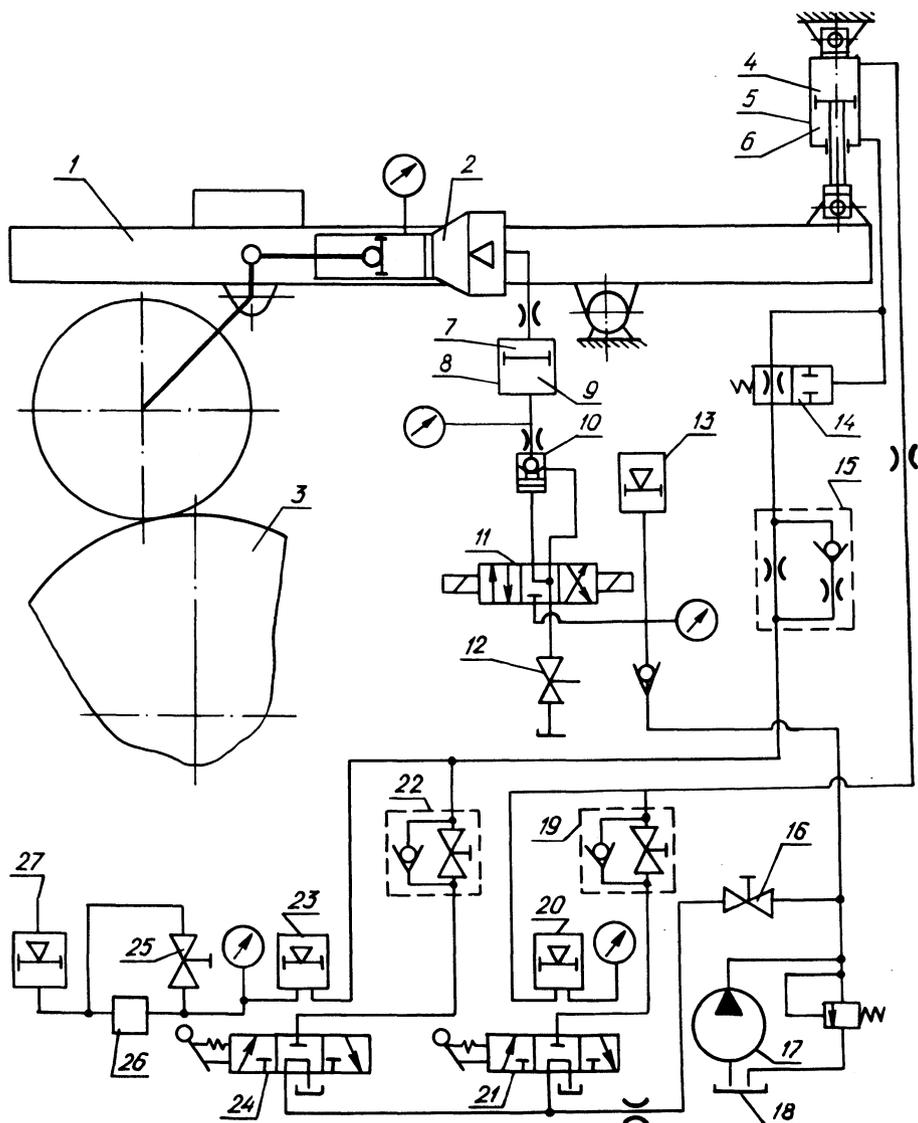


Рис. 1. Схема гидросистемы стенда

(рис. 1) состоит из подвижной балки 1 с грузом, установленной на шарнире с закрепленной на ней рессорой 2, балансиrom и опорным катком, взаимодействующим с барабаном 3. На опорной поверхности барабана выкладывается неровность. Для изменения объема газовой камеры рессоры 2 предусмотрен гидропневмоцилиндр 8 с газовой полостью 7, связанной с газовой камерой рессоры 2. Гидравлическая полость 9 гидропневмоцилиндра 8 заперта гидрозамком 10 и связана через гидрораспределитель с электромагнитным управлением с гидравлической полостью гидропневмоаккумулятора 13 и со сливом через вентиль 12 в бак 18 гидросистемы стенда. Гидравлическая полость гидропневмоаккумулятора соединена с насосом 17.

Для моделирования влияния на нагрузку опорного катка гусеничного обвода подвижная балка 1 связана через гидроцилиндр 5 с рамой стенда (не показана). Штоковая 6 и поршневая 4 полости гидроцилиндра 5 соединены гидролиниями с гидравлическими полостями гидропневмоаккумуляторов 23, 20 и через вентили 22, 19, трехпозиционные гидрораспределители 24, 21 с насосом 17 и сливом. В гидролинии связи гидрораспределителей 24, 21 и насоса 17 установлен вентиль 16.

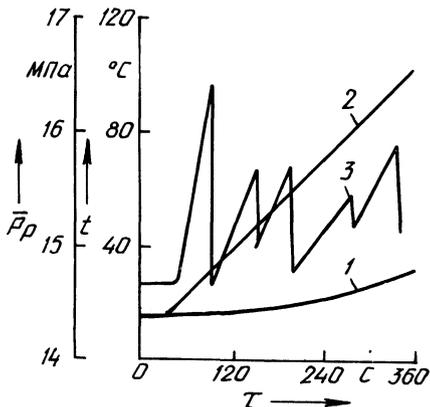
Гидравлическая полость гидропневмоаккумулятора 23 связана с рабочей полостью реле давления 26 и через вентиль 25 с гидравлической полостью гидропневмоаккумулятора 27, соединенной в свою очередь со второй полостью реле давления 26. Для ограничения колебаний балки 1 стенда в гидролинии связи полостей 4, 6 с гидравлическими полостями гидропневмоаккумуляторов 20, 23 установлены дроссель, гидростопор 14 и дроссель-корректор 15. Визуальный контроль уровня давлений при настройке стенда и в процессе испытаний производится с помощью манометров в гидравлических полостях рессоры 2, гидропневмоцилиндра компенсации 8, гидропневмоаккумуляторов 13, 20, 23. Гидросистема стенда обеспечивает возможность установки начального положения опорного катка относительно балки 1.

При вращении барабана 3 с неровностью опорный каток получает вертикальное перемещение и жидкость, прокачиваясь через амортизатор рессоры, нагревается. При тепловом расширении жидкости и газа балка 1 стенда поднимается, поворачиваясь относительно оси шарнира. Жидкость из полости 6 вытесняется в полость гидропневмоаккумулятора 23, повышая давление в ней. Поскольку в рабочем положении стенда полости гидропневмоаккумуляторов 23, 27 разделены вентилем 25, в рабочих полостях реле давления 26 возникает разность давлений. При достижении ее установочного значения реле срабатывает, подается сигнал на электромагнит управления гидрораспределителем 11, переводящий его золотник в первую позицию. Гидрозамок 10 открывается, и жидкость из полости 9 сливается. Газ из газовой камеры рессоры 2 поступает в полость 7. При уменьшении давления в полости рессоры балка 1 опускается, реле давления 26 выключается и золотник гидрораспределителя 11 возвращается во вторую позицию. При дальнейшем нагревании жидкости циклы повторяются необходимое количество раз до полного слива жидкости из полости 9 гидропневмоцилиндра компенсации 8.

Испытания рессоры 2 проводились при различных частотах вращения барабана 3. Изменением частоты вращения барабана 3 моделировалось изменение скорости движения гусеничной машины. Гидроцилиндр 5 с гидростопором 14, дросселем-корректором 15 и дросселем в гидролиниях связи полостей

Рис. 2. Изменение параметров рессоры во время опыта при  $v = 35$  км/ч:

1 — температура крышки пневмобаллона; 2 — температура амортизатора; 3 — математическое ожидание давления рессоры;  $p_p$  — давление рессоры;  $t$  — температура;  $\tau$  — продолжительность опыта



тей 6, 4 с гидропневмоаккумуляторами 23, 20 обеспечивали возможность работы стенда в широком диапазоне частот вращения барабана 3 без резонансных колебаний балки 1. Эти же агрегаты обеспечивали возможность зафиксировать с помощью реле давления 26 изменение положения балки 1 при нагревании рессоры 2, т.е. реализовать методику испытаний гидропневматической рессоры с гидропневмоцилиндром компенсации.

При обработке результатов испытаний определялось математическое ожидание давления в полостях рессоры и гидропневмоцилиндра компенсации в процессе нагревания рессоры и слива жидкости. Параллельно для оценки теплового состояния жидкости и газа фиксировалась температура амортизатора и крышки пневмобаллона рессоры. При увеличении частоты вращения барабана интенсивность нагревания амортизатора и крышки возрастает. В процессе испытаний жидкость сливалась из гидравлической полости гидропневмоцилиндра компенсации периодически по мере нагревания амортизатора и крышки пневмобаллона рессоры и срабатывания реле давления. При работе стенда на частотах вращения барабана, соответствующих скоростям движения машины 25, 35 и 45 км/ч, зафиксированы 4—9 срабатываний реле давления до слива жидкости из гидроцилиндра компенсации.

При вертикальном перемещении опорного катка давление в полости рессоры и гидропневмоцилиндра компенсации периодически изменяется. Амплитуда его изменения в полости рессоры существенно выше амплитуды изменения давления в полости гидропневмоцилиндра, что объясняется сжимаемостью газа. При увеличении скорости опорного катка амплитуда изменения давления в полости рессоры увеличивается, а в полости гидропневмоцилиндра незначительно уменьшается.

На рис. 2 представлено изменение параметров гидропневматической рессоры в процессе опыта. Анализ результатов показывает, что при изменении теплового состояния жидкости и газа рессоры гидропневмоцилиндра компенсации обеспечивает поддержание среднего уровня давления в рессоре в заданных пределах, что обеспечивает стабильность дорожного просвета гусеничной машины, отсутствие перегрузок узлов ходовой части.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Платонов В.Ф., Леиашвили Г.Р. Гусеничные и колесные транспортно-тяговые машины. М., 1986.