

движение золотника 21 в корпусе одного из клапанов 5 или 18. В золотнике имеется ступенчатый осевой канал, закрытый со стороны меньшего диаметра шариковым клапаном 24, а со стороны большего диаметра — штифтом-бустером 20. Благодаря разнице этих диаметров на золотник действует осевая гидравлическая сила, направленная в сторону шарика. Складываясь с усилием возвратной пружины 19 и нейтрализуя пружину 25, эта сила прижимает шарик к упору 26, обеспечивая герметичность шарикового клапана. Малые радиальные отверстия соединяют осевой канал золотника с двумя его наружными проточками. Поступающее к клапану в проточку 23 масло проходит большим потоком через зазор 22 между корпусом и золотником, малым — через отверстия в золотнике и отводится к распределителю. Обе торцевые полости клапана соединены со сливом. Зазор 22 регулируется на заводе.

Золотник, перемещаясь, перекрывает поток, идущий через широкую проточку, и одновременно, позволяя

шарику сойти с упора регулировочного винта 26, высвобождает пружину шарикового клапана. В результате давление в отводящей магистрали резко падает до 0,45 МПа. Подпитка отводящей магистрали осуществляется через радиальные отверстия золотника. При дальнейшем перемещении последнего давление в отводящей магистрали плавно понижается в соответствии с характеристикой пружины 25 шарикового клапана 24. При перекрытии узкой проточки золотника подпитка прекращается и давление снижается до нуля. При снятии воздействия пружина 19 возвращает золотник в исходное положение, давление восстанавливается.

При резких изменениях расхода, связанных с переключением передачи на одном борту или сбавыванием клапана плавного снижения давления, давление в гидросистеме другого борта может кратковременно снизиться на 0,1—0,15 МПа, так как нагнетательные магистрали обоих бортов объединены. Однако на работоспособность КП это не влияет. Следует также помнить, что регулировать вин-

том 26 зазор 22 можно только на снятом клапане. Не допускается регулировать этим винтом давление на борту.

Днищем КП гусеничного трактора служит теперь цельнолитая чугунная гидропанель, которая одновременно является картером для масла. Просверленные в ней каналы соединяют узлы гидросистемы. В изолированных ее литых полостях располагаются фильтры: заборный и тонкой очистки. На наружных боковых стенках установлены клапаны плавного снижения давления. Заборный фильтр снабжен запорным клапаном, предотвращающим слив масла из картера КП при промывке фильтра: при отворачивании крепежных болтов крышки фильтра клапан автоматически под действием пружины закрывает канал, соединяющий полости фильтра и картера.

Фильтр тонкой очистки представляет собой бумажный фильтроэлемент «Реготмас 635-1-06», установленный на перфорированной трубе с предохранительным клапаном. Его применение повысило тонкость очистки масла в гидросистеме до 25 мкм.

УДК 629.114.2-82.001.4

Автоматизация ресурсных испытаний гидромоторов

Стендовые ресурсные испытания гидромоторов позволяют оценить эффективность новых конструкций, а также периодически контролировать качество серийной продукции. В последнем случае возникает проблема снижения трудоемкости таких испытаний, что достигается как использованием режимов ускоренных испытаний, так и автоматизацией последних.

В отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Гидроагрегат» Винницкого политехнического института разработаны методика ускоренных ресурсных испытаний гидромоторов, а также стенд, алгоритм автоматического управления испытаниями и система его реализации. Особенность процесса испытаний — режим возвратно-вращательных движений вала гидромотора с автоматическим управлением амплитудами давлений в камерах в момент реверса. При этом возможны асимметрия параметров нагружения каждой из камер гидромотора, проскальзывание вала гидромотора в одном из направлений вращения.

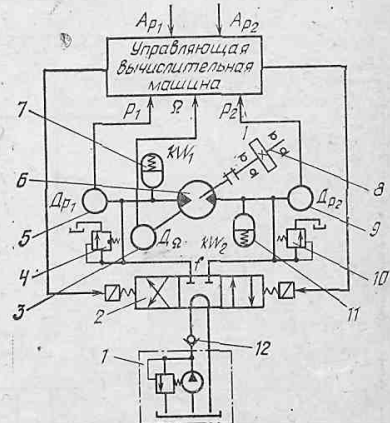
Стенд (рис. 1) состоит из собственно гидросистемы и системы управления (А. с. 1359512, СССР). Один из определяющих узлов для осуществления процесса ускорения испыта-

ний — нагрузочный вал 8, на котором установлено несколько съемных дисков, позволяющих варьировать инерционную нагрузку I на валу испытуемого гидромотора 6. Взаимодействие системы управления (управляющей вычислительной машиной) и гидросистемы на входе основано на информации измерительных датчиков D : два из них — 5 и 9 — тензометрического типа оригинальной конструкции, они регистрируют текущие величины давления в рабочих камерах испытуемого гидромотора, а датчик 3 (тахогенератор ТПП-3) — угловую скорость на валу (последний используется при управлении стендом от ЭВМ аналогового типа). Выход системы управления соединен с сервоприводами управления трехпозиционного распределителя 2 (его функцию выполняет электрогидравлический усилитель УЭГ.С-200), который обеспечивает реверсирование гидромотора. Кроме того, в стенде предусмотрена возможность изменения податливости kW рабочих камер гидромотора.

Предварительный анализ динамики процесса испытаний, выполненный путем имитационных исследований нелинейной математической модели на аналоговой вычислительной машине (АВМ), позволил получить зави-

симость амплитуды A_p давления в камере гидромотора от частоты f реверсов (частоты переключений распределителя 2) при различных значениях момента инерции I , приведенной к валу гидромотора нагрузки, а также податливости kW гидромеха-

РИС. 1. Схема гидросистемы стенда (обозначения в тексте)



Канд-ты техн. наук И. А. НЕМИРОВСКИЙ, Ю. И. МУЛЯР, инж-ры Ф. С. КУЧАНСКИЙ, О. И. МАЗУР [Винницкий политехн. ин-т]

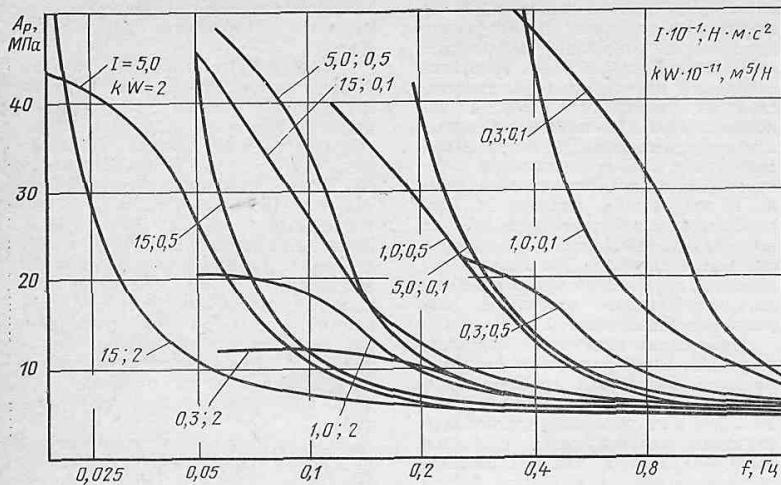
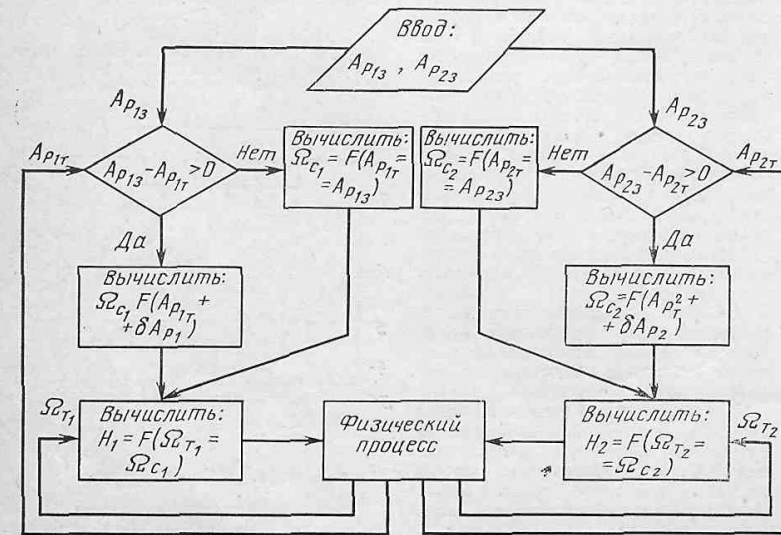


Рис. 2. Зависимости $A_p = F(f)$ для заданного режима испытаний

нических аккумуляторов 11 и 7 и присоединенных к ним полостей¹ (рис. 2). Указанная зависимость позволяет выполнить предварительную наладку стенда на заданный режим испытаний. Установленный на выходе насосной станции 1 обратный клапан 12 предназначен для предохранения на-

¹ Гидроприводы сельскохозяйственных машин / И. А. Немировский и др. — Киев: Техника, 1979.

Рис. 3. Алгоритм автоматического управления режимом ускоренных испытаний



числяется) ряд последовательных значений угловых скоростей Ω_{c1} и Ω_{c2} , что дает возможность добиться реализации таких функциональных зависимостей $H_1 = F(\Omega_{T1} = \Omega_{c1})$ и $H_2 = F(\Omega_{T2} = \Omega_{c2})$ (где Ω_{T1} , Ω_{T2} — текущие значения угловых скоростей при различных направлениях вращения вала гидромотора), которые позволяют достичь равенства заданных и текущих величин давления в каждой камере испытываемого гидромотора.

На рис. 4 приведена блок-схема системы автоматического управления стендом, реализованная на базе стандартных блоков АВМ. Задающее устройство 1 формирует сигнал — напряжение, которое является аналогом заданной амплитуды A_{p3} давления p в камере гидромотора 4 при реверсе его вала и которое сравнивается с текущей амплитудой A_{p1} давления, измеренного с помощью датчика и преобразованного в напряжение в бло-

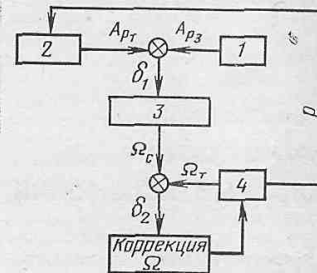


Рис. 4. Блок-схема работы системы управления, реализованной на базе блоков АВМ (обозначения в тексте)

ке 2, для определения амплитуды давления при реверсе. Рассогласование $\delta_1 = A_{p3} - A_{p1}$ вводится в блок 3 интегрирования, формирующий сигнал-аналог угловой скорости Ω_c , которая обеспечивает необходимую амплитуду давления при реверсе вала гидромотора. Сравнение сигнала Ω_c с фактической угловой скоростью Ω_T гидромотора дает значение и знак сигнала $\delta_2 = \Omega_c - \Omega_T$, который и обеспечивает коррекцию угловой скорости, так как реверс происходит в момент, когда $\delta_2 = 0$.

Устройство стандартных блоков АВМ, которые применены в системе управления, здесь не рассматривается.

Помимо автоматического выхода на заданный режим испытаний, система управления обеспечивает его поддержание, что особенно важно при ускоренных испытаниях, так как вследствие интенсивного износа элементов гидромотора изменяются силы трения и величины утечек. Это приводит к существенным отклонениям

режима испытаний, что и корректируется системой управления.

Стенд для ускоренных ресурсных испытаний внедрен в гидролаборатории ПКТИ «Гидроагрегат» (г. Винни-

ца) и успешно используется для ресурсных испытаний реверсивных и не-реверсивных гидромоторов ГМШ (выработка ресурса гидромотора ускоряется в 10 раз и более).

Рассмотренные алгоритм управления и принципиальная гидромеханическая схема стенда могут быть использованы в различных испытательных стендах.

УДК 629.114.2.011.5-192

Комплекс средств для оценки прочности защитных кабин

Одно из важнейших требований безопасности труда на тракторах — защита оператора от тяжелого травмирования при случайном опрокидывании машины. Конструктивные решения по повышению статической и динамической устойчивости трактора, установка средств для отключения двигателя в момент начала опрокидывания машины не привели, однако, к решению этой проблемы. Рост скоростей выполнения транспортных и технологических операций, повышение энергонасыщенности тракторов, развитие горного земледелия увеличили вероятность опрокидывания тракторов в эксплуатации.

Наиболее тяжелые случаи травматизма операторов промышленных и лесных колесных тракторов также связаны с опрокидыванием. При работе в карьерах или на промышленном строительстве в горной местности травматизм связан с падением на крышу трактора камней, а для лесных тракторов — с падением на кабину сучьев или вершин деревьев. Общепризнанное надежное средство защиты оператора при опрокидывании трактора — установка прочной кабины, а от падающих предметов — устройство козырьков на крыше кабины либо изготовление крыши из прочного листового металла.

Защитные свойства кабин первоначально оценивали при опрокидывании тракторов в реальных условиях. Но при этом сложно добиться стабильной повторяемости результатов испытаний. Поэтому были стандартизованы параметры трека для испытаний тракторов опрокидыванием.

Подобные испытания предусматриваются в США стандартами ASAE 336.1, SAE J 168a и методикой OSHA, в Англии — стандартом BS 4063. Дальнейшее развитие методов испытаний защитных кабин привело к стандартизации в международной практике двух типов лабораторных испытаний:

динамических — ударами маятниковым грузом по кабине и статическим нагружением кабины вертикальной нагрузкой;

статических — приложением

горизонтальной и вертикальной нагрузок.

В обоих случаях энергия нагружения кабин — функция массы, а при нагружении сзади — функция массы и продольной колесной базы трактора. Вертикальная статическая нагрузка также функция массы трактора.

Для колесных с.-х. и лесных тракторов оба типа испытаний правомочны. Энергия нагружения в случае приложения горизонтальной нагрузки, как правило, равна 0,5—0,6 от энергии динамического нагружения с учетом, что при динамическом ударе часть энергии рассеивается на местное смятие, волновые процессы в кабине и др.

Стандарты предусматривают ограничения применяемости обоих методов: статического — для тракторов массой более 800 кг, имеющих не менее двух осей с минимальной колеей не менее 1150 мм, динамического — для колесных лесных и с.-х. тракторов массой не более 6000 кг. Эти ограничения обусловлены недостаточной изученностью процесса опрокидывания тракторов вне указанных стандартами пределов. Поиск новых методов испытаний и уточнение существующих продолжают.

Для землеройных машин применяется метод статического нагружения, причем кабина подвергается только боковым и вертикальным нагружениям. Эффективность защиты оператора от падающих предметов оценивают при сбрасывании стандартизованного груза с определенной высоты. Этот метод применяют и для испытания защитных свойств крыши лесных и промышленных тракторов.

В ряде промышленно развитых стран действуют национальные стандарты, которые при общей близости со стандартами ИСО, СЭВ и ОЕСД имеют отличия по величине прилагаемой к кабине энергии и последовательности приложения нагрузок. В таблице представлены расчетные величины энергии нагружения кабины трактора МТЗ-80 по стандартам ИСО, СЭВ, ОЕСД, SAE и методике OSHA. Расчетная масса трактора принята

равной 3520 кг, колесная база — 2370 мм.

На кабину, прошедшую испытания в соответствии с установленными требованиями, выдается удостоверение (сертификат) с результатами испытаний. В самой кабине должна быть табличка с указанием стандарта, по которому проведены испытания. Сертификат на соответствие кабины требованиям безопасности рассматривается во многих странах как важный фактор повышения конкурентоспособности продукции на внешнем рынке. Тракторы и землеройные машины, не имеющие защитных кабин или устройств, не допускаются на рынок развитых стран-импортеров. Следует отметить, что сертификат выдается при испытаниях кабин не опытных, а поставленных на производство, т. е. когда технология изготовления уже отработана. В конструкцию кабины, прошедшей испытания, не допускается вносить изменений, которые влияют на ее прочность. Испытаниям подвергается одна кабина, но сертификат выдается на весь срок выпуска таких кабин. В некоторых странах, когда у потребителя нет уверенности в стабильности технологии изготовления кабин, испытания их прочности проводятся ежегодно.

В соответствии с положением о сертификате (протоколе испытаний) на защитную кабину с.-х. и лесных тракторов в ОФ НАТИ разработан комплекс стендов и треков для оценки прочности кабин по методикам международных и национальных стандартов.

Стенд для статических испытаний позволяет оценивать защитные свойства кабин тракторов массой до 40 т. Он состоит из силовой стенки, жестко связанной с полом (рис. 1). Максимальная нагрузка, на которую рассчитана силовая стенка, — 500 кН. На подвижном упоре в передней части стенки шарнирно закреплен гидроцилиндр. С помощью винтовой пары упор может смещаться в вертикальном направлении от 1000 до 2600 мм. Предусмотрено горизонтальное перемещение гидроцилиндра на 500 мм по направлению упора. Гидроцилиндр управ-