

синусоидальной формы. На этапе безусловной минимизации был использован метод Нелдера—Мида. Результаты расчетов показали, что оптимизируемая функция имеет, как правило, несколько экстремумов. Это привело к необходимости применять случайный поиск на этапе определения координат начальной точки. В качестве критерия определения всех экстремумов в заданной области было принято N -кратное попадание во все экстремальные точки ($N \geq 3$).

На рис. 1 показаны результаты расчета по оптимизации параметров СВП маховичного аккумулятора энергии гусеничной машины массой 10 Мг и запасаемой в маховике энергией 5 МДж. Принятые в расчетах параметры синусоидального профиля дороги имели следующие значения: высота — 0,2 м, длина — 8,0 м. Применение СВП позволяет в 2–2,5 раза снизить гироскопические нагрузки по сравнению с жесткой установкой МАЭ на машине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rabenhorst R.W. The multirium superflywheels. — Find Report Ions Hopkins University Applied Physick Laboratory. Laurel, Maryland, 1974. — 210 p. 2. Д м и т р и е в А.А., Ч о б и т о к В.А., Т е л ь м и н о в А.В. Теория и расчет нелинейных систем подпрессоривания гусеничных машин. — М., 1976. — 207 с. 3. Г е р а с и м о в А.Н. Амплитудно-частотные характеристики системы транспортная машина—вращающийся маховик. — Изв.вузов, 1983, № 10, с. 85–87. 4. Ф у р у н ж и е в Р.И. Проектирование оптимальных виброзащитных систем. — Минск, 1971. — 318 с. Ф и а к к о А., М а к - К о р м и к Г. Нелинейное программирование. Методы последовательной безусловной оптимизации. — М., 1972. — 268 с.

УДК 621.22:621–82–19

О.П.ЛАПОТКО, канд.техн.наук (БПИ)

ХИММОТОЛОГИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ

Химмотология — наука о свойствах, качестве и рациональном использовании топлив, смазочных масел и специальных жидкостей [1] — приобретает в настоящее время решающее значение при повышении эффективности машин и механизмов. Совершенствование объемных гидравлических приводов (ОГП) реализуется путем интенсификации (форсированием) процессов передачи энергии при повышенных требованиях к надежности гидроустройств и их элементов.

Важным элементом ОГП является рабочая жидкость (РЖ), от качества которой для форсированных ОГП во многом зависит их функционирование и особенно надежность. Поэтому появление новых технических, технологических, экологических и экономических требований к качеству РЖ закономерно. Нормирование этих требований необходимо, так как их завышение приводит к излишним затратам на производство РЖ, а заниженные требования приводят к снижению уровня качества функционирования ОГП и соответственно повышению расходов в эксплуатации.

В XI пятилетке значительно увеличивается производство гидравлических масел МГЕ-4А; МГЕ-10А; АМГ-10, масла марки А, МГЕ-22В, МГЕ-32В,

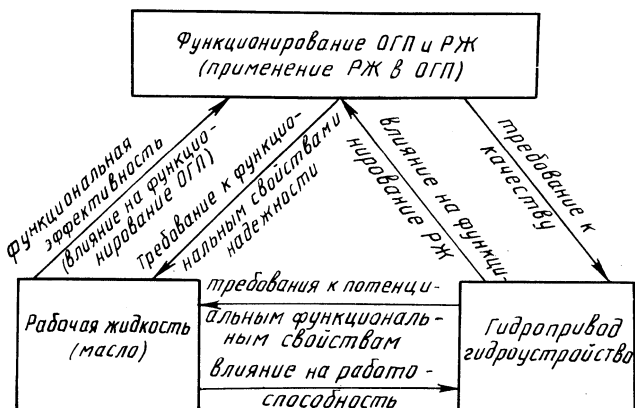


Рис. 1. Трехзвенная система химмотологии гидравлических рабочих жидкостей.

МГ-30У, МГЕ-68В. Повышение эффективности применения перечисленных РЖ сдерживается из-за отсутствия таких методов и средств испытаний, которые позволили бы достаточно оперативно проводить выбор сорта, количества и назначение срока службы масел в процессе создания ОГП и отказаться от многолетних натурных испытаний техники. Например, более миллиона тонн моторных масел с дефицитными присадками применяются в ОГП тракторов и сельхозмашин, что не оправдано ни с технической, ни с экономической точек зрения [2].

Научной основой для решения вышеуказанных проблем должна стать химмотология гидравлических РЖ (масел), изучающая качество, надежность и оптимальное применение РЖ в ОГП машин. Химмотология гидравлических РЖ базируется на трехзвенной системе: РЖ—ОГП—функционирование РЖ в ОГП (рис. 1).

Функционирование РЖ в ОГП — реализация взаимосвязанных процессов переноса массы, передачи энергии и информации. Качество этих процессов оценивается определенными состояниями. Для достижения качественного уровня необходимого состояния РЖ должна обладать соответствующими свойствами. Анализ функционирования РЖ в типичных ОГП, широко применяемых в машинах и механизмах, удобно проводить с помощью графа состояний (рис.2), который учитывает только массово-энергетические процессы ОГП. Данный граф помогает ранжировать состояния РЖ с последующим определением наиболее ответственных участков ОГП и разработкой системы требований к их конструкторско-технологическому решению.

РЖ в составе ОГП рассматриваем как рабочее тело, при помощи которого механическая энергия от насоса переносится к гидродвигателю и определенные свойства которого обеспечивают работоспособность гидромашин и гидроустройств. Свойства РЖ выполнять указанные функции названы функциональ-

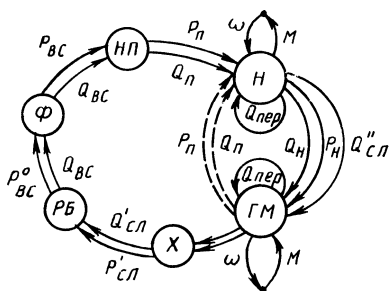


Рис. 2. Граф состояний рабочей жидкости в объемном гидроприводе: M и ω — крутящий момент и частота вращения гидромашин; Q — подача (расход); p — давление.

ными [3]. Уровень качества рабочих процессов определяется соответствующими функциональными свойствами РЖ: энергетическим и обеспечения работоспособности гидроустройств [4, 5].

Среди РЖ гидравлических систем наибольшее распространение получили масла нефтяного происхождения. Оценка качества масел производится в соответствии с оценкой их физико-химических свойств (вязкость, плотность, окисляемость, тепло- и электропроводность, температуры вспышки и застывания и т.д.).

Методы и средства оценки этих свойств хорошо отработаны и, как правило, стандартизированы. Физико-химические свойства даже во всей своей совокупности недостаточно полно характеризуют способность РЖ обеспечивать рабочие процессы при функционировании ОГП. Поэтому были разработаны методы и средства оценки функциональных свойств РЖ, основанные на физическом моделировании реальных рабочих процессов и состояний РЖ. Именно такой подход к оценке качества горючесмазочных материалов использован при создании системы квалификационных методов.

Энергетическое свойство РЖ определяет качество массово-энергетических преобразований в ОГП и является комплексным функциональным свойством (КФС). В соответствии со сложившимися понятиями и оценками по общему кпд*, применяемыми для энергетических характеристик гидромашин или ОГП в целом, энергетическое КФС складывается из трех единичных функциональных свойств (ЕФС): смазочного, реологического и демпфирующего. Смазочное ЕФС определено как свойство РЖ, которое характеризует потери энергии при внешнем трении подвижных деталей гидроустройств. Реологическое – свойство РЖ, определяющее потери энергии на внутрижидкостное трение при течении жидкости в гидрролинии, канале. Демпфирующее – свойство РЖ, определяющее диссипативные потери энергии при динамических изменениях гидравлического потока. Разделение энергетического КФС на ЕФС отражает методические и технические трудности количественной оценки этих параметров. Это объясняется диссипативными потерями энергии объемного и сдвигового характера при функционировании РЖ.

КФС работоспособности заключается в обеспечении работоспособного состояния ОГП и (или) гидроустройств во всем диапазоне нагрузок. Это комплексное свойство состоит из трех ЕФС: совместимости, теплового и противоизносного. ЕФС совместимости – свойство РЖ при своем функционировании вступать в такие взаимодействия с контактируемыми поверхностями материалов, веществ и других жидкостей, которые приводят к несущественным изменениям физико-химических свойств жидкостей, факторов риска и качества контактируемых поверхностей. Тепловое ЕФС – это свойство РЖ в зависимости от ее температуры изменять работоспособное состояние гидроустройств или ОГП. Противоизносное ЕФС – свойство РЖ препятствовать изнашиванию деталей гидроустройств.

Кроме функциональных свойств, РЖ должны обладать еще свойством сохранения качественных показателей во времени. В соответствии с ГОСТом 27.002-83 "Надежность в технике. Термины и определения" надежностью РЖ назовем ее свойство сохранять во времени в установленных пределах КФС или

*Общий кпд равен произведению механического, гидравлического и объемного кпд.

ЕФС при функционировании, техническом обслуживании, хранении и транспортировании. Надежность — это комплексное свойство РЖ, которое в зависимости от своего назначения может быть представлено сочетанием единичных свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодностью и сохраняемостью. Их физический смысл и определение каждого из свойств принимаем по указанному ГОСТу.

Функциональные свойства и надежность РЖ зависят от трех групп факторов: физико-химических свойств; коэффициента нагрузки; факторов риска (содержание в РЖ при функционировании механических примесей, воздуха и воды) [3, 5]. Факторы риска характеризуют такие специфические параметры оценки состояния РЖ при ее функционировании, в зависимости от количественных значений которых могут существенно изменяться функциональные свойства и надежность. Опыт создания и эксплуатации РЖ и ОГП показывает, что на практике количественный уровень факторов риска стремятся доводить до минимума. Но возможна ситуация, когда содержание механических примесей (частицы размером 1–3 мкм с определенными физико-химическими свойствами) и газовоздушная фаза будут положительно влиять на функциональные смазочные и демпфирующие свойства РЖ.

На практике в зависимости от типа и назначения ОГП устанавливается одно или несколько ЕФС, по которым проводится количественная оценка КФС. Так, при оценке энергетического КФС лучшая реализация смазочного и реологического ЕФС достигается при минимальных значениях вязкости и плотности РЖ, а лучшая реализация показателя демпфирующего ЕФС соответствует РЖ с повышенной вязкостью и плотностью (уменьшаются объемные потери и сжимаемость). Подобная противоречивая картина наблюдается при оценке КФС работоспособности. Поэтому важно определять оптимальные соотношения различных функциональных свойств.

Обозначив РЖ как элемент ОГП, исходя из общей теории надежности, определим основные понятия с целью количественной оценки надежности РЖ. Меру РЖ, заключенную в той части гидросистемы, которая находится под рабочим давлением, определим как элементную. При функционировании ОГП элементный объем вследствие утечек массы постепенно заменяется жидкостью, поступающей из гидроемкости. Для оценки надежности РЖ представим, что один элементный объем действует в контуре ОГП некоторое время, а затем мгновенно замещается следующим объемом. Отработанный объем РЖ имеет, как правило, повышенную температуру, загрязненность механическими примесями, газовоздушную составляющую, что оценивалось как утрата работоспособного состояния РЖ [6]. Замещающий (новый) элементный объем должен иметь необходимый уровень функциональных свойств, а замещенный (отработанный), — пройдя системы восстановления (теплообменник, фильтры, гидроемкость и другие специальные устройства), вновь поступает в контур ОГП. Исходя из такой модели функционирования, необходимое и достаточное общее количество РЖ в гидросистеме рассчитывается кратностью резерва принудительного замещения по определенным законам утраты и восстановления работоспособности РЖ.

Предлагаемая модель функционирования РЖ и ОГП позволяет сформулировать наиболее существенные положения химмотологии гидравлических рабочих жидкостей:

- изучение реальных процессов, протекающих в РЖ при функционировании в составе ОГП; разработка классификации условий применения РЖ;
- определение функций, выполняемых РЖ при функционировании, создание номенклатуры функциональных свойств РЖ и их ранжирование по значимости влияния на работоспособность ОГП;
- разработка комплекса квалификационных методов по оценке функциональных свойств и надежности РЖ;
- создание методов и средств ускоренных стендовых и эксплуатационных испытаний;
- создание системы требований к качеству РЖ;
- обоснование требований к качеству гидроустройств (ОГП в целом);
- создание новых сортов РЖ;
- разработка научных основ унификации РЖ;
- обоснование системы необходимых требований и условий по сохранности и восстановлению качества РЖ при транспортировании, хранении, заправке и функционировании;
- изучение условий снижения загрязнений окружающей среды, пожаро- и взрывобезопасности, токсичности.

На основании предлагаемой трехзвенной химмотологической системы строятся модели оптимизации качества РЖ и ее оптимального применения, что открывает перспективу использования предельных запасов потенциальных функциональных свойств РЖ и позволяет уменьшить номенклатуру и общее количество вырабатываемых РЖ (масел).

ЛИТЕРАТУРА

1. Папок К.К. Химмотология топлив и смазочных масел. – М., 1980. – 192 с.
2. Братков А.А., Никитин В.В. Химия и технология топлив и масел, 1981, № 11, с. 3–6.
3. Лапотко О.П. Функциональная эффективность рабочих жидкостей гидроприводов машин. – В кн.: Развитие методов исследования трибологических явлений в машинах. – Минск, 1976, с. 36–39.
4. Кондаков Л.А. Рабочие жидкости и уплотнения гидравлических систем. – М., 1982. – 216 с.
5. Лапотко О.П. О функциональной эффективности рабочих жидкостей гидроприводов. – В кн.: Автотракторостроение: Автоматизированные системы управления мобильными машинами. Минск, 1981, вып. 16, с. 105–108.
6. Лапотко О.П., Арсенов В.В. Определение надежности рабочей жидкости объемной гидротрансмиссии трактора МТЗ-80Б. – В кн.: Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. – Минск, 1979, вып. 13, с. 93–97.

УДК 629.113–592

Г.И.МАМИТИ, канд.техн.наук, О.М.ЛЕБЕДЕВ (ММИ)

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ТРОСОВОГО ТОРМОЗНОГО ПРИВОДА

Тросовый привод, широко используемый в тормозах мотомашин (мотоциклов, мотороллеров и мопедов), обладает низким коэффициентом полезного действия, что является его основным недостатком. От значения КПД зависят