

## О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОЧИХ ЖИДКОСТЕЙ ГИДРОПРИВОДОВ

При оценивании потребительских (эксплуатационных) свойств рабочих жидкостей, в качестве которых наибольшее распространение получили масла нефтяного происхождения, по их характеристикам из нормативно-технической документации возникают трудности. В настоящее время почти невозможно по указанной информации о масле количественно оценить его работоспособность в составе гидропривода или гидромашины, а тем более определить меру влияния качества масла на работу гидромеханизма, так как отсутствуют закономерности, связывающие характеристики масла, параметры нагрузки и внешней среды с техническими показателями работоспособности масла. Чтобы определить пригодность к функционированию рабочей жидкости в составе того или иного гидропривода, приходится проводить длительные и дорогие испытания (до 8 лет для ответственных гидросистем) [1].

Сложившаяся ситуация в некоторой мере объясняется традиционным подходом к созданию гидроприводов на базе опыта машиностроения с достаточно глубоким знанием всех свойств применяемых материалов и относительно небольшого изменения этих свойств в диапазоне варьирования эксплуатационных нагрузок, т.е. так называемый подход "от металла". Недостаток такого подхода в том, что при этом почти не учитывается относительно широкое варьирование физико-химических, а значит и эксплуатационных свойств рабочих жидкостей, особенно для гидроприводов, форсированных по давлению свыше 25 МПа, со скоростями движения отдельных элементов до 5 м/с. При диапазоне температур 100<sup>0</sup>С вязкость масла изменяется на три порядка.

Сформулированный ранее [2] методологический подход к проблеме рабочих жидкостей позволяет обосновать другой принцип создания гидропередач "от рабочей жидкости". Рассматривая масло в контуре гидропередачи как рабочее тело, которое переносит гидравлическую энергию в виде потока сил от насоса к гидродвигателю и поддерживает работоспособность гидромашин, гидромеханизмов и их элементов, выделены следующие основные функции рабочих жидкостей: энергоносителя, противоизносная, теплоотвода, антикоррозионная. Эти функции оцениваются по соответствующему функциональному свойству, каждое из которых определяется тремя группами факторов (рис. 1): 1) физико-химическими свойствами применяемых рабочих жидкостей (вязкость, индекс вязкости, плотность, температуры всплшки и застывания, стабильность к окисляемости, кислотность и др.); 2) нагрузкой (давление, температура, прокачиваемость, общий кпд и др.) и

3) факторами риска (содержания в масле при функционировании воздуха, механических примесей, воды).

Функциональные свойства количественно оцениваются показателями (числом), определяемыми соответствующими методами, которые для каждого функционального свойства классифицируются по трем группам: лабораторные, стендовые и эксплуатационные. Например, для оценки противозносного функционального свойства рабочей жидкости для гидрообъемной трансмиссии трактора МТЗ–80Б испытания последовательно проводились: на четырехшариковой машине трения по ГОСТ 9490–75, по вновь созданному методу прокачивания масла через насос [3] в условиях нормированной эксплуатации при испытании трактора. Каждый последующий метод в приведенной последовательности отличается от предыдущего мерой полноты физического моделирования спектра реальных внешних воздействий на рабочую жидкость. Комплексную оценку влияния параметров внешних воздействий на функциональные свойства целесообразно проводить по критерию нагрузки

$$K = pT \frac{Q}{W\eta},$$

где  $K$  – критерий нагрузки,  $\text{Н/м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{°C}$ ;  $p$  – давление нагнетания, МПа;  $T$  – температура рабочей жидкости в объеме,  $\text{°C}$ ;  $Q$  – подача насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $W$  – объем системы,  $\text{м}^3$ ;  $\eta$  – общий КПД гидропривода.

Критерий нагрузки количественно изменяется в диапазоне  $10^{-3} - 10^3$ , увеличиваясь для форсированных гидроприводов.

Исследование противозносных свойств ряда товарных масел с оценкой влияния трех групп факторов методом пошаговой регрессии показало, что

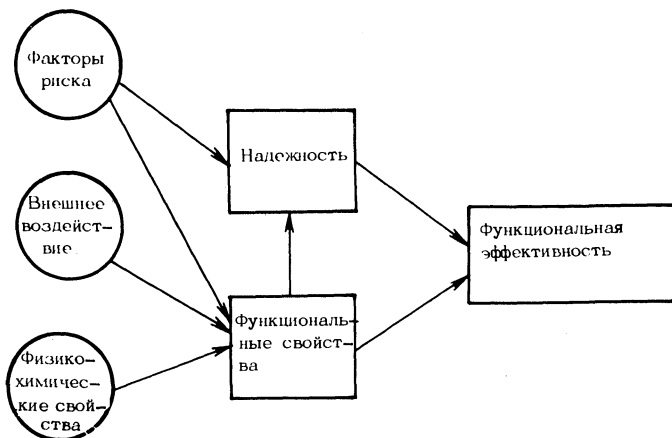


Рис. 1. Блок-схема связей функциональной эффективности рабочих жидкостей.

наиболее сильное влияние на это свойство оказывает параметр фактора риска (механические примеси), — коэффициент регрессии 0,77, менее влияет вязкость масла — коэффициент регрессии — 0,27 [3].

Функциональное энергетическое свойство рабочих жидкостей заключается в мере их влияния на качественный уровень процессов преобразования механического потока энергии в преобразователе механический поток — гидравлический поток, переноса энергии с помощью рабочего тела и вторичного преобразования гидравлического потока энергии в механический (рис. 2). Параметры механического потока — силовой момент  $M$  (сила  $F$ ) и скоростной — частота вращения вала  $\omega$  (скорость перемещения звена  $v$ ); параметры гидравлического потока — силовой — давление нагнетания  $p$  и скоростной — расход жидкости в системе (подача насоса, расход гидродвигателя)  $Q$ . Физико-химические свойства масел, внешние воздействия и факторы риска существенно влияют на все фазы процесса преобразования и переноса энергии, однозначно определяя потери энергии — механические в преобразователях и гидравлические для силового параметра гидравлического потока; объемные — для скоростного параметра гидравлического потока.

Способность рабочих жидкостей сохранять функциональные свойства в течение заданного времени и в определенных условиях называется надежностью. Выбраны следующие показатели надежности: вероятность безотказной работы —  $P(t)$ ; срок службы —  $T$ ; интенсивность отказов —  $\lambda(t)$ ; интенсивность восстановления —  $\mu(t)$  [4].

Рабочую жидкость наиболее полно характеризует функциональная эффективность, которая определяется функциональными свойствами масел, и их на-

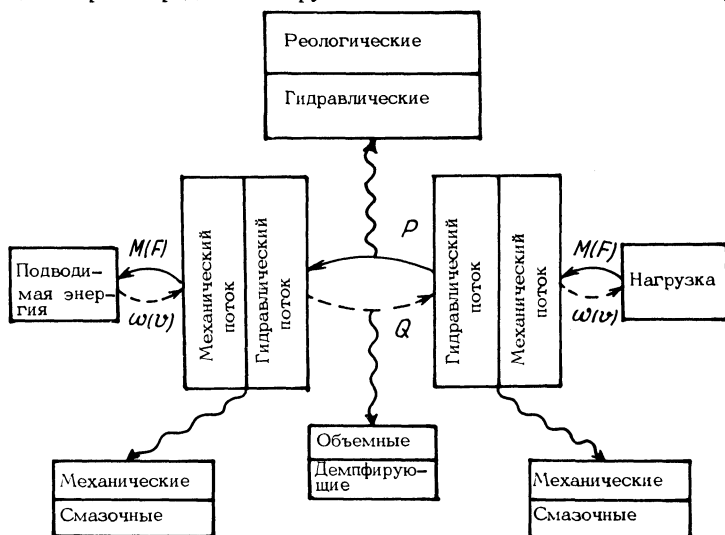


Рис. 2. Блок-схема связей функционального энергетического свойства: — силовой фактор; --- скоростной фактор; ~ потери.

дежность, под которой понимается мера собственно функционирования масла при реализации требуемых функциональных свойств в течение заданного времени в определенном гидроприводе. Функциональная эффективность  $F_3$  определяется как математическое ожидание выходного эффекта, усредненного по всем возможным траекториям процесса изменения функциональных свойств во времени

$$F_3 = \int_{\epsilon} (\Psi) W(\Psi) dE = M[W(\Psi)],$$

где  $M(\Psi)$  — оператор математического ожидания;  $\Psi$  — определенная траектория изменения функционального свойства;  $\epsilon(\Psi)$  — множество таких траекторий;  $W(\Psi)$  — условная характеристика функциональной эффективности при условии, что реализуется именно траектория процесса;  $E(\Psi)$  — функция распределения траекторий  $\Psi$ .

Условная характеристика  $W(\Psi)$  не зависит от надежности, только от функциональных свойств, т.е. характеризуется качеством масла, коэффициентом нагрузки и уровнем фактора риска. Моментная условная характеристика  $W(\Psi)$  — это функциональное свойство масла. Функция же распределения траекторий  $\Psi$ , т.е. траекторий случайного процесса (изменения функциональных свойств), почти полностью определяется надежностью. Оценка функциональной эффективности наиболее распространенных рабочих жидкостей дает возможность проводить выбор сорта и количества жидкости для объемных гидроприводов при проектировании.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Основные задачи в области химмотологии на современном этапе/ К.К.П а п о к, В.В.Н и к и т и н, Е.Д. Р а д ч е н к о и др. — Химия и технология топлив и смазок, 1977, № 4, с. 6–9.
2. Л а п о т к о О.П. Функциональная эффективность рабочих жидкостей гидроприводов машин. — В кн.: Развитие методов исследования трибологических явлений в машинах. Минск, 1976, с. 36–38.
3. Л а п о т к о О.П., А р с е н о в В.В. Методика оценки противоизносных свойств рабочих жидкостей объемных гидроприводов машин.— Минск, 1978, с. 47.
4. О н и ж е. Определение надежности рабочей жидкости объемной гидротрансмиссии трактора МТЗ–80Б. — В сб.: Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. Минск, 1979, вып. 13, с. 93–97.

УДК 629.114.2 – 585.21

В.Н.Лангазов, В.П.Стринадко

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ МУФТЫ И ГИДРОСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ НАГРУЖЕННОСТЬ МЕХАНИЗМА ВОМ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА КЛ. 20 кН

В сельском хозяйстве страны с каждым годом применяется все больше высокопроизводительных машин с активными рабочими органами, имеющими привод от вала отбора мощности (ВОМ) трактора.