

ХИММОТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МНОГОДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Ю. А. Андреев, Е. С. Нагорный

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Для эффективной эксплуатации мобильных машин и стационарного промышленного оборудования с гидроприводом необходимо создать условия оптимального теплового состояния, обеспечивающего стабильность рабочих характеристик компонентов гидропривода [1].

Целью настоящей работы является установление функциональной связи между потерями энергии при дросселировании и нагревом рабочей жидкости, а также составление химмотологической карты гидросистемы.

Время службы рабочей жидкости зависит от температуры [1], [2], ее следует поддерживать на уровне 30–60 °С. Существует эмпирическое правило: срок службы масла уменьшается вдвое каждый раз при увеличении его рабочей температуры на каждые 8 °С выше 60 °С. Причиной этого является окисление. При окислении масло становится темнее по цвету, повышается его вязкость. Последующее за этим увеличение рабочей температуры еще более ускоряет процесс окисления, и масло становится непригодным для работы в гидросистеме.

Для химмотологического анализа теплового режима гидросистемы применяется закон сохранения потока энергии для установившегося теплового режима: сумма подводимых и отводимых мощностей является величиной постоянной [3]–[5].

Подводимый поток энергии к рабочей жидкости состоит из нескольких частей:

1) теряемая мощность на насосах и двигателях:

$$N_{V,ГМ} = \sum_{i=1}^n Q_{Hi} \Delta p_{Hi} \left(\frac{1}{\eta_{Hi}} - 1 \right) + \sum_{j=1}^n Q_{ГДj} \Delta p_{ГДj} (1 - \eta_{ГДj}),$$

где Q_{Hi} – подача i -го насоса; Δp_{Hi} – перепад давления на i -м насосе; η_{Hi} – полный КПД i -го насоса; $Q_{ГДj}$ – расход j -го гидродвигателя; $\Delta p_{ГДj}$ – перепад давления на j -м ГД; $\eta_{ГДj}$ – полный КПД j -го ГД;

2) теряемая мощность в результате внутренних утечек в гидроаппаратах и при дросселировании:

$$N_{V,ГА,УТ} = \sum_{i=1}^n q_i p_i, \quad N_{V,ГА,ДР} = \sum_{i=1}^n Q_i \Delta p_i,$$

где q_i – внутренние утечки в i -м ГА; p_i – рабочее давление на i -м ГА; Q_i – расход на i -м ГА, где происходит дросселирование потока; Δp_i – потери давления на i -м ГА;

3) теряемая мощность из-за сопротивления потоку в трубопроводе:

$$N_{V,ТП} = \sum_{i=1}^n (Q_i \sum \Delta p_i),$$

где Q_i – расход через i -й ТП; $\sum \Delta p_i$ – суммарные потери давления в i -м ТП.

Отводимая от гидросистемы мощность – это сумма мощностей, рассеиваемых через конструктивные элементы гидробака (крышка, дно, стенки) и через поверхности трубопроводов [4], [6], [7]:

$$N_{o.c} = (\Theta_{доп} - \Theta_{o.c}) (k_{кр} S_{кр} + k_{дн} S_{дн} + k_{т} S_{т} + S_{ТП} k_б),$$

где $\Theta_{доп}$ – допустимое значение температуры; $\Theta_{o.c}$ – температура окружающей среды; $k_{кр}$, $k_{дн}$, $k_{т}$, $k_б$ – коэффициенты теплопередачи; $S_{кр}$, $S_{дн}$, $S_{т}$ – площадь соответствующей части конструкции гидробака; $S_{ТП}$ – площадь теплоизлучающей поверхности трубопровода.

Химмотологический анализ производился на базе гидросистемы подъемника гидравлического специального, который имеет пять гидродвигателей возвратно-поступательного движения и один возвратно-поворотного (рис. 1). Параметры гидропривода: расход в гидролиниях 9 л/мин; номинальное давление 16 МПа; рабочая жидкость – масло гидравлическое загущенное ВМГЗ; температура рабочей жидкости 50 °С и др.

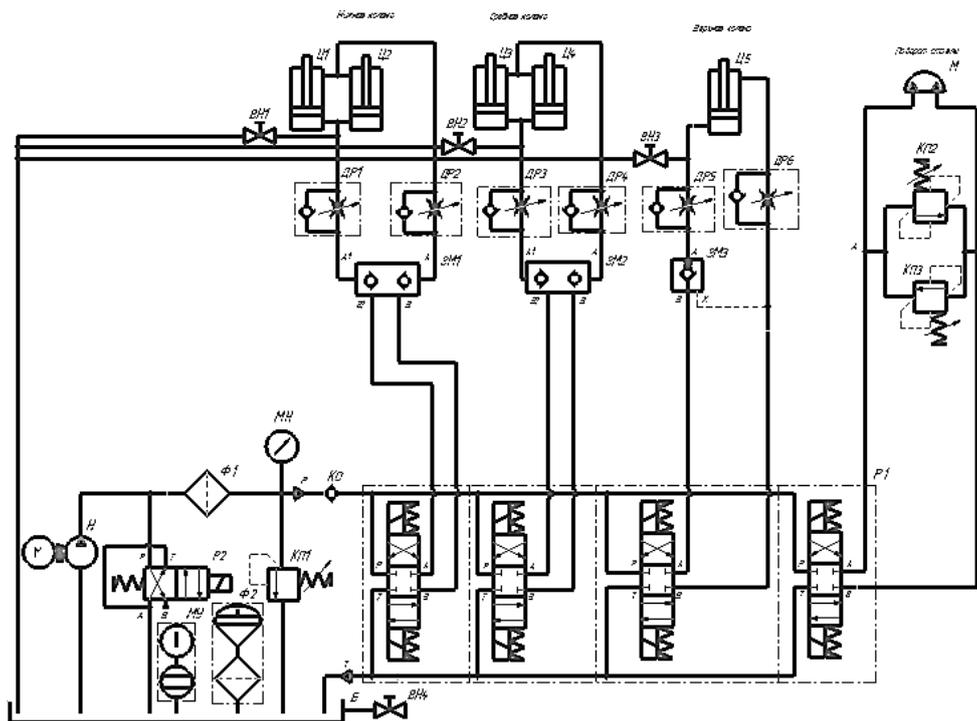


Рис. 1. Схема гидропривода подъемника гидравлического специального

В результате анализа потерь в гидроприводе определены поверхности и гидроаппараты, отдающие энергию, составлена химмотологическая карта гидросистемы. Установлено, что повышение скорости движения приводит к интенсивному дросселированию потока в зазорах и малых отверстиях гидроаппаратов и гидромашин. Определено, что в процессе работы теряемая энергия идет на нагрев рабочей жидкости. Также установлено, что для исследуемой гидросистемы, сохраняется тепловой баланс и температура рабочей жидкости не превышает допустимого значения.

Литература

1. Андреев, Ю. А. Электронный курс по дисциплине «Рабочие жидкости, смазки и уплотнения гидропневмосистем» / Ю. А. Андреев, Д. В. Лаевский. – Режим доступа: <http://www.edu.gstu.by/course/view.php?id=560>.
2. Никитин, О. Ф. Рабочие жидкости гидроприводов : учеб. пособие / О. Ф. Никитин. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 152 с. : ил.
3. Проектирование гидравлических систем машин : учеб. пособие / Г. М. Иванов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1992. – 224 с.
4. Гойдо, М. Е. Проектирование объемных гидроприводов / М. Е. Гойдо. – М. : Машиностроение, 2009. – 304 с.
5. Наземцев, А. С. Гидравлические и пневматические приводы и системы. Ч. 2. Гидравлические приводы и системы : учеб. пособие / А. С. Наземцев. – М. : Форум, 2007. – 304 с.
6. Ковалевский, В. Ф. Теплообменные устройства и тепловые расчеты гидроприводов горных машин / В. Ф. Ковалевский. – М. : Недра, 1972. – 224 с.
7. Михеев, М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – Изд. 2-е, стер. – М. : Энергия, 1977. – 343 с.