

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ТОНКОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ ГИДРОСИСТЕМЫ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА

Клыч Е. А., студ., Андреевец Ю. А., ст. преп.

*Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Реферат. В статье произведен анализ фильтрации рабочей жидкости, используемой в испытательном оборудовании, предложены методы для подбора фильтрующих аппаратов.

Ключевые слова: номинальная тонкостью фильтрации, фильтрующий элемент (фильтр), зазор, класс чистоты.

Под термином «тонкость фильтрации», или «номинальная тонкость фильтрации», понимается наименьший размер частиц загрязнителя, которые способен задержать фильтрующий элемент.

Источниками загрязнения являются: атмосферный воздух, который содержит разнообразные пылевые частицы; продукты износа элементов гидросистемы; последствия сборки, монтажа или ремонта гидропривода; посторонние включения в рабочую жидкость, содержащиеся в ней при ее поставке и попавшие в гидросистему при заполнении [1, 2].

Согласно статистическим данным, пылевые фракции такого воздуха состоят (по массе) на 70 % из кварцевого песка и частиц оксидов железа (3–5 %), алюминия (15–17 %), кальция (2–4 %) и других элементов.

Твёрдость таких частиц может превосходить твёрдость поверхностей подвижных пар в гидромашинах, что приводит к ускоренному абразивному износу последних при загрязнении рабочих жидкостей. В результате общий срок службы может сократиться в десять раз.

Степень загрязнённости жидкости определяется количеством частиц, содержащихся в одном кубическом сантиметре пробы. Наибольшее воздействие на функционирование гидропривода оказывают загрязнения, представленные частицами определённого размера, которые сопоставим с величинами зазоров основных пар трения.

Для золотниковых пар с малыми перемещениями опасность засорения зазора возникает при превышении частицами загрязнений 33 % наименьшего значения зазора, а для пар с большими перемещениями – 75 %. Зависимости между размерами частиц и зазорами линейны и могут быть представлены в виде:

$$l_a = 0,75 \delta_{\min}, \text{ мкм};$$

$$l_o = 0,33 \delta_{\min}, \text{ мкм},$$

где l_a – допускаемый размер частиц загрязнений для гидрораспределителей и поршней гидромашин, мкм; l_o – допускаемый размер частиц для дросселирующих гидрораспределителей и пропорциональных гидроаппаратов, мкм; δ_{\min} – значение минимального зазора между конртелами различных гидроустройств, мкм.

При минимальных зазорах в современных гидроустройствах $\delta_{\min} = 5\text{--}20$ мкм размер частиц загрязнений в рабочей жидкости объемного гидропривода не должен превышать 5–30 мкм.

В соответствии с требованиями стандарта ISO 16889/1999, при лабораторных исследованиях определяют коэффициент β_x . Этот коэффициент представляет собой отношение числа частиц определённого размера x в образце рабочей жидкости до и после прохождения через фильтрующий элемент:

$$\beta_x = Z_{x(\text{вход})} / Z_{x(\text{выход})}$$

где $Z_{x(\text{вход})}$ и $Z_{x(\text{выход})}$ – концентрация частиц, превышающих по размеру заданное значение x , в образцах рабочей жидкости на входе и выходе из фильтра.

В зависимости от полученных результатов, коэффициент тонкости фильтрации выступает в роли критерия оценки результативности процесса очистки: при $x = 20$ – достигается номинальная тонкость фильтрации; при $x = 100$ – достигается абсолютная тонкость фильтрации.

Необходимо подчеркнуть, что при значении βx меньше единицы, сам фильтроэлемент становится источником загрязнения рабочей жидкости, что может произойти в случае разрыва фильтроэлемента. В то же время, при βx равном единице, загрязнения не задерживаются вовсе.

Грязеёмкость так же является косвенной характеристикой фильтра, характеризующей его способность очищать рабочую жидкость. Она зависит от того, насколько большая у фильтра фильтрующая поверхность. Если увеличить площадь фильтрующей поверхности в два раза, то срок службы фильтра увеличится в 2,5–3,5 раза.

Грязеёмкость фильтроэлемента определяют по формуле:

$$G_p = \frac{T_{c.c.1}}{1000} SPS \cdot Q \cdot S$$

где SPS – удельная интенсивность поступления загрязнений за 1000 ч эксплуатации гидропривода, л/мин, $T_{c.c.1}$ – заданный срок службы фильтроэлемента, ч; Q – расход (подача) насосов гидропривода, л/мин; $S = 1,2–2,0$ – коэффициент запаса, значение которого выбирают на основе учета следующих факторов:

- характер влияния среды (пыль, влага, температура);
- соблюдение указаний по техническому обслуживанию;
- контроль состояния фильтра электрическим или визуальным индикаторами;
- проведение профилактической замены фильтроэлементов.

По грязеёмкости рекомендуют подбирать фильтр из следующих условий:

– срок службы фильтроэлемента должен быть не менее 1000 ч эксплуатации гидросистемы, для чего удельная грязеёмкость фильтроэлемента должна составлять не менее 0,07 г/(л/мин);

– при номинальном расходе рабочей жидкости перепускной клапан фильтра при первом пуске (то есть при новом фильтроэлементе) не должен открываться до вязкости 200 мм²/с. Это значение вязкости соответствует приблизительно температуре рабочей жидкости 15 °С при использовании масла для гидросистем классов ISO VG 46 или HLP 46.

На практике класс чистоты рабочей жидкости в гидросистеме определяется исходя из требований к чистоте гидроустройств, нуждающегося в наиболее тщательной фильтрации.

Испытательный стенд по техническому заданию может быть установлен как в закрытом помещении, так и на открытом пространстве. К гидросистемам испытательных стендов предъявляют особенно жесткие требования при проектировании для обеспечения надежной и бесперебойной работы в любых условиях эксплуатации. Поэтому рекомендуют устанавливать фильтры в напорной и сливной гидролиниях, а также обязательны фильтры для заливки жидкости и фильтрации воздуха, поступающего в гидробак. Такая система фильтрации обеспечивает наибольшую защиту от попадания загрязнений при работе [3].

На рисунке 1 представлена разработанная принципиальная схема объемного гидропривода испытательного стенда с установкой фильтров на нагнетательной и сливной линиях. При проектировании произведена оценка требуемой тонкости фильтрации применяемых гидроустройств (табл. 1).

Таблица 1 – Необходимая тонкость фильтрации

Наименование гидроаппарата	Тонкость фильтрации
Гидроцилиндр ЦГ-260.160x1800. 55.000	30 мкм
Насос аксиально-поршневой 310.2.28.05.05	25 мкм
Предохранительный клапан АМ3-МО-Р/32	15 мкм
Клапан предохранительный пропорциональный РЗМЕ3-230/10N-D12K1	18 мкм
Распределитель HD3-ES-4C-024C/20	15 мкм

Произведенный анализ показывает, что напорный фильтр должен иметь тонкость фильтрации не более 15 мкм, а сливной – не более 25 мкм.

В результате чего в системе установлены напорный фильтр FPB11 В 04 С N FC 5E XX, обеспечивающий тонкость фильтрации до 10 мкм. Так же в систему установлен фильтр сливной FRA31 В 06 В N CD 32 WX с тонкостью фильтрации 20 мкм. В конструкции бака так же

предусмотрен фильтр сапун CFA22WCPE, предназначенный для защиты жидкости от загрязнений при заполнении бака перед началом работы.

Выбранные фильтры обеспечивают необходимую чистоту рабочей жидкости при работе оборудования и эффективно задерживают различные механические примеси.

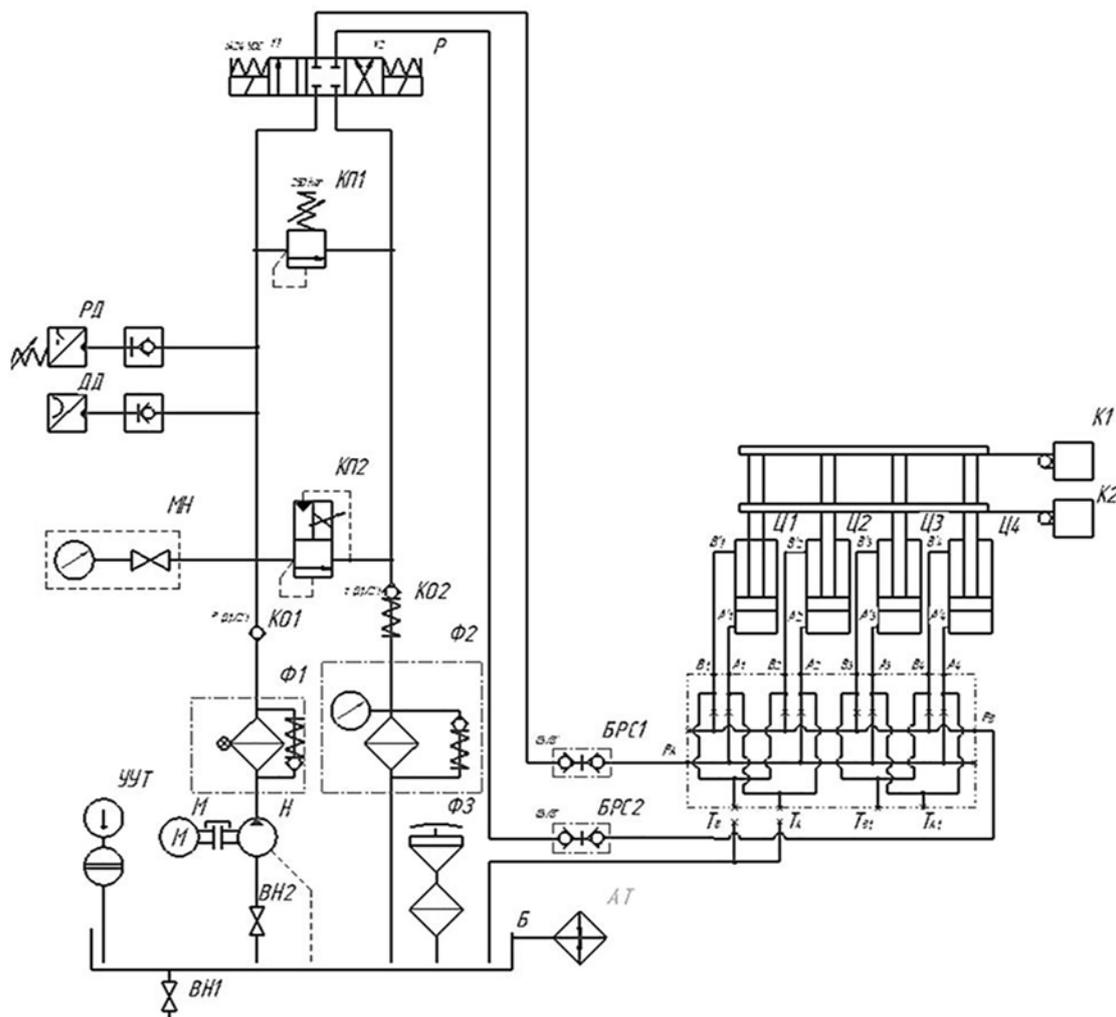


Рисунок 1 – Принципиальная схема гидросистемы испытательного стенда

Список использованных источников

1. Исаев, Ю. М., Корнев, В. П. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 176 с.
2. Грицай, И. В., Калашник, С. А. К расчету тонкости фильтрации рабочей жидкости и выбор фильтра для объемного гидропривода // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожного університету. – 2007. – №. 38.
3. Андреев, Ю. А. Снижение затрат на производство и эксплуатацию гидросистемы при повышении качества очистки рабочих жидкостей / Ю. А. Андреев, Д. О. Шмырев // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Международной научно-технической конференции (научные чтения, посвященные П. О. Сухому), Гомель, 22–23 ноября 2018 года. – Гомель: Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, 2018. – С. 50–52.