

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ОБЪЕМНОГО КПД В АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСАХ

Кривенков В. В. (студент, гр. ГА-41)

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,
Республика Беларусь*

Актуальность. Аксиально-поршневые гидромашины широко применяются в технологических и мобильных машинах и эффективность их эксплуатации в составе гидросистемы напрямую связана с коэффициентом полезного действия самой машины. Низкий КПД означает прямые потери энергии - утечки через зазоры преобразуются в тепло, вызывая перегрев системы и снижение вязкости жидкости, что ещё больше увеличивает утечки.

Цель работы – определить методы повышения объемного КПД, которые возможно реализовать на этапе проектирования объемного аксиально-поршневого насоса.

Анализ полученных результатов: Эксплуатация аксиально-поршневых гидромашин предполагает использование жидкостей с различными смазывающими свойствами. При этом существует обратная зависимость между вязкостью жидкости и величиной утечек: чем вязкость ниже, тем утечки в парах трения больше [1-3].

Уменьшение объемного КПД насоса обусловлено сжимаемостью рабочей жидкости и её утечками через зазоры. Анализ утечек в аксиально-поршневых машинах предполагает три основных канала потерь: радиальный зазор между плунжерами и расточками блока цилиндров; торцевой зазор в паре распределитель-блок цилиндров; зазоры в гидростатических опорах шайбы (для машин с наклонным диском). Эти зазоры формируют основные пути перетекания рабочей жидкости из зоны высокого давления в зону низкого давления, что непосредственно определяет величину объемного КПД насоса.

При определении утечек предполагается, что наиболее значимые утечки происходят в радиальном зазоре между плунжерами и блоком цилиндров, в зазоре между торцевым распределителем и блоком цилиндров, а для машин с наклонным диском ещё и в зазорах между гидростатическими опорами и наклонной шайбой.

Наиболее значимые потери до 70-80% возникают в торцевом зазоре между блоком цилиндров и распределительным устройством (рисунок 1). Для их снижения применяется комплексный подход. Во-первых, оптимизируется шлицевое соединение вала - увеличение длины шлица снижает угол крена блока цилиндров под нагрузкой, что предотвращает неравномерное увеличение зазора. Во-вторых, используются гидростатические опоры, которые создают поджимающее усилие,

пропорциональное рабочему давлению, тем самым компенсируя износ и поддерживая оптимальную толщину масляной пленки.



Рисунок 1 – Расход утечки в зазоре между торцевым распределителем и блоком цилиндров

Основной фактор – зависимость вязкости жидкости от температуры: при нагреве от 40 до 80°C вязкость минерального масла может снизиться на 60–80 %, что согласно законам гидродинамики ламинарного течения в щелях приводит к пропорциональному росту утечек через все зазоры.

Для компенсации этих эффектов применяют комплекс мер: поддержание температуры в оптимальном диапазоне 45–55°C, использование масел с высоким индексом вязкости, применение материалов с согласованными коэффициентами теплового расширения и специальные конструктивные решения с термокомпенсацией. Практика показывает, что поддержание оптимального теплового режима позволяет сохранить объемный КПД на уровне 95–97 %, в то время как перегрев до 70–80 °C может снизить этот показатель до 85–90 %.

Заключение. Основной способ увеличения объемного КПД аксиально-поршневых гидромашин на этапе проектирования – это уменьшение зазоров по условиям сохранения жидкостного трения и поддержания оптимальной вязкости жидкости рабочей жидкости.

Благодарность. *Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Андрееву Ю. А., старшему преподавателю кафедры «Нефтегазоразработка и гидропневмоавтоматика» за консультацию и помощь при проведении данного исследования.*

Список литературы:

1. Кривенков, В. В. Энергетические потери в объемной гидромашине / В. В. Кривенков, Ю. А. Андреев // Образование и наука в развитии технологий, экономики, общества : Материалы докладов 58-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов, посвященной 60-летию УО "ВГТУ". В 2-х томах, Витебск, 16–17 апреля 2025 года. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2025. – С. 426–428.

2. Шашков, В. С. Оптимизация величины зазора в паре трения "блок цилиндров-плунжер" / В. С. Шашков, Ю. А. Андреев // Материалы докладов 57-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / Витебский государственный технологический университет. – Витебск, 2024. – Т. 2. – С. 403–405.