

УДК 621.22 621.892

Филипова Людмила Геннадьевна, Ст. преподаватель,
Белорусский Национальный Технический Университет
Filipova Lyudmila Gennadevna,
Belarusian National Technical University

Джежора Светлана Владимировна, Ст. преподаватель,
Белорусский Национальный Технический Университет
Dzhezhora Svetlana Vladimirovna,
Belarusian National Technical University

Кузьмицкая Анна Ивановна, студентка,
Белорусский Национальный Технический Университет
Kuzmitskaya Anna Ivanovna,
Belarusian National Technical University

Садовская Дарья Александровна, инженер,
Белорусский Национальный Технический Университет
Sadovskaya Daria Alexandrovna,
Belarusian National Technical University

**ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОЗДУХА
И ВОДЫ В РАБОЧИХ ЖИДКОСТЯХ
THE PROBLEM OF REDUCING THE CONTENT
OF AIR AND WATER IN WORKING FLUIDS**

Аннотация. В данной статье анализируется проблема снижения содержания воздуха и воды в рабочих жидкостях и её влияние на надежность и эффективность систем гидравлики, теплообмена и смазки, а также на физико-химические свойства жидкостей и эксплуатационные характеристики оборудования.

Abstract. This article analyzes the problem of reducing the content of air and water in working fluids and its impact on the reliability and efficiency of hydraulic, heat exchange, and lubrication systems, as well as on the physicochemical properties of the fluids and the operational characteristics of the equipment.

Ключевые слова: Рабочие жидкости, кавитационные разрушения, гидропривод, гидравлическая система.

Keywords: Working fluids, cavitation damage, hydraulic drive, hydraulic system.

Введение

Проблема снижения содержания воздуха и воды в рабочих жидкостях, особенно в минеральных маслах, привлекает все большее внимание специалистов гидравликов. Наличие этих примесей негативно сказывается на работе гидравлических систем, приводя к кавитационным разрушениям, ухудшению смазывающих свойств, коррозии металлических элементов, снижению общего ресурса оборудования и нарушению плавности перемещения исполнительных органов.

Основная часть. В нормативно-технической документации на рабочие жидкости гидросистемы, в частности минеральные масла, не приводятся данные по растворимости газов (воздуха) и не учитываются их содержание, как в растворимом, так и в нерастворимом



(дисперсном) состоянии. Это создаёт серьёзные трудности при проектировании и эксплуатации гидроприводов, поскольку реальное содержание газов может существенно отличаться от расчётного.

Согласно закону Генри, количество растворённого газа пропорционально давлению и объёму растворителя. Многими исследователями экспериментально подтверждена справедливость этого закона для минеральных масел до давлений порядка 5 МПа, что даёт основания использовать его для инженерных расчётов в широком диапазоне рабочих режимов. Коэффициент выделения представляет собой отношение объёма выделяемого воздуха (приведённого к атмосферному давлению и температуре 0 °С) к объёму растворимого газа. Параметр важен для расчёта процессов дегазации и определения эффективности различных методов очистки, поскольку он позволяет оценить, какая часть растворённого газа может быть удалена при снижении давления. Коэффициент растворимости зависит от типа рабочей жидкости и её физико-химических характеристик. Процесс насыщения рабочей жидкости воздухом происходит достаточно интенсивно при непосредственном взаимодействии поверхности рабочей жидкости атмосферного воздуха. Это чаще всего наблюдается в гидробаках «открытого» типа, находящихся под атмосферным давлением, в аккумуляторах, а также тупиковых зонах гидропривода.

Одним из наиболее эффективных средств предотвращения контакта рабочей жидкости с атмосферным воздухом, а, следовательно, и её насыщения влагой и кислородом, является применение эластичных разделителей.

Разделители изготовлены из резины, армированной тканевыми прокладками из нейлона и полиэстера, что обеспечивает высокую прочность и эластичность при длительной эксплуатации в агрессивных средах, а также устойчивость к механическим повреждениям и температурным перепадам. Выбор необходимого типоразмера разделителя проводится как минимум с 25-процентным запасом по отношению к изменяющемуся (маневровому) объёму резервуара. Это позволяет компенсировать колебания уровня жидкости при работе гидросистемы, вызванные перемещением штоков гидроцилиндров, и предотвратить преждевременный выход разделителя из строя из-за чрезмерных деформаций. При этом допустимо вместо одного большого разделителя использовать два или более меньшего типоразмера, что повышает надёжность системы в целом и упрощает монтаж в ограниченном пространстве. При установке разделителя внутри резервуара для предохранения всасывающего отверстия от попадания случайных предметов на резьбовой штуцер монтируется загнутая труба. Разделители позволяют существенно увеличить срок службы минеральных масел и снизить износ пар трения, поскольку они предотвращают окисление масла кислородом воздуха и образование кислотных продуктов. При аварийном падении уровня жидкости в резервуаре может резко понизиться давление, что приведёт к кавитационному режиму работы насоса. Рекомендуется поэтому устанавливать сигнализацию с автоматическим отключением привода насоса при минимальном уровне масла или клапан разрыхления для сообщения внутренней полости резервуара с атмосферой.

Существенно снизить кавитационные процессы во всасывающих полостях насоса, а также уменьшить количество воздуха, проникающего при этом в зоны разрыхления, можно избыточным давлением в резервуаре или непосредственно во всасывающем патрубке насоса. Это обеспечивается следующими способами: верхней подачей рабочей жидкости, то есть расположением резервуара над насосом, что создаёт естественный гидростатический напор; подпиткой основного насоса вспомогательным, который подаёт жидкость под давлением; подачей во всасывающий патрубок объёмного насоса жидкости, поступающей в резервуар по сливной магистрали, что позволяет использовать энергию сливного потока.



В тупиковых каналах и в верхних точках гидросистемы (включая полости гидроцилиндра) могут скапливаться сравнительно большие объёмы воздуха, что приводит к запаздыванию срабатывания и нарушает плавность перемещения исполнительных органов гидромашины. Правда, в гидросистемах, спроектированных с учётом этого фактора, скапливающийся воздух после пуска насоса за короткое время выносится потоком жидкости в резервуар, откуда через сапун выходит в атмосферу. Однако в промышленности эксплуатируются гидросистемы, у которых соответствующие меры не предусмотрены, и воздух задерживается в полостях, ухудшая динамику привода. Поэтому для достижения устойчивой работы машины, особенно в период пуска после сборки, ремонта или длительной остановки, необходимо удалить накопившийся воздух. Для этой цели в верхних точках магистральных трубопроводов, в гидроцилиндрах, у которых присоединительные штуцера установлены не в верхних точках, а также в тупиковых каналах монтажных блоков, целесообразно применять устройства для удаления воздуха.

Для удаления воздушных полостей (мешков) из каналов гидросистемы при её заполнении рабочей жидкостью помимо использования воздухопускных каналов применяют способ дегазации жидкости перед заливкой. Из жидкости, подлежащей заливке в систему, с помощью вакуумного насоса отбирается растворённый воздух. После заполнения гидросистемы эта жидкость растворяет в себе воздушные мешки, что позволяет избежать образования газовых пробок и обеспечивает быстрое заполнение всех полостей. Известен и другой способ: залитую в гидросистему жидкость подвергают многократной циркуляции через мобильную установку, включающую вакуумную камеру.

Заключение

Проведённый анализ показывает, что проблема снижения содержания воздуха и воды в рабочих жидкостях гидравлических систем является комплексной и требует применения целого ряда инженерных решений, охватывающих как конструктивные меры, так и эксплуатационные приёмы. Применение эластичных разделителей позволяет надёжно изолировать рабочую жидкость от атмосферы, предотвращая её насыщение кислородом и влагой, а их широкий типоразмерный ряд обеспечивает выбор оптимального устройства для любого гидропривода. Создание избыточного давления (подпора) на всасывающей линии насоса – от простых гравитационных схем до сложных тепловых труб и струйных насосов – эффективно подавляет кавитационные процессы и уменьшает количество воздуха, проникающего в зоны разрыхления. Системы удаления накапливающегося воздуха из тупиковых зон и верхних точек, представленные как ручными пробками, так и автоматическими клапанами различных конструкций, обеспечивают своевременное удаление воздуха на всех этапах эксплуатации, особенно после ремонта или длительной остановки. Дегазация жидкостей перед заливкой и в процессе циркуляции, а также барботирование труднорастворяемыми газами дают глубокую очистку минеральных масел от растворённых газов и воды, значительно улучшая их физико-химические свойства. Тщательная герметизация всех соединений с применением современных уплотнительных материалов и регулярный контроль герметичности, в том числе с помощью метода «аквариума», являются базовыми условиями предотвращения подсоса воздуха.

Список литературы:

1. Учебник Сырицына (1990) Сырицын, Т. А. Эксплуатация и надёжность гидро- и пневмоприводов: учебник для вузов по спец. "Гидравлические машины, гидроприводы и гидротеплоавтоматика" / Т. А. Сырицын. – Москва : Машиностроение, 1990. – [247 с].
2. Книга под редакцией Башты (1989). Техническая диагностика гидравлических приводов / под общ. ред. д-ра техн. наук Т. М. Башты. – Москва: Машиностроение, 1989. – [263 с].

