



Рисунок 5 – Разбиение на типовые поверхности

реализуют план обработки на ЧПУ или других установках, необходимых для производства.

Таким образом, опыт, полученный в ходе преддипломной практики, показал важность и перспективность реверс-инжиниринга в современной промышленности, особенно в условиях импортозамещения и необходимости восстановления утраченной документации.

Список используемых источников

1. OQTON – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://oqton.com/geomagic-designx/>. – Дата доступа: 17.04.2025.

УДК 621.22(075.8)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ В ОБЪЕМНОЙ ГИДРОМАШИНЕ

Кривенков В. В. , студ. Андреевец Ю. А., ст. преп.

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

Реферат. В статье рассмотрен энергетический баланс объемной гидромашины, произведен анализ различных видов потерь, причины их возникновения, факторы, влияющие на их величину и способы снижения с целью повышения общего КПД гидромашины, применяемые на этапе проектирования конструкции и в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: объемные гидромашины, энергетический баланс, объемные потери, гидравлические потери, механические потери.

Объемные гидромашины (насосы и гидромоторы) широко используются в гидравлических системах для преобразования механической энергии в энергию потока жидкости и наоборот. Однако в процессе работы возникают энергетические потери, которые снижают КПД устройства. Эти потери связаны с различными физическими процессами и конструктивными особенностями гидромашин и их можно разделить на несколько основных видов: механические, гидравлические и объемные [1], [2], [3].

К гидравлической машине подводится определенная мощность P_{BX} , которая при выполнении баланса энергии определяется как сумма выходной мощности $P_{ВЫХ}$, мощности объемных потерь P_{V} , мощности гидравлических потерь $P_{Г}$ и мощности механических потерь $P_{МEX}$.

Объемную гидромашину можно схематически представить в виде комбинации элементарных органов: активного органа – идеальной гидромашины, работающей без потерь, и пассивных органов (тормоза Т, дросселей Д и Д1), которые символизируют потери в гидромашине (рис. 1).

Механические потери в объемной гидромашине связаны с трением и сопротивлением, возникающими при работе механических элементов устройства. Основными источниками механических потерь являются трение в подшипниках, уплотнениях, зазорах между подвижными и неподвижными деталями. В поршневых насосах механические потери возникают из-за трения поршней о стенки цилиндров, в шестерённых насосах – из-за трения между зубьями шестерней и корпусом, а в пластинчатых насосах – из-за трения пластин о ротор и статор.

Механические потери зависят от нескольких факторов, включая качество изготовления деталей, точность их подгонки, материал уплотнений и смазки, а также режим работы гидромашины. Например, при увеличении частоты вращения вала или давления в системе

механические потери могут возрасти из-за увеличения сил трения и нагрева деталей. Для снижения механических потерь применяются различные методы, такие как использование высококачественных материалов, улучшение обработки поверхностей, применение эффективных смазочных материалов и оптимизация конструкции гидромашины.

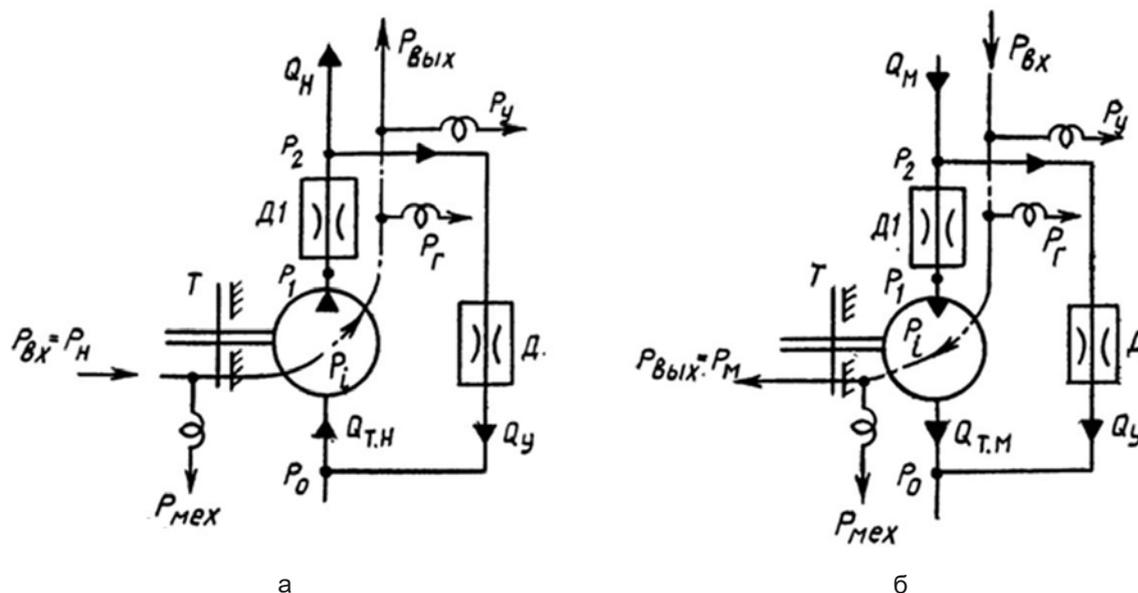


Рисунок 1 – Схематизация потерь энергии в объемных гидромашинах:
а – для насоса; б – для мотора

Способы снижения механических потерь:

- 1) применение современных подшипников и высококачественных смазочных материалов, уменьшающих трение и износ;
- 2) улучшение конструкции гидромашины;
- 3) своевременная замена изношенных деталей и уплотнений;
- 4) использование современных уплотнительных материалов с антифрикционными свойствами;
- 5) поддержание оптимальной температуры работы гидромашины, что предотвращает снижение вязкости рабочей жидкости и увеличение трения.

Гидравлические потери в объёмной гидромашине – это потери энергии, которые возникают из-за сопротивления движению рабочей жидкости через внутренние каналы и элементы конструкции гидромашины.

Основной причиной гидравлических потерь является вязкость рабочей жидкости. При движении жидкости через узкие каналы и зазоры возникают силы трения между слоями жидкости и между жидкостью и стенками каналов. Это приводит к диссипации энергии.

Местные сопротивления – еще одна важная причина гидравлических потерь. Они возникают в местах, где поток жидкости сталкивается с изменениями сечения каналов, поворотами, сужениями или расширениями. В этих зонах происходит торможение потока, его турбулизация и образование вихрей, что приводит к дополнительным потерям энергии. Для снижения местных сопротивлений важно оптимизировать конструкцию гидромашины, избегая резких изменений геометрии каналов и используя плавные переходы [4].

Гидравлические потери зависят от режима работы гидромашины: при высоких давлениях и скоростях потока потери возрастают из-за увеличения сил трения и турбулентности.

Способы снижения гидравлических потерь:

- 1) оптимизация конструкции включает создание плавных каналов, уменьшение зазоров между деталями и использование обтекаемых форм для снижения сопротивления потоку;
- 2) использование качественных износостойких материалов помогают минимизировать изменения поверхности и возникновение дефектов, вызывающих местные сопротивления;
- 3) выбор рабочей жидкости с оптимальной вязкостью и контроль ее температуры;
- 4) регулировка режима работы, в частности, поддержание оптимальных давления и

скорости потока;

5) регулярное техническое обслуживание и применение современных технологий. Регулярное техническое обслуживание, включающее замену изношенных деталей и чистку каналов, помогает поддерживать эффективность гидромашин. Использование современных технологий, таких как компьютерное моделирование и прецизионное изготовление, позволяет оптимизировать конструкцию и минимизировать потери.

Объемные потери в гидромашине представляют собой потери рабочей жидкости, которые возникают из-за утечек через зазоры и неплотности между подвижными и неподвижными элементами конструкции, следовательно, не весь объем жидкости, поступающей в гидромашину, используется для выполнения полезной работы, что снижает ее общий КПД.

Основной причиной объемных потерь является наличие зазоров между деталями гидромашин, которые необходимы для обеспечения их подвижности и предотвращения заклинивания: в поршневых насосах утечки происходят через зазоры между поршнями и цилиндрами, в шестеренчатых насосах – через зазоры между зубьями шестерен и корпусом, а в пластинчатых насосах – через зазоры между пластинами и ротором. Утечки также могут возникать через уплотнения и через зазоры в распределительных устройствах.

На величину объемных потерь влияют несколько факторов:

- 1) давление в системе: чем выше давление, тем больше утечки, так как жидкость сильнее просачивается через зазоры в области с меньшим давлением;
- 2) величина зазоров, которая стабильно увеличивается из-за износа деталей в процессе эксплуатации;
- 3) вязкость рабочей жидкости: при низкой вязкости утечки увеличиваются, т. к. меньше сопротивление потоку утечек через зазоры;
- 4) температура: при повышении температуры вязкость жидкости снижается, что может привести к увеличению утечек;
- 5) качество изготовления и сборки гидромашин напрямую влияют на величину зазоров и, соответственно, на объемные потери.

Способы снижения объемных потерь:

- 1) уменьшение зазоров за счет точной обработки деталей и высокого качества сборки;
- 2) использование качественных уплотнений, которые эффективно предотвращают утечки;
- 3) оптимизация конструкции гидромашин, в частности использование плавающих распределительных дисков в поршневых насосах, которые автоматически изменяют величину зазоров в зависимости от давления.

Таким образом, потери энергии в объемной гидромашине возможно минимизировать, предпринимая ряд мер, как на этапе проектирования и разработки конструкции, так и в процессе эксплуатации.

Список использованных источников

1. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Объемные гидро- и пневмомашин и передачи: учебное пособие для вузов. / Под ред. В.В. Гуськова – Мн.: Выш. шк., 1987. – 310 с.
2. Орлов, Ю. М. Объемные гидравлические машины: конструкция, проектирование, расчет. – М.: Машиностроение, 2006. – 223 с.
3. Андреевец, Ю. А. Объемные гидро- и пневмомашин : пособие / Ю. А. Андреевец. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 97 с.
4. Черленок, И. В. Способы уменьшения сопротивления каналов и предотвращения утечек гидропривода механизированного моста / И. В. Черленок, Ю. А. Андреевец // Материалы докладов 56-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : В ДВУХ ТОМАХ, Витебск, 19 апреля 2023 года. Том 2. – Витебск: Витебский государственный технологический университет, 2023. – С. 449–452.