

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ИЗНОСА ПАРЫ ТРЕНИЯ «БЛОК ЦИЛИНДРОВ - ТОРЦЕВОЙ ДИСК» В АКСИАЛЬНО-ПОРШНЕВЫХ НАСОСАХ		
تحليل طرق تقليل تآكل زوج الاحتكاك "كتلة الأسطوانة - القرص الطرفي" في مضخات المكبس المحوري		الشرح العلمي Научный руководитель
Жуков Дмитрий Александрович Студент гр ГА-41, ГГТУ им П.О. Сухого	Аннотация: рассматриваются конструктивные способы уменьшения износа пары трения "блок цилиндров - торцевой диск" в нерегулируемых аксиально-поршневых насосах типа А1, что способствует увеличению надежности и долговечности гидромашин, а также экономической эффективности их эксплуатации. Ключевые слова: износ, аксиально-поршневой насос, надёжность, эффективность, долговечность.	Андреевца Юлия Ахатовна Ст. преподаватель «Нефтегазоразработка и гидропневмоавтоматика» ГГТУ им. П.О. Сухого
ديمتري ألكسندروفيتش جوكوف طالب بجامعة سخوي الحكومية التقنية		أ. يوليا أхатовна أندريفيتس معيدة في قسم تطوير النفط والغاز والأتمتة الهيدروليكية الهوائية بجامعة سخوي الحكومية التقنية
الكلمات المفتاحية : التآكل، مضخة المكبس المحوري، الموثوقية، الكفاءة، المتانة		

Введение		المقدمة
При работе аксиально-поршневых машин износ пар трения оказывает значительное влияние на надежность, долговечность и экономическую эффективность оборудования, что делает разработку эффективных решений в этой области критически важной для машиностроения. Цель работы - произвести анализ конструктивных способов уменьшения износа пары трения "блок цилиндров - торцевой диск" в объемных насосах для применения наиболее рационального способа при проектировании аксиально-поршневого насоса с наклонным диском типаА1.		عند تشغيل آلات المكبس المحوري، فإن تآكل أزواج الاحتكاك له تأثير كبير على موثوقية المعدات ومتانتها وفعاليتها من حيث التكلفة، مما يجعل تطوير حلول فعالة في هذا المجال مهمًا للغاية للهندسة الميكانيكية. الغرض من العمل هو تحليل طرق التصميم لتقليل تآكل زوج الاحتكاك "كتلة الأسطوانة - القرص النهائي" في مضخات الإزاحة الإيجابية لتطبيق الطريقة الأكثر عقلانية عند تصميم مضخة مكبس محوري مع قرص مائل من النوع А1.
Результаты и обсуждение		النتائج والمناقشة
Особенности работы пары трения в аксиально-поршневом насосе с наклонным диском следующие [1- 2]: 1. блок цилиндров вращается относительно неподвижного торцевого диска под воздействием высокого давления рабочей жидкости (до 300–400 бар); 2. возвратно-поступательное движение поршней создает колебательные нагрузки и вибрации, которые усиливают износ контактирующих поверхностей; 3. в идеальных условиях присутствует жидкостный режим трения, где рабочая жидкость образует смазочную пленку между блоком цилиндров и торцевым диском, однако в условиях старения масла, загрязнений или пиковых нагрузок режим может переходить в полужидкостный или граничный, что приводит к увеличению трения и износа; 4. рабочие поверхности блока цилиндров и торцевого диска должны обладать высокой точностью обработки и минимальной шероховатостью (обычно $Ra \leq 0.2\text{--}0.4$ мкм) для удержания смазки и снижения трения; 5. материалы пары трения должны выдерживать высокие нагрузки и быть устойчивыми к абразивному износу и коррозии. Для уменьшения износа в паре трения "блок цилиндров - торцевой диск" нерегулируемого насоса типа А1 могут быть применены следующие конструктивные методы: 1. Применение износостойких материалов и покрытий. Нанесение графитовых или молибденовых покрытий на контактные поверхности снижает коэффициент трения и предотвращает задираание при высоких нагрузках. 2. Оптимизация геометрии и шероховатости контактных поверхностей. 3. Использование высокоэффективных рабочих жидкостей, обладающих смазывающими свойствами. 4. Оптимизация конструкции пары трения "блок цилиндров - торцевой диск" для снижения ударных нагрузок за счет выполнения дросселирующих канавок на торцевом диске. 5. Применение в гидросистеме с аксиально-поршневым насосом фильтров тонкой очистки, что уменьшает уровень абразивного износа на 40%. Комплексный подход к уменьшению износа пары трения "блок цилиндров - торцевой диск" в нерегулируемом аксиально-поршневом насосе типа А1 включает: 1. Использование закаленных сталей и защитных покрытий для повышения стойкости к износу. 2. Оптимизацию шероховатости контактных поверхностей для удержания смазки. 3. Применение высококачественных гидравлических масел и фильтров тонкой очистки. 4. Введение упругих элементов и балансировку конструкции для снижения вибраций и ударных нагрузок.		الخصائص التشغيلية لزوج الاحتكاك في مضخة المكبس المحوري ذات القرص المائل هي كما يلي [2-1]: 1. تدور كتلة الأسطوانة بالنسبة للقرص النهائي الثابت تحت تأثير الضغط العالي للسائل العامل (حتى 300-400 بار)؛ 2. الحركة الترددية للمكابس تخلق أحمالًا واهتزازات تذبذبية، مما يزيد من تآكل الأسطح الملامسة؛ 3. في ظل الظروف المثالية، يوجد وضع احتكاك سائل، حيث يشكل السائل العامل طبقة تشحيم بين كتلة الأسطوانة والقرص النهائي، ومع ذلك، في ظل ظروف شيخوخة الزيت أو التلوث أو الأحمال القصوى، يمكن أن يتحول الوضع إلى وضع شبه سائل أو حدودي، مما يؤدي إلى زيادة الاحتكاك والتآكل؛ 4. يجب أن تتمتع الأسطح العاملة لكتلة الأسطوانة والقرص النهائي بدقة معالجة عالية وخشونة ضئيلة (عادةً 0.2-0.4 $Ra \leq$ ميكرومتر) للاحتفاظ بالمواد المشحمة وتقليل الاحتكاك؛ 5. يجب أن تتحمل مواد زوج الاحتكاك الأحمال العالية وتكون مقاومة للتآكل والتآكل الكاشط. لتقليل التآكل في زوج الاحتكاك "كتلة الأسطوانة - القرص النهائي" لمضخة غير قابلة للتعديل من النوع А1، يمكن استخدام طرق التصميم التالية: 1. استخدام مواد وطلاءات مقاومة للتآكل. يؤدي وضع طلاءات الجرافيت أو الموليبدنوم على الأسطح الملامسة إلى تقليل معامل الاحتكاك ويمنع التآكل تحت الأحمال العالية. 2. تحسين هندسة وخشونة أسطح التلامس. 3. استخدام سوائل العمل ذات الكفاءة العالية وخصائص التشحيم. 4. تحسين تصميم زوج الاحتكاك "كتلة الأسطوانة - القرص النهائي" لتقليل أحمال التأثير من خلال عمل أخاديد خانقة على القرص النهائي. 5. استخدام المرشحات الدقيقة في النظام الهيدروليكي بمضخة مكبس محورية، مما يقلل من مستوى التآكل الكاشط بنسبة 40%. يتضمن النهج المتكامل لتقليل تآكل زوج الاحتكاك "كتلة الأسطوانة - القرص النهائي" في مضخة مكبس محوري غير قابلة للتعديل من النوع А1 ما يلي: 1. استخدام الفولاذ المقسى والطلاءات الواقية لتحسين مقاومة التآكل. 2. تحسين خشونة سطح التلامس للاحتفاظ بالمواد التشحيمية. 3. استخدام الزيوت الهيدروليكية عالية الجودة والفلاتر الدقيقة. 4. إدخال العناصر المرنة وموازنة الهيكل لتقليل الاهتزازات وأحمال التأثير.
Закключение		الخاتمة
На этапе проектирования конструкции аксиально-поршневого насоса с наклонным диском типа А1 необходимо применять износостойкие материалы и защитные покрытия, такие как твердые сплавы и керамические материалы, что способствует значительному увеличению срока службы узла. А также оптимизировать геометрию и шероховатость контактных поверхностей, что приводит к снижению коэффициента трения и предотвращении перехода в граничный режим трения. Данные конструктивные способы снижения износа увеличивают надежность и безотказность работы насоса.		في مرحلة تصميم مضخة المكبس المحوري ذات اللوحة المتأرجحة من النوع А1، من الضروري استخدام مواد مقاومة للتآكل وطلاءات واقية مثل السبائك الصلبة والمواد السيراميكية، مما يساعد على زيادة عمر خدمة الوحدة بشكل كبير. وكذلك لتحسين هندسة وخشونة أسطح التلامس، مما يؤدي إلى تقليل معامل الاحتكاك ويمنع الانتقال إلى وضع الاحتكاك الحدودي. تعمل طرق التصميم هذه على تقليل التآكل مما يؤدي إلى زيادة موثوقية المضخة وتشغيلها دون مشاكل.

Литература	
المراجع والمصادر	
1. Брель, В. В. Переходные процессы в асинхронном двигателе с тормозным устройством / В. В. Брель, В. В. Логвин // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого : научно-практический журнал. — 2022. — № 3. — С. 88—95.	
2. Силовые факторы в механизме аксиально-поршневой гидро-машины с наклонным диском/ Е.М Голубчикова, Ю. А. Андреевца // Материалы докладов 57-й Международной научно-технической конференции преподавателей и студентов : в 2 т. / УО "ВГТУ". - Ви-тебск, 2024. - Т. 2. - С. 392-394.	