

УДК 621.822.173; 621.892.6

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ В НАСОСАХ 2ВНР И 1СНУ4С ПРИ СМАЗКЕ ВОДНОЙ ЭМУЛЬСИЕЙ

Роцин М.Н.

Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН, г.Москва

Ключевые слова: испытания, смазка водой, водная эмульсия, подшипники скольжения, насос, антифрикционный материал.

Аннотация. Приведены результаты исследований насосов 2ВНР 32/20 и 1СНУ4С. Испытания показали вполне удовлетворительную работоспособность подшипников скольжения с покрытием С-1-У при смазывании их эмульсией Аквол-3. Результаты могут быть использованы при проектировании насосов с подшипниками скольжения при смазке водой или водной эмульсией.

RESEARCH OF EFFICIENCY OF SLIDING BEARINGS IN PUMPS 2VNR 32/20 AND 1SNU4C WITH THE GREASE WATER EMULSION

Roschin M.N.

*Institute of mechanical engineering named A.A. Blagonravov
of Russian Academy of Sciences, Moscow*

Keywords: test, grease water, water emulsion, bearings, pump, anti-friction material.

Abstract. The results of studies of pumps 2VNR 32/20 and 1SNU4S. Tests have shown very satisfactory operability of the slide bearings coated S-1-U lubrication of their emulsion Equal-3. The results can be used in the design of pumps with sliding bearings when lubricated with water or water emulsion.

Важнейшие задачи научно-технического прогресса в машиностроении – это повышение экономичности, надежности и ресурса машин, снижение их металлоемкости и энергозатрат. Комплекс перечисленных требований в значительной мере зависит от качества работы узлов трения, в основном определяющих ресурс машины в целом. Повышение единичных мощностей изделий, увеличение производительности машин обуславливают повышение частоты вращения рабочих валов и нагрузок на опоры, что требует создания и применения качественно новых видов подшипников и смазки, обеспечивающих надежную их работу.

Существенные преимущества и экономическую выгоду дает использование в качестве смазки подшипников скольжения жидкостей, являющихся рабочими для определенных типов и систем машин. Это позволяет упростить машину, избежать создания автономных подшипников с использованием других смазок, резко сократить габариты и материалоемкость изделия.

Особую ценность представляет возможность применения воды (водных эмульсий) в качестве смазки подшипников скольжения, являющейся во многих случаях рабочей жидкостью гидросистемы. Переход от смазывания

подшипников минеральными маслами к смазыванию водой позволяет не только снизить энергозатраты на трение и сэкономить дефицитные материалы, но также создать более благоприятные условия труда (отсутствие масляных паров) и исключить также опасные явления, как взрывоопасность и пожароопасность. Рациональное использование подшипниковых узлов, смазываемых водой, может повысить надежность и долговечность изделий, снизить их виброактивность.

Новые типы подшипников скольжения (новые материалы пар трения и конструкция), смазываемые водой, разработанные в ИМАШ РАН, позволили существенно повысить надежность и долговечность ряда изделий, отказаться от применения в опорах подшипников качения и от использования в качестве смазки минеральных масел.

Насыщение современных угольных шахт автоматизированными устройствами требует особого внимания к качеству работы и свойствам средств автоматизации и прежде всего к их гидравлическим устройствам.

Применение воды в гидравлических системах средств автоматизации угледобычи в шахтах кардинально решает вопросы загрязнения атмосферы шахт газами и опасности возникновения пожаров и взрывов. Однако до сего времени существуют трудности в обеспечении надежной и длительной работы.

В новых видах шахтного оборудования еще не в полной мере реализуются наиболее оптимальные конструктивные разработки узлов трения. Применение подшипников качения в насосных системах, подающих воду с содержанием небольших количеств антикоррозионных присадок, не обеспечивает в отдельных случаях надежную их работу и заданный ресурс. Насосные станции, куда входят подпиточный и поршневой насосы, осуществляющие подачу в систему гидравлики шахтного оборудования под высоким давлением рабочей жидкости – водной эмульсии Аквол-3, имеют ресурс всего 1...3 месяца.

Шарикоподшипники подпиточного шестеренчатого насоса быстро выходят из строя вследствие неблагоприятного воздействия на них водной эмульсии. Подшипники качения радиально-поршневого насоса имеют небольшой срок службы из-за попадания в картер, заполненный минеральным маслом, перекачиваемой эмульсии.

Сложность обеспечения автономной смазкой подшипников шестеренчатого насоса, что, по-видимому, и крайне нецелесообразно, приводит к необходимости использования в нем таких подшипников, которые удовлетворили бы условиям смазывания их перекачиваемой жидкостью.

Повысить надежность и ресурс радиально-поршневого насоса возможно двумя путями: либо применить подшипники, удовлетворительно работающие на водной эмульсии, устранив из системы минеральное масло с вытекающими отсюда положительными последствиями, либо осуществить полную герметизацию картера насоса от попадания в него из плунжерных пар водной эмульсии.

Цель работы – исследовать в насосах 2ВНР 32/20 и 1СНУ4С работоспособность подшипников скольжения, способных успешно эксплуатироваться при смазке рабочей жидкостью – водной эмульсией Аквол-3.

Конструирование подшипников, смазываемых водой, требует особого внимания, т.к. все положительные качества воды, как смазки подшипников, действительны только тогда, когда обеспечена жидкостная фаза трения.

Применение воды в качестве смазки гидродинамических опор вызывает значительное, по меньшей мере в шесть раз, уменьшение минимальной толщины несущего слоя по сравнению с тем, какой бы она была при тех же условиях нагружения, но в случае применения минерального масла. Поэтому при смазывании водой необходимо тщательно выполнять требования правильного и своевременного подведения смазки к несущему слою и распределения его на рабочей поверхности.

Применение воды в качестве смазки накладывает условие антифрикционности комплекса: материалы сопряженных поверхностей и смазки. При этом резко сказывается свойства подшипникового материала.

Исследования привели к выводу о целесообразности применения разработанного в ИМАШ РАН антифрикционного материала С-1-У при смазывании всеми видами воды и при высокой удельной нагрузке. Он также пригоден при смазке минеральными маслами [1].

Материал С-1-У в паре со сталью твердостью не ниже HRC43 длительно работоспособен при следующих показателях удельной нагрузки и скорости скольжения при смазывании водой: опорные подшипники – до 6МПа и 70 м/с, упорные – до 8МПа и 70 м/с. При температуре несущего слоя смазки до 180⁰С ресурс составляет 15000 часов.

Совместно с ОАО «ГИПРОУГЛЕМАШ» были изготовлены подшипники скольжения для насосов 2ВНР 32/20 и 1СНУ4С при смазке водной эмульсией Аквол-3. Подшипник скольжения состоит из внутренней втулки, изготовленной с покрытием С-1-У, и наружной втулки, изготовленной из стали 40Х13. Для предотвращения осевых перемещений вала насоса 2ВНР 32/20 на роторе установлены упорные подшипники скольжения с покрытием С-1-У. На рис.1 приведен ротор насоса с установленными втулками с покрытием С-1-У, а на рис.2 приведен упорные подшипники скольжения с покрытием С-1-У.

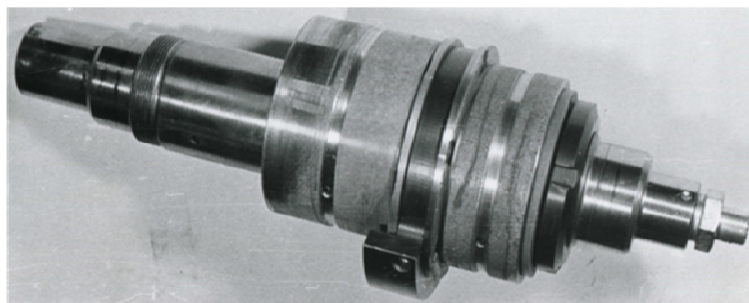


Рис. 1. Ротор насоса

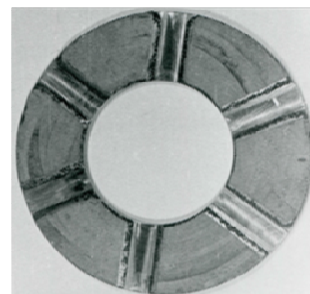


Рис.2. Упорный подшипник

Полость корпуса насоса заполнена рабочей жидкостью гидросистемы. К опорным подшипникам (левому и правому относительно муфты и двигателя) через втулку смазка подается под давлением. Смазка среднего подшипника осуществляется из полости вала через радиальные отверстия.

Насос 1СНУ4С относится к классу шестеренчатых, валы установлены в опорных подшипниках скольжения. Подшипник состоит из внутренней втулки, изготовленной с покрытием С-1-У, и наружной втулки, изготовленной из стали 40Х13. Смазка подшипников осуществляется из нагнетательной полости насоса рабочей жидкостью гидросистемы.

Испытания проводили с соответствии с программой и методикой 2ВНР 32/20.00.000 ПМ на испытательных стендах ОАО «ГИПРОУГЛЕМАШ». Испытания поршневого насоса проводились под нагрузкой 20МПа. Температура рабочей жидкости составляла 15...50⁰С, диапазон подпитки 0,4...0,55МПа. Концентрация присадки в рабочей жидкости доходила до 0,6% (обедненная эмульсия). Расход рабочей жидкости на охлаждение и смаку подшипников при номинальной нагрузке и давлении подпитки 0,4МПа их дренажных полостей составлял, л/мин: левый – 6,4; средний – 22; правый – 6.

После наработки 275 часов с момента установки подшипников насос был снят со стенда и разобран на ревизию. Диаметральные износ внутренних втулок с покрытием С-1-У составил 0...0,02 мм. Износ стальных наружных втулок мерительным инструментом с точностью до 0,01 мм не был зафиксирован.

Испытания подпиточного насоса 1СНУ4С проводились на двух экземплярах. Нагрузка первого составляла 0,4...0,55МПа, а второго – 0,6...0,73 МПа. Расход рабочей жидкости на смазку и охлаждение составляет, л/мин: первый насос, верхний штуцер – 2,6...4,3; нижний штуцер – 2,4...4,2; второй насос, верхний штуцер – 2,5...6,9; нижний штуцер – 3,6...7.

Ко второй точке контрольного осмотра 2ВНР 32/20 наработал 470 часов, первый 1СНУ4С – 693 часа, второй – 537 часов.

Выводы

Выполненные исследования показали вполне удовлетворительную работоспособность подшипников скольжения с покрытием С-1-У, установленных в два подпиточных насоса 1СНУ4С и в один поршневой 2ВНР 32/20 при смазывании их эмульсией Аквол-3 (в том числе обедненной до 0,6%).

По результатам исследований рекомендовано включить их в промышленные испытания.

Список литературы

1. Дьячков А.К. Особенности работы подшипников, смазываемых водой // Исследование смазочных материалов при трении. – М.: Наука, 1981. – С. 66-73.

References

1. Dyachkov A.K. Characteristics of the bearings lubricated with water // Research of lubricants in friction. – Moscow: Science, 1981. – P. 66-73.

Сведения об авторах:

Рошин Михаил Николаевич – к.т.н., ведущий научный сотрудник, Институт машиноведения им. А.А.Благонравова РАН, г.Москва

Information about authors:

Mikhail N. Roschin – candidate of technical science, leading researcher, Institute of mechanical engineering named A.A.Blagonravov of Russian Academy of Sciences, Moscow

Получена 20.10.2018