

НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

УДК [621.771.06-11:621.822]-192

Дудоров Е.А., Жиркин Ю.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА С ЦЕЛЮ ПРОДЛЕНИЯ ЕГО РЕСУРСА

Часто у инженера-конструктора при проектировании узлов подшипников качения (ПК) возникает вопрос о том, какой принцип смазывания в данном конкретном случае предпочтительнее. Существенную роль при этом играют экономические факторы, условия монтажа и эксплуатации оборудования, но необходимо также учитывать количество смазочного материала, необходимое для бесперебойной работы подшипника, цикличность подачи смазочного материала в подшипниковый узел, а также выбор типа и конструкции уплотнений.

Смазочный материал оказывает большое влияние на долговечность подшипников. Он уменьшает трение, снижает контактные напряжения, защищает от коррозии, способствует охлаждению подшипника. Для смазывания подшипника качения применяются пластичные (ПСМ) и жидкие смазочные материалы (ЖСМ). Жидкий смазочный материал в подшипнике более эффективно снижает потери на трение и охлаждает ПК в сравнении с ПСМ.

Ранее при проектировании оборудования для смазывания ПК применяли неэкономичные системы смазывания пластичным смазочным материалом, циркуляционные системы смазывания, системы «масляный туман» (аэрозоль). В последнее время наряду с традиционными способами смазывания широкое применение находят плёночные системы смазывания масловоздушной смесью (масло – воздух). Особенно эффективны они для смазывания опор, вращающихся с высокой скоростью, а также узлов трения, работающих в условиях большой запыленности, высоких температур, ударных нагрузок, с большой вероятностью попадания в места трения грязи, охлаждающей жидкости и других вредных компонентов, повышающих износ.

Рассмотрим основные подходы к проектированию систем смазывания на примерах одних из наиболее сложных объектов – опор валков прокатных станов.

1. Расход смазочного материала для смазывания ПК:

Для определения количества смазочного материала Q (см³/ч) при различных способах смазывания известный изготовитель подшипников фирма SKF рекомендует следующие формулы [1]:

- смазывание погружением

$$Q = (0,02 \dots 0,1) \cdot D \cdot B,$$

где D – наружный диаметр подшипника, мм; B – ширина подшипника, мм;

- смазывание пластичным смазочным материалом

$$Q = 0,003 \cdot D \cdot B;$$

- смазывание масляным туманом (масляный аэрозоль)

$$Q = 0,0005 \cdot D \cdot B;$$

- циркуляционное смазывание

$$Q = (0,0005 \dots 0,00083) \cdot D \cdot B;$$

- смазывание плёночной системой «масло – воздух»

$$Q = (0,00001 \dots 0,00006) \cdot D \cdot B,$$

где нижняя граница коэффициента относится к роликоподшипникам, а граница коэффициента для шарикоподшипников, особенно радиально-упорных, находится в верхнем диапазоне.

Как видно из представленных эмпирических зависимостей, наименьший расход смазочного материала наблюдается при применении циркуляционной системы смазывания и при смазывании плёночной системы «масло – воздух», но для циркуляционной системы требуется сложное оборудование и не всегда имеется возможность применить его. Системы «масло – воздух» в отличие от циркуляционной системы позволяют

смазывать ПК и частично герметизировать подшипниковый узел от попадания в него технических вод, окалины за счёт создания в нём избыточного давления воздуха в 0,02...0,08 МПа, но обладают меньшей охлаждающей способностью, нежели циркуляционные системы.

2. Подвод и распределение смазочного материала

Эффективность работы подшипникового узла во многом определяется способом подвода смазочного материала к поверхности трения и распределение его.

Обычно для четырехрядного радиально-упорного подшипника смазочный материал подают через специальные смазочные каналы в подушке подшипникового узла (рис. 1). В основном такая конструкция каналов применяется при смазывании пластичным смазочным материалом. При этом способе смазывания возможно возникновение ситуации, когда ПСМ в результате работы в подшипниковом узле меняет свои механические свойства, образуя защитное кольцо по диаметру свободной полости ПК, тем самым блокирует попадание свежей порции смазочного материала на поверхность трения роликов.

Также при такой конструкции смазочных каналов не осуществляется смазывание рабочей поверхности радиальных манжет, необходимое как для улучшения герметизации подшипникового узла, так и для увеличения ресурса самих манжет.

Попытки применить конструкцию смазочных каналов (см. рис. 1) для подвода масляного тумана в подшипниковый узел не дали ощутимых результатов, так как происходило неравномерное распределение смазочного материала между дорожками качения ПК, а также большая часть смазочного материала в виде аэрозоля уходила в атмосферу через зазоры в подшипниковом узле. В работе [2] (рис. 2) автор решает проблему подачи смазочного материала на дорожки качения с помощью специальных кольцевых распределителей 1, прикрепленных на разделительном кольце под-

шипника 2 либо вместо него. Данная конструкция распределителя 1 с соплами 3 по своей сути сложна и не решает такие задачи, как: возможность оперативного вмешательства в случае неисправности распределителя, сложность ревизии, невозможность обеспечения смазывания манжет.

При применении плёночной системы смазы-

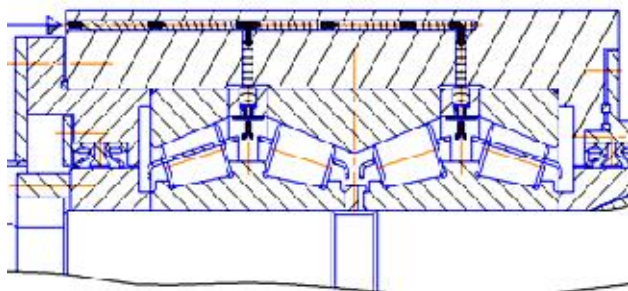


Рис. 1. Каналы для подвода пластичного смазочного материала к ПК

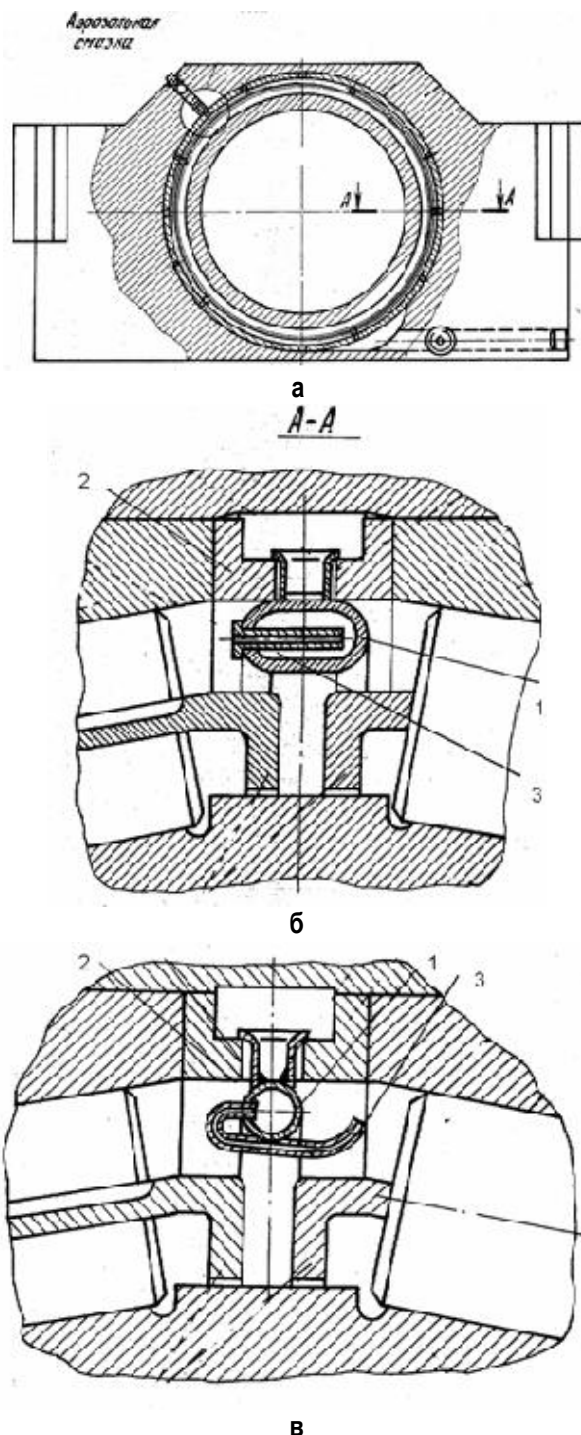


Рис. 2. Конструкция распределителей для смазывания системой масляный туман

вания (рис. 3) масло подводится в подшипник через специальные вставки с дюзами или делитель потока 1, 2, длина которых и диаметры выходных отверстий отличаются и согласовываются с конструкцией и размерами подшипника. Существующая схема подвода смазочного материала к четырехрядному радиально-упорному ПК через делители потока 1, 2 позволяет равномерно разделить маслораздушный поток на равные части, тем самым обеспечить смазывание поверхности трения ПК. Но при такой конструкции смазывающих устройств неудовлетворительно осуществлялось смазывание манжет, в результате чего они быстро выходили из строя по износу.

Поэтому в ЗАО «МПС» была разработана конструкция подшипникового узла (рис. 4) со специальными встроенными делителями потока 1, 2, позволяющими равномерно разделить маслораздушный поток для смазывания поверхности трения ПК, а также направлять часть маслораздушного потока через каналы 3, 4 на смазывание рабочих кромок радиальных манжет.

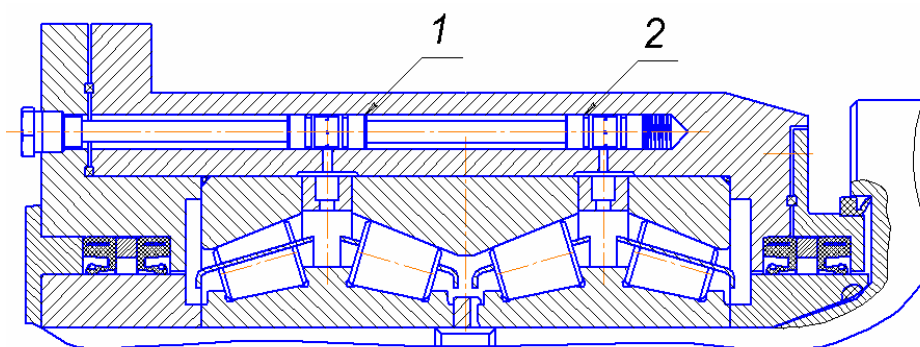


Рис. 3. Установка делителей потока для смазывания подшипника

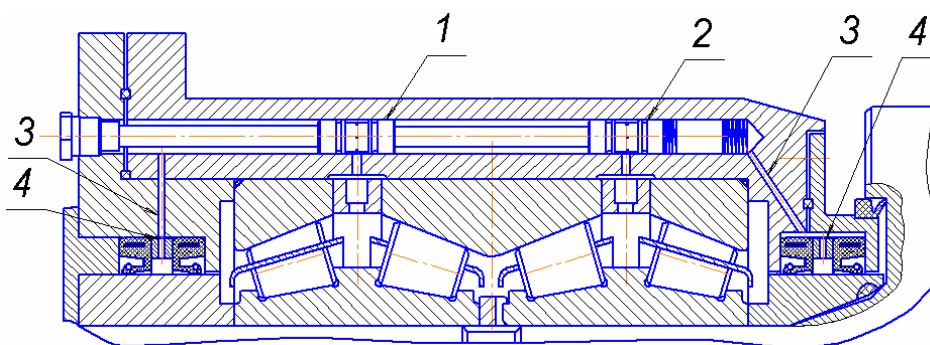


Рис. 4. Установка делителей потока для смазывания подшипника и манжет

Это привело к общему повышению герметизации подшипникового узла рабочего вала от проникновения воды, эмульсии, окалины, увеличился срок службы манжет и в целом всего подшипникового узла стана 630 х.п. ЛПЦ-8. В настоящее время прорабатывается возможность модернизации подшипникового узла рабочего вала 11-й клетки стана 2000 г.п. с применением специальных встроенных делителей потока.

УДК 621.771

Кадошников В.И., Куликов С.В., Шестопалов Е.В., Куликова Е.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ АГРЕГАТОВ ПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

До последнего времени вопрос отыскания оптимального по критериям надежности варианта построения технической системы не стоял так остро перед практикой управления такими системами, как в настоящее время. Процесс обеспечения требуемой надежности технической системы зачастую считается как бы сопутствующим процессу ее создания. В этом случае задача считается успешно выполненной, если удастся создать структуру системы, удовлетворяющую основным требованиям ее назначения. В связи с качествен-

ными изменениями, присущими современным техническим системам, в настоящее время серьезно возросли требования, предъявляемые к эффективности, а отсюда и к надежности данных систем. В условиях ограниченного финансирования, при необходимости обеспечения высокого качества функционирования различных технических систем, возникла необходимость синтеза таких их структур, которые обеспечивали бы (в течение требуемого времени и при заданных условиях эксплуатации) наилучшую реализацию возлагаемых