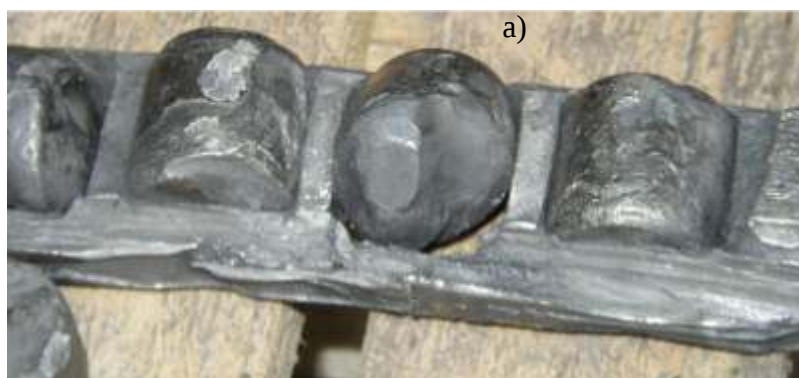


Накопление продуктов износа в смазочном материале.

Для поворота свода электродуговой печи используется трехрядное роликоподшипниковое поворотное кольцо (рисунок 1). Работа трехрядного роликоподшипникового поворотного кольца в условиях функционирования механизма связана: с частыми поворотами (100...160 циклов в сутки), односторонним воздействием высокой температуры раскаленного свода, значительной консольной и вертикальной нагрузками. Верхний ряд тел качения включает 244 ролика. Основные технические характеристики механизма поворота свода современной электродуговой печи: угол поворота свода – 95° ; скорость поворота свода - $5^{\circ}/\text{сек}$; масса свода – 50 т.



б)

Рисунок 1 – Конструкция (а) и общий вид (б) трехрядного роликоподшипникового поворотного кольца: 1 - опорные ролики; 2 - радиальные ролики; 3 - контропорные ролики; 4 – пыльник; 5 - неподвижное кольцо; 6 - подвижное кольцо.

Через четыре года эксплуатации произошло заклинивание механизма поворота свода, из-за повреждений элементов опорного кольца – сепаратора и роликов (рисунок 2). Работа электродуговой печи была остановлена на длительное время [1].

Проведенная ранее разборка отказавшего подшипника позволила установить, что полости всех рядов роликов были заполнены закоксовавшейся смазкой черного цвета. Особенно высокой плотностью отличалась смазка верхнего, разрушенного ряда роликов (рисунок 3а). Установлено преобладание абразивного износа из-за окисления (коксования) смазочного материала и накопления продуктов износа в застойной зоне верхнего ряда роликов (рисунок 3а). На поверхности роликов зафиксирована пленка продуктов коксования смазочного материала (рисунок 3б).



а)

б) Рисунок 3 – Элементы изношенного подшипника:

а) продукты окисления и износа в смазочном материале; б) продукты коксования на поверхности роликов

На беговых дорожках присутствовали трещины усталости (рисунок 4). Преобладающим являлся абразивный износ, что не позволило трещинам усталости развиваться до осповидного выкрашивания.



Рисунок 4 – Усталостные трещины
поверхностного слоя беговой дорожки
подшипника

Следствием стал ускоренный износ роликов и беговых дорожек верхнего ряда роликоподшипникового кольца, неравномерное распределение сил между телами качения. Это вызвало перекося роликов, прекращение перекатывания тел качения, деформацию роликов верхнего ряда и повреждения сепаратора (рисунок 2).

Практически, свежий смазочный материал не мог поступать в зону контакта роликов с беговой дорожкой из-за повышенного давления накопленной смеси. Источником абразива послужили продукты изнашивания, не отводимые смазочным

материалом с верхнего ряда роликов. Износ локализовался в районе верхнего ряда роликов. Износ радиального и нижнего ряда роликов отсутствовал.

Для смазки подшипника в неподвижном внутреннем кольце выполнены каналы на 4-х уровнях, в 8-ти точках по окружности кольца на каждом уровне. Смазывание осуществляется пластичной смазкой с использованием централизованной системы смазки. Конструкция подшипника не позволяла эффективно удалять продукты изнашивания подшипника и окисления смазки из верхнего ряда роликов, что и послужило причиной отказа - заклинивания свода в отвернутом положении.

Для повышения долговечности подшипника, исключения абразивного вида износа, предложено изменить режим смазывания (подача смазочного материала в меньшем объеме стала осуществляться чаще). Одновременно проведены мероприятия по защите подшипника от теплового излучения путем установки защитных экранов. Это привело к изменению характера износа подшипника, что было зафиксировано при осмотре подшипника принудительного замененного через 5 лет [2].

Разборка замененного подшипника показала, что условия смазывания всех рядов роликов были удовлетворительными. Только на верхнем ряду роликов присутствовали продукты износа (рисунок 5).



а)



б)

Рисунок 5 – Состояние смазки по рядам изношенного подшипника: а) продукты износа в смазочном материале опорного ряда; б) радиальный ряд роликов

На беговых дорожках верхнего кольца преобладало осповидное выкрашивание (рисунок 6), возникающее при переменных нагрузках и высоких давлениях, превышающих предел выносливости. Характерный вид изнашивания для деталей подшипников качения. Причина преобладания осповидного выкрашивания – увеличение массы свода, после установки дополнительных водоохлаждаемых секций и повышение динамических нагрузок на подшипник от воздействия электрической дуги, после установки более мощного трансформатора. Следы осповидного износа зафиксированы на отдельных роликах верхнего опорного ряда (рисунок 7).



Рисунок 6 – Усталостное выкрашивание на беговых дорожках подшипника



Рисунок 7 – Следы осповидного износа на поверхности роликов верхнего ряда

На роликах нижнего ряда отмечена начальная стадия осповидного износа – шелушение поверхностного слоя.

Обнаружены фрагменты поврежденного сепаратора в полости подшипника. Все это позволяет утверждать, что замена подшипника проведено своевременно, дальнейшая эксплуатация привела бы к отказу и внеплановой остановке электродуговой печи. В тоже время изменение режима смазывания позволило практически исключить абразивный износ.