

Смазка трансмиссии силовых установок гидроэлектростанций

1. Введение

Гидроэлектростанции призваны служить на протяжении многих десятилетий. Однако превращение энергии воды в электрическую энергию лишь тогда по-настоящему устойчиво и рационально, когда все компоненты и узлы электростанции имеют длительный срок службы. Ключевую роль при этом играет силовая передача крутящего момента турбин и выбор смазочных материалов для редуктора. Применение высокопроизводительного трансмиссионного масла позволяет продлить срок службы смазочного масла и всей трансмиссии, а также положительно сказывается на количестве отработанного масла. Это непосредственно приводит к снижению эксплуатационных расходов.

Редукторы гидроэлектростанций по-прежнему смазывают обычными промышленными трансмиссионными маслами класса CLP. Однако эти масла зачастую не в состоянии выдержать экстремальных условий эксплуатации. Типичным примером служит одна из немецких гидроэлектростанций, на которой в конце 60-х годов прошлого века была впервые установлена горизонтальная осевая гидротурбина. Для смазки редуктора использовали масло CLP 100. После поломки редуктора его пришлось заменить. Однако несколько месяцев спустя снова проявились отчетливые признаки износа.

После этого фирма Kochendörfer Wasserkraftanlagen Turbinen-Maschinenbau e.K. из баварского города Георгенберг для окончательного исправления ситуации перешла к использованию трансмиссионного масла Eco Gear производства немецкой компании ADDINOL. Это смазочное масло применяется компаниями-операторами электростанций уже в течение многих лет, что позволяет редукторам работать практически без износа и дает заметную экономию средств.

Зачастую именно при покупке смазочных материалов их цена является субъективным критерием. Подчас более дорогой продукт обеспечивает более длительный срок службы, уменьшает трение и износ, снижает затраты на энергопотребление и техническое обслуживание. Однако менеджеры по закупкам, как правило, не могут оценить, каким образом приобретение более качественного, хотя и более дорогого масла позволит в дальнейшем сэкономить. Поэтому желатель-

но, чтобы к участию в принятии решения о том, какую смазку лучше приобретать, были привлечены специалисты по техническому обслуживанию. Они помогут выбрать смазочные материалы, наиболее предпочтительные с технико-экономической точки зрения.

2. Редуктор и масло в испытании на выносливость

Узлы гидроэлектростанции находятся в непрерывной работе: как известно, массы воды, падающие на турбину, приводят ее во вращение с высоким крутящим моментом, а вращение прямо или опосредованно передается через редуктор на вал генератора. А уже генератор преобразует механическую энергию в электрический ток.

Редуктор при этом испытывает сильную вибрацию и воздействие экстремальных давлений. По сути, он работает под водой, хоть и находится в прочном и весьма надежно герметизированном металлическом корпусе. Но, несмотря на все меры предосторожности, все же нельзя исключить попадания воды в агрегат — например, при разгерметизации. Это создает угрозу коррозии и износа, вплоть до выхода из строя всего редуктора. Поэтому к выбору трансмиссионного масла необходимо подойти особо тщательно. Ведь масло должно не только обеспечивать надежную смазку всех узлов редуктора, но и поглощать в максимально возможной степени повышенные нагрузки, приходящиеся на редуктор. Только при соблюдении этого условия редуктор способен выдержать длительное испытание на выносливость.

3. Критерии выбора трансмиссионного масла

Ключевыми факторами при выборе трансмиссионного масла являются максимальная защита от износа и коррозии, отличная деэмульгирующая способность и высокая стойкость против старения.

3.1 Защита от износа и эффект «заглаживания» поврежденных мест

Для смазки на гидроэлектростанциях широко применяются трансмиссионные масла производства компании ADDINOL — масло Eco Gear M на минеральной основе и масло Eco Gear S на синтетической основе. Масло обеих марок содержит комплекс присадок

Surftec®. Этот комплекс приспособляется к переменным нагрузкам на зубчатые передачи и вступает в оптимальное взаимодействие с механической частью редуктора. Смазочный материал препятствует развитию точечного выкрашивания и точечной коррозии, оказывает сопротивление абразивному износу. Смазка создает надежную защиту конструктивных материалов от эрозии и усталости, снижает коэффициент трения. В результате обеспечиваются отличные смазывающие свойства и увеличивается доля несущей поверхности. Даже ранее поврежденные поверхности вновь приобретают гладкость. Острые края на уже выкрошенных участках сглаживаются. Это возвращает ходу плавность, практически избавляя от износа и трения. Вместо неуклонного развития масштабов и величины повреждений они постепенно сходят на нет.

О мощностных характеристиках промышленных трансмиссионных масел судят по результатам испытаний, получивших международное признание. Масла Eco Gear показали себя очень хорошо — например, они достигли показателей I класса предельной нагрузки по данным теста на серые пятна компании Flender, показали высокие результаты в ходе испытания FE-8 для подшипников качения и высочайшие характеристики несущей способности по результатам нагрузочного испытания FZG.

3.2 Защита от коррозии

Почти все современные смазочные материалы содержат добавки, призванные обеспечить защиту от коррозии. Коррозия — это химическое разрушение, свойственное практически всем металлическим поверхностям. Она возникает в результате реакции металла с водой, растворами солей и кислот. Антикоррозионная присадка к смазочному материалу образует защитную пленку благодаря химической реакции или отложению полярных соединений на поверхности металла. Но обычные трансмиссионные масла зачастую не способны создать антикоррозионную защиту на должном уровне. Кроме того, содержащиеся в них противоизносные присадки откладываются на боковых поверхностях зубьев. При этом оба типа присадок нередко вступают в конкуренцию между собой, и в итоге защита от коррозии оставляет желать лучшего.

Масла Eco Gear успешно выдержали испытания согласно стандарту DIN ISO 7120 применительно к стали. Очень легко корродируют цветные металлы, в особенности медь и медьсодержащие сплавы (например, бронза или латунь). В ходе испытаний коррозионного

воздействия на медь при помощи медной ленты в течение более 3 часов при 100 °C в соответствии со стандартом DIN ISO 2160 был показан хороший уровень антикоррозионной защиты. В то время как при испытании медной ленты в присутствии обычного промышленного трансмиссионного масла коррозия оставила заметные следы на металлической ленте, в присутствии масла Eco Gear никакого изменения цвета ленты не наблюдалось. Коррозия не оказывала воздействия на материал.

3.3 Дезэмульгирующая способность

Проникновение воды в систему циркуляции масла при возможном повреждении уплотнений или в результате утечки требует незамедлительных действий. Вода и масло смешиваются, образуя эмульсию. Стабилизация этой эмульсии резко снижает смазывающую способность масла и способствует коррозии металла. По этой причине высокопроизводительное трансмиссионное масло должно обладать отличными дезэмульгирующими свойствами. Только так можно максимально быстро отделить воду, чтобы она не могла вызывать дальнейших повреждений. Малые количества воды отделяются в масляном поддоне и вреда не наносят; большие количества приходится сливать в специально отведенном для этого месте. На некоторых ГЭС более старой постройки предусмотрены специальные центрифуги, установленные в обходных магистралях. Однако при содержании воды выше допустимого соотношения даже самое лучшее высокомоментное трансмиссионное масло подлежит замене.

Для проверки дезэмульгирующей способности нагревали на бане при 50 °C 40 мл дистиллированной воды, а также 40 мл двух сортов промышленного трансмиссионного масла и масла Eco Gear. Воду и масло смешивали, взбивая лопастной мешалкой при 1500 об./мин. в течение пяти минут. В то время как высококачественное трансмиссионное масло уже через 30 минут отделило воду и стало прозрачным, эмульсия двух других масел по-прежнему была устойчивой даже по истечении 60 минут, то есть отчетливого отделения воды не наблюдалось.

3.4 Старение масла

Все без исключения смазочные материалы стареют в ходе эксплуатации, при этом происходит их окисление под действием кислорода. Высокие температуры, продолжительная эксплуатация, наличие продуктов износа и возможных примесей (например, воды или пыли) ускоряют этот процесс. Чтобы отсрочить его как можно сильнее, в современные

смазочные материалы добавляют антиоксиданты.

Более того, стойкость против старения может быть еще повышена применением специального комплекса присадок Surftec®; в результате ход трансмиссии в отсутствие продуктов износа существенно улучшается.

В ходе испытания на окисляемость (DKA Oxidationstest) согласно стандарту DIN EN ISO 13438 масло подвергают ускоренному старению. Его нагревают при 130 °С в течение 192 часов. В то время как масло Eco Gear образует лишь незначительный осадок, на поверхности образцов других промышленных трансмиссионных масел была заметна отвержденная лаковая пленка.

Для масел сорта Eco Gear гарантируется срок службы в четыре года в трансмиссиях, используемых в любых отраслях промышленности, без необходимости замены масла. На протяжении всего гарантийного срока

осуществляется текущий эксплуатационный контроль путем анализа масла через определенные промежутки времени. Если, вопреки всем ожиданиям, возникает проблема и она объективно связана с самим маслом, все масло в редукторе будет заменено бесплатно.

Во время эксплуатации трансмиссионного масла проводятся его анализы. Установленные правила однозначны и их соблюдение не составит труда.

Высокомощное трансмиссионное масло в сочетании с дополнительной долгосрочной гарантией являются залогом бесперебойной и долгосрочной эксплуатации. Эксплуатационные расходы, стоимость обслуживания и ремонта значительно снижаются благодаря увеличению интервалов между заменами масла, снижению затрат на техническое обслуживание и достижению оптимального срока службы редуктора.

Перевод статьи «Getriebeschmierung in Wasserkraftwerken», опубликованной в немецком журнале «Wasserkraft & Energie», 4/2010 (ноябрь), стр. 1—5.