



Минпромэнерго
России



Роспром



Российский Союз
поставщиков
металлопродукции



ГНЦ РФ
ВНИИМЕТМАШ



ГНЦ РФ
ЦНИИЧЕРМЕТ



ГНЦ РФ
Гинцветмет



ОАО «Институт
Цветметобработка»



Московский институт
стали и сплавов



АО
Черметинформация



Институт сервисных
металлоцентров



Международный
союз
Металлургмаш

НЕДЕЛЯ МЕТАЛЛОВ В МОСКВЕ

13 – 17 ноября 2006 г.

Сборник трудов конференций и семинаров

Москва
2007

ПРОЧНОСТНАЯ НАДЕЖНОСТЬ И РЕСУРС МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ МАШИН

И.А.Сурков

ООО «Надежность Плюс»

Металлургические машины входят в состав производств, составляющих основу промышленного и оборонного потенциала России. Практически все металлургические машины находятся в эксплуатации 30–40 и более лет, поэтому сохранение и развитие этого потенциала возможно только при обеспечении прочностной надежности базовых деталей, составляющих собственно машину. Самые большие усилия среди машин металлургического производства развивают мощные гидравлические прессы, поэтому для них наиболее актуальными являются вопросы обеспечения и сохранения прочностной надежности базовых деталей. Рассмотрим на примере базовых деталей мощных гидравлических прессов постановку и возможности решения задач по оценке и обеспечению ресурса тяжелых металлургических машин на дальнейший длительный период эксплуатации.

Представление о важности работ по увеличению прочностной надежности гидравлических прессов дает количество деталей, изготавливаемых для замены разрушенных. Так, только по данным ПО «Уралмаш» и Коломенского СПО в период с 1970 по 1979 г. для замены разрушенных изготовлено 149 колонн, 105 цилиндров, 149 поперечин общей массой 8500 т. Большая часть запасных деталей предназначалась для прессов, изготовленных ПО «Уралмаш» и Коломенским СПО, т. е. машиностроительные заводы производили в большом количестве запасные детали для прессов собственного изготовления. В последние годы число отказов возросло, так как увеличились сроки эксплуатации.

Однако нет ни одного гидравлического пресса, для которого завод-изготовитель (поставщик) указал бы показатель надежности базовой детали и дал его количественную оценку. В какой-то степени показателем надежности можно считать гарантийный срок, который дает поставщик при поставке нового оборудования заказчику. По сложившейся практике гарантийный срок на кузнечно-прессовое оборудование составляет 12 месяцев. Это означает, что завод-изготовитель поставляет новую деталь, если разрушение штатной детали произойдет в период гарантийного срока. Убытки, связанные с простоями оборудования завод-изготовитель не возмещает. Опыт эксплуатации показывает, что разрушение базовых деталей происходит по истечении времени гарантийного срока.

Длительный период эксплуатации между окончанием срока гарантии и наступлением отказа приводит к восприятию отказа как неизбежного события, что связано с выработкой определенного психологического фактора. Он зак-

лючается в том, что заказчики считают оборудование, созданное крупнейшими машиностроительными заводами, отвечающим последнему слову науки и техники и, следовательно, имеющим максимально достижимую для современного уровня долговечность. В связи с этим отказы, происходящие после длительного периода эксплуатации, воспринимаются как естественное следствие истощения положенного ресурса. Бытует выражение «металл устал», что снимает необходимость дальнейшего поиска причин отказов. Поставщики ресурс на базовые детали гидравлических прессов не устанавливают, и в случае систематических разрушений таких деталей ресурс определяется по факту.

В настоящее время положение существенно изменилось. Заказчику стали важны не столько средства, потраченные на изготовление запасной детали, сколько предотвращение значительного экономического ущерба, связанного с простоем оборудования при изготовлении и монтаже новой детали. Экономический ущерб от простоя оборудования всегда значительно превышает стоимость разрушенной детали, даже если есть запасная деталь для ее замены. В этих условиях заводы, эксплуатирующие оборудование, оказываются максимально заинтересованными в обеспечении его прочностной надежности. Для действующих мощных гидравлических прессов ООО «Надежность Плюс» проводит работы по следующим основным направлениям.

1. Экспертиза состояния действующих машин и оборудования и выявление единиц, которые выйдут из строя до окончания срока эксплуатации.

2. Предупреждение отказов узлов и деталей действующих машин на основе разработки и внедрения специальных конструктивно-технологических решений.

3. Восстановление на месте и в цеховых условиях крупногабаритных деталей в случае их разрушения или недопустимого износа сопряженных поверхностей.

4. Модернизация узлов и деталей для замены разрушенных, устраняющая конструктивные и технологические ошибки, вызвавшие разрушение, что позволяет увеличить срок службы вновь изготовленных деталей до наступления срока морального износа оборудования.

5. Установка систем диагностики прочностной надежности базовых деталей с возможностью управления прочностными и технологическими параметрами оборудования.

Работы по отмеченным выше направлениям были проведены для гидравлических прессов различного технологического назначения силой от 10 до 750 МН. Общей задачей, которую приходится решать для каждого пресса и выполнения требований каждого вышеуказанного пункта, является установление причин произошедших или возможных при дальнейшей эксплуатации разрушений базовых деталей. Для организации рациональной постановки работ по увеличению прочностной надежности покажем причины отказов основных классов базовых деталей.

Колонны. Анализ отказов колонн, выполненный при восстановлении их работоспособности, показал, что практически все отказы вызваны отсутствием предварительной затяжки колонн в поперечинах. Штатное рабочее нагружение колонны при отсутствии затяжки вызывает раскрытие стыков между внутренними гайками колонн и поперечинами, всю нагрузку колонны начинает воспринимать ее внешняя резьба, что приводит к разрушению резьбы и колонны. Работа колонн с раскрытыми стыками вызывает также выработку контактных поверхностей поперечин, изменяет геометрию пресса, увеличивает износ плунжеров и бронзовых втулок, выводит из строя систему гидравлики.

Недостаточная величина или полное отсутствие усилия затяжки колонн вызваны ошибками поставщика, в результате которых первоначальная затяжка при монтаже прессы не обеспечивает длительной работы колонн в проектных условиях (без раскрытия стыков).

Гидравлические цилиндры. Результаты расчетов главных цилиндров мощных гидравлических прессов показывают, что максимальные напряжения по контуру галтели днища меньше напряжений по контуру галтели фланца, тем не менее во многих случаях разрушения цилиндров связаны с возникновением и развитием усталостных трещин в галтели днища. Причина снижения сопротивления усталости зоны галтельного перехода связана с тем, что в зону максимальных напряжений попадают металлургические дефекты. Наличие металлургических дефектов в зоне днища является технологической ошибкой поставщика и причиной разрушения сварно-кованых цилиндров, заложенной на стадии изготовления.

Литые поперечины. Поперечины прессов изготавливаются главным образом из литой стали Ст35Л. Отказы поперечин вызваны возникновением и развитием усталостных трещин на контурах технологических и конструктивных отверстий во внутренних ребрах, внешних стенках и растянутых пластинах. Максимальные напряжения на контурах этих отверстий значительно превышают предел выносливости материала.

Отмеченные выше и практически все другие случаи отказов базовых деталей обусловлены конструктивно-технологическими ошибками поставщиков. Поэтому наиболее правильным решением вопроса обеспечения прочностной надежности базовых деталей является увеличение гарантийного срока эксплуатации этих деталей до наступления срока морального износа оборудования.

В настоящее время можно выявить все конструкции, которые выйдут из строя до окончания срока эксплуатации, разработать и внедрить технические решения по предупреждению разрушений. Но сложность этих работ и значительный экономический ущерб для заказчиков связаны с тем, что работы по продлению ресурса детали или узла начинаются после частичного или полного их разрушения. Это обусловлено тем, что заказчику не известны фактический уровень прочностной надежности в начале эксплуатации и изменение этого уровня в процессе эксплуатации. Для скорейшей ликвидации этого пробела необходимо разработать паспорта прочностной надежности базовых деталей, содержащие следующие данные:

- уровни напряжений и гарантированную прочность материала в наиболее напряженных зонах;
- результаты обследования деталей с оценкой их состояния на данный момент;
- периодичность и методы контроля наиболее опасных зон;
- технические решения по предупреждению отказов.

Заключение. В настоящее время многие трудности в хозяйственно-экономической деятельности обуславливаются физическим износом машин и оборудования. Однако анализ результатов эксплуатации мощных гидравлических прессов показывает, что разрушения крупногабаритных тяжелонагруженных машин и оборудования вызваны в большинстве случаев недостаточным вниманием к обеспечению надежности этих машин во время эксплуатации.

Успех работ по обеспечению надежности и увеличению ресурса металлургических машин определяют своевременность и качество их проведения. Легче предупредить разрушение, чем ликвидировать его последствия. Чем раньше осуществлена профилактика разрушения, тем меньше ущерб.