



СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ НАГРУЗКИ НА КОЛОННЫ МОЩНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРЕССОВ

Н.П. Коркин (ОАО "Корпорация ВСМПО-АВИСМА"),
М.И. Перцовский ("Лаборатория автоматизированных систем (АС)"),
Д.В. Сафронов, И.А.Сурков (ООО "Надежность Плюс")

Описаны структурная схема и возможные режимы работы системы контроля, используемой для предотвращения аварийного нагружения гидравлического пресса и корректировки параметров ТП.

Ключевые слова: гидравлический пресс, система контроля и ограничения напряжений, тензометрические каналы, сила пресса.

Мощные гидравлические прессы, осуществляющие ТП обработки давлением, входят в состав машин, составляющих основное оборудование многих отраслей промышленности. Среди технологических машин гидравлические прессы имеют самый высокий уровень абсолютных и удельных нагрузок, поэтому вопросы прочности имеют первостепенное значение для обеспечения надежной работы как отдельных прессов, так и высокопроизводительных технологических линий, в состав которых они входят.

Исследования напряженного состояния и прочности базовых деталей мощных гидравлических прессов [1, 2] показали, что самые высокие напряжения возникают в колоннах пресса. В связи с этим, обеспечение надежной работы прессовой установки в значительной степени определяется возможностями контроля и ограничения уровня напряжений в колоннах. Принципы построения и элементную базу таких систем контроля и ограничения напряжений (СКОН) покажем на примере гидравлического пресса силой 300 МН конструкции Уральского завода тяжелого машиностроения (УЗТМ). Пресс (рис.1) находится в эксплуатации с 1961 г., его масса – 6500 т, общая высота 22,5 м, высота над уровнем пола (уровень пола проходит по нижним внутренним гайкам) 12,5 м, длина 11 м, ширина 9 м, диаметр гладкой части колонн – 760 мм.

Нагрузка на колонну определяется средней относительной деформацией ее гладкой части. Для измерения деформаций применя-

ются тензометры (тензометрические датчики) различной конструкции. Для измерения нагрузки круглой колонны достаточно двух тензодатчиков, установленных диаметрально противоположно. Для измерения изгибающих моментов и полного определения напряженного состояния колонны необходима установка как минимум еще одного тензодатчика, сдвинутого на четверть круга относительно двух первых.

Изначально при монтаже пресса для его защиты от поломки была установлена аппаратура контроля нагружения колонн, включающая сельсинные (механические) тензометры с одним и двумя датчиками, хомуты для их закрепления на колоннах, принимающее устройство и блок питания. Обратная связь с системой управления пресса не предусматривалась. Сельсинные тензометры имели значительные размеры (мерительная база 600 мм), поэтому были установлены выше основания только на четырех колоннах, не имеющих ходоограничителей. Тензометры находились в зоне обслуживания пресса, поэтому быстро вышли из строя из-за жестких условий эксплуатации. Неоднократные попытки восстановить систему не увенчались успехом, поэтому было принято решение разработать новую систему контроля и ограничения нагрузки на колонны пресса.

Современная система диагностики для измерения деформации колонн установлена на пресс и введена в эксплуатацию в 2004 г. Здесь использованы тензорезис-

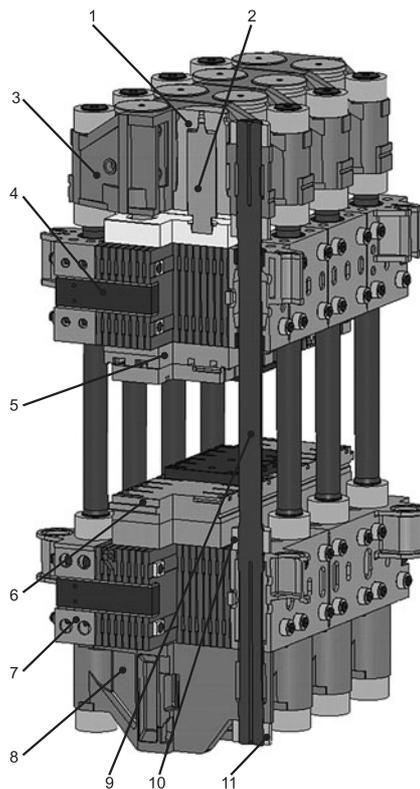


Рис. 1. Гидравлический пресс конструкции УЗТМ силой 300 МН, где 1 – гидроцилиндр; 2 – плунжер; 3 – поперечина верхняя; 4 – продольные балки подвижной поперечины; 5 – плиты верхнего штампового набора; 6 – плиты нижнего штампового набора; 7 – основание нижнее; 8 – поперечина нижняя; 9 – колонна; 10 – гайка внутренняя; 11 – гайка внешняя

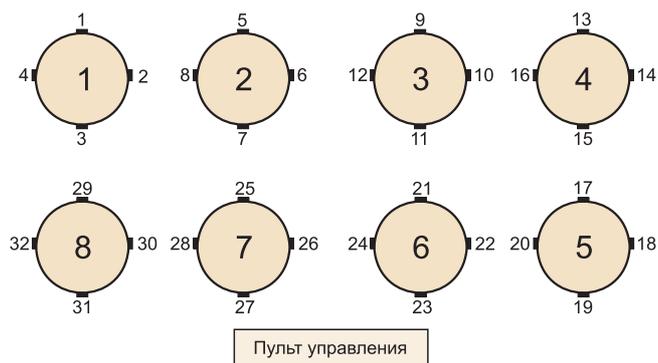


Рис. 2. Нумерации колонн и схема расположения датчиков

торы с мерительной базой 10 мм, что позволило разместить их в верхней части колонн на расстоянии 270 мм ниже торца внутренней гайки архитрава, ограничив ход подвижной траверсы вверх всего на 50 мм. Тензорезисторы защищены от воздействия воды и смазки специальным лаком, сохраняющим свойства при температуре до 150°C. На каждой колонне установлено четыре датчика с угловым расстоянием между ними 90°. Компенсационные датчики установлены рядом с рабочими в перпендикулярном направлении для усиления сигнала, образуя тензометрический полумост.

Всего на колонны установлено 32 тензометрических полумоста. Алгоритм расчета позволяет определять поле напряжений в сечении колонны, плоскость действия максимального изгибающего момента, распределение нагрузки по колоннам и развиваемое прессом фактическое усилие. Нумерация колонн и схема расположения датчиков показаны на рис. 2.

К каждой колонне подведено две стандартных витых пары. Все кабели проложены в стальных трубах, укрепленных на нижней стороне архитрава. К основанию колонны кабели проходят в стальной трубе вдоль трубы высокого давления, расположенной около колонны №8. Под полом кабели доведены до пульта пресса и через пол введены в кабину оператора, где размещена стойка с регистрирующей аппаратурой.

Структура и компоновка аппаратной части СКОН показаны на рис. 3. Аппаратная часть СКОН состоит из следующих основных блоков [3]:

- промышленная рабочая станция AWS-8248, включающая системный блок ПК, ЖК-монитор и функциональную клавиатуру;
- крейтовая система LTC (производства фирмы L-Card), выполняющая функции устройства связи с объектом (УСО) и обеспечивающая оцифровку сигналов с тензодатчиков и ввод/вывод дискретных сигналов;
- кроссировочный блок, обеспечивающий подключение датчиков и гальваническую развязку дискретных сигналов.

Параметры тензометрических каналов СКОН

Диапазон измерения сигналов с тензодатчиков, мВ	9
Полоса пропускания по уровню 3 Дб, Гц	6
Погрешность коэффициента передачи, %	0,1
Подавление синфазной составляющей входного сигнала, Дб	85
Напряжение питания полумоста, В	5

Программная часть СКОН реализована на основе комплекса автоматизации экспериментальных и технологических установок АСТest®, разработанного "Лабораторией автоматизированных систем (АС)"

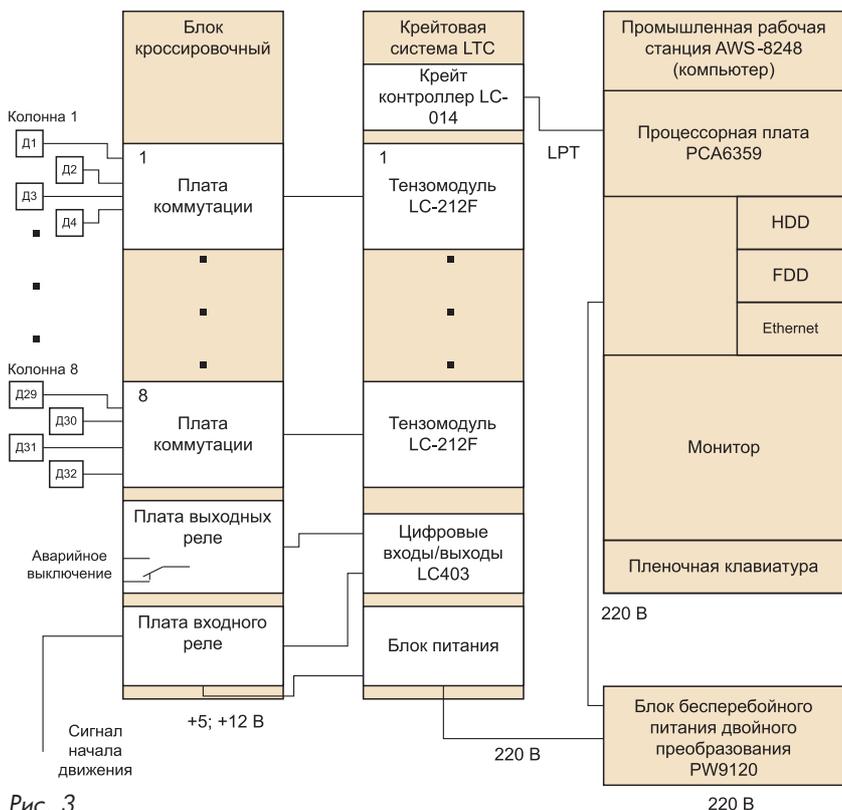


Рис. 3

[4], функционирующего на компьютере промышленного, мобильного или офисного исполнения, оснащенного средствами сбора данных. Возможности АСТest® по числу, составу и характеристикам измерительных каналов зависят только от используемых устройств сбора данных и мощности компьютера. АСТest® позволяет проводить настройку сценариев проведения необходимых работ, их хранение, проводить измерения в масштабе РВ с одновременной архивацией и визуализацией собираемых данных. В масштабе РВ выполняется первичная математическая обработка и допусковый контроль значений измеряемых параметров. Вся информация сохраняется в формате БД и легко доступна для последующей обработки и сравнительного анализа. В состав СКОН входит также ПО вторичной обработки и визуализации результатов измерений. Комплекс функционирует под управлением ОС Windows.

ПО СКОН позволяет работать с различными устройствами сбора данных отечественных и зарубежных производителей (L-Card, Центр АЦП, ICP-DAS, Advantech, National Instruments и др.) различного конструктивного исполнения: встраиваемые платы, внешние устройства с параллельным или последовательным интерфейсом. Система может работать как в автоматическом режиме контроля процесса прессования и нагружения элементов пресса, так и в исследовательском режиме.

При работе в автоматическом режиме визуализация данных производится в виде панели со схематическим изображением направления максимальных напряжений, действующих в сечении колонн, с цифровыми индикаторами, отображающими показания датчиков и значения рассчитываемых параметров. Этот режим наглядно представляет как состояние пресса, так и параметры процесса штамповки (например, наличие эксцентриситета силы пресса).

При работе в исследовательском режиме параметры сбора, математической обработки, визуализации и регистрации могут настраиваться технологом интерактивно. В исследовательском режиме возможно отображение в виде графиков зависимости изменения параметров от времени, проведение для зарегистрированных данных маркерных и межмаркерных измерений и послесансной математической обработки полученных данных.

Система опрашивает 32 тензометрических полумоста (рабочий датчик и компенсационный), установленные на восьми колоннах пресса с частотой 150 Гц на канал, в режиме РВ производит математическую обработку данных. При работе системы производится допусковый контроль, контролируется превышение предаварийных и аварийных уровней как для измерительных, так и для расчетных каналов. При наступлении события (превышение заданного уровня напряжений) система может выдавать команду аварийной защиты.

СКОН настроена на три режима работы:

- *оператор* – режим, загружаемый по умолчанию при включении системы. В этом режиме осуществляются инициализация устройства сбора данных (калибровка и т.д.) и через ~5 мин переход в режим автоматического сбора данных. Выход из режима осуществляется по отключению питания: после отключения питания происходит корректное сохранение данных и отключение блока бесперебойного питания (через ~2 мин);

- *технолог* – режим доступен только на этапе загрузки системы;

- *администратор* – режим доступен на этапе загрузки системы, но только системному администратору и разработчикам системы.

При работе в автоматическом режиме (режим оператора) СКОН после включения приводится в режим ожидания, то есть каждые 3...5 с проводит корректировку нулей показаний измерительных ка-

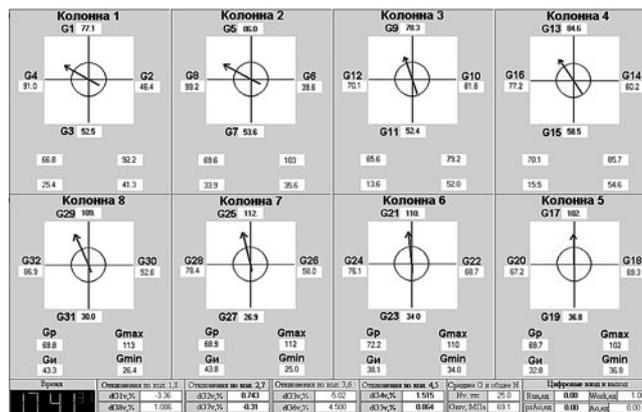


Рис. 4. Внешний вид экрана при работе системы в автоматическом режиме (стрелки показывают направление действия максимального напряжения по колонне)

налов (32 полумостов). Далее по внешнему сигналу (с пульта управления пресса или от своего собственного прерывателя, срабатывающего при страгивании подвижной траверсы) система начинает опрос датчиков. После каждого цикла опроса вычисляются значения растягивающих, изгибающих, максимальных и минимальных напряжений в колоннах:

$$\sigma_p, \sigma_u, \sigma_{max} = \sigma_p + \sigma_u \text{ и } \sigma_{min} = \sigma_p - \sigma_u.$$

Величины напряжений 120 МПа и 150 МПа назначены предаварийным и аварийным уровнями напряжений соответственно. Если $\sigma_{max} \geq 120$ МПа, загорается красный сигнал на дисплее, и замыкается реле в блоке реле. Если $\sigma_{max} \geq 150$ МПа, включается сирена (замыкается реле в блоке реле), и выдается сигнал на пульт управления пресса для немедленного сброса давления.

Сила пресса определяется как сумма сил по колоннам:

$$N = S_k \cdot \sum_{i=1}^8 \sigma_{pi},$$

где S_k – площадь поперечного сечения колонны; σ_{pi} – растягивающие напряжения в i -ой колонны.

Для момента времени, когда усилие пресса N принимает максимальное значение, на жестком диске сохраняются дата, время, показания тензодатчиков, значения $\sigma_p, \sigma_u, \sigma_{max}, \sigma_{min}, N$, среднего по всем колоннам напряжения $\bar{\sigma}$, отклонения от среднего напряжения σ_i . На экране в режиме РВ отражаются показания датчиков, значения N, σ_p, σ_i , значения и направления $\sigma_{max}, \sigma_{min}$ (рис. 4).

После падения силы пресса до значения $N = 0,7N_{max}$ на экране отображается картина, соответствующая значению $N = N_{max}$ до начала следующего цикла. После достижения значения $N \leq 0,1N_{max}$ происходит переход в режим ожидания.

При работе в исследовательском режиме можно получать отображение ТП в виде графиков зависимости изменения параметров от времени и проводить послесансную математическую обработку полученных данных.

Система контроля и ограничения нагрузок по колоннам мощного гидравлического пресса находится в эксплуатации с 2004 г. на прессе силой 300 МН конструкции УЗТМ. Применение системы позволяет предотвратить критические ситуации путем ограничения силы пресса при возникновении недопустимых величин эксцентриситета. Кроме того, СКОН используется для корректировки параметров ТП путем центровки фигуры штампа в соответствии с векторами напряженного состояния в сечениях колонн.

Список литературы

1. Розанов Б.В., Гольман Л.Д. и др. К расчетам колонн гидравлических прессов // Тр. ЦНИИТМАШ. 1959. №3.
2. Сурков И.А. Установление причин и предупреждение разрушений колонн мощных гидравлических прессов // Кузнечно-штамповочное производство. 2004. №3.
3. Перцовский М.И. Лабораторная автоматизация: организация современных приборных комплексов, систем проведения экспериментов и испытаний // RM Magazine. 2005. № 6.
4. Перцовский М.И., Ртищев А.В., Шулик А.С., Яковлев А.В. Программный комплекс АСTest – комплексный подход к автоматизации испытаний и экспериментальных исследований // Там же. 2005. № 5.

*Коркин Николай Павлович – директор по эксплуатации ОАО "Корпорация ВСМПО-АВИСМА",
Перцовский Михаил Изидорович – канд. физ.-мат. наук,
директор "Лаборатории автоматизированных систем (АС)".*

Контактный телефон (495) 231-39-77.

*Сафронов Дмитрий Васильевич – инженер,
Сурков Иван Александрович – зам. ген. директора ООО "Надежность Плюс".*

Контактный телефон (495) 737-56-22.

JNB1401 – лидер среди ноутбуков повышенной прочности

Ноутбук повышенной прочности – мобильная вычислительная платформа, как правило, обладающее водонепроницаемой и противоударной конструкцией, защитой от вибрации и механических повреждений, а также другими особыми свойствами, обеспечивающими бесперебойную работу и сохранность данных в условиях неблагоприятных внешних влияний. Благодаря отличным рабочим характеристикам ноутбуки повышенной прочности получили широкое применение в оборонной промышленности. Однако с каждым годом спрос на них растет и со стороны гражданской сферы. На сегодняшний день такой ноутбук может быть использован в различных областях применения, таких как деятельность спасательных служб, система автоматизированного управления оборудованием, сбор данных, разведочные работы, транспортные системы и т.д. По предварительной оценке аналитических организаций в 2008 г. мировые продажи ноутбуков составят 75 млрд. долл. США, среди которых 10% займут продажи ноутбуков повышенной прочности.

Научно-исследовательский центр компании EVOC разработал ноутбук особо повышенной прочности – JNB1401. Разработка данной модели определяет новую тенденцию развития ноутбуков.

Ноутбук JNB1401 оборудован специальной водонепроницаемой клавиатурой и защищен специальным водонепроницаемым "листом". Клавиатуре вода не страшна и во время работы ноутбука, он полноценно

функционирует даже при полном погружении его в воду. JNB1401 выдерживает температурные колебания -20 ...55 °С, не требует установки вентиляторов охлаждения. Уникальная система распределения тепла обеспечивает работоспособность ноутбука при низких и высоких температурах. Ноутбук оснащен процессором Intel низкого потребления энергии. Крышка процессора, отлитая из алюминиево-магниевого сплава, обеспечивает хороший теплоотвод.



JNB1401 обладает амортизаторами и защищенными демпфирующими материалами. Все углы ноутбука закрыты толстыми резиновыми накладками для защиты от ударов и падений. Таким образом, при падении JNB1401 на цементный пол с высоты 0,91 м корпус ноутбука не получает никаких повреждений – удар всегда будет гаситься амортизатором. Разработчики особо подчеркивают, что данная модель не только обладает особо прочным корпусом из магниевого сплава, но в ней также обеспечивается защита от ударов и вибраций отдельных компонентов ноутбука. JNB1401 оснащен продвинутыми средствами безопасности, включая распознавание отпечатков пальцев, что позволяет избежать несанкционированный доступ к данным. Объем оперативной памяти ноутбука может достигать 2048 Мб. Расширение двух портов PCI, двух портов PCI-E (либо одного порта PCI-E, одного слота PC-104), двух портов USB 2.0, двух портов COM и одного параллельного порта возможно посредством DOCK.

Контактный телефон (495) 941-98-204, (903) 179-62-77. <http://www.evocipc.ru>

18 февраля 2009 г.

II-я Специализированная конференция "ПТА. Интеллектуальное здание С.-Петербург 2009"

Место проведения: С.-Петербург

18-20 марта 2009 г.

I-я Международная специализированная выставка "ПТА-Сибирь 2009"

Место проведения: г. Красноярск

Организатор: ВК "Экспотроника". <http://www.pta-expo.ru>