

КШП

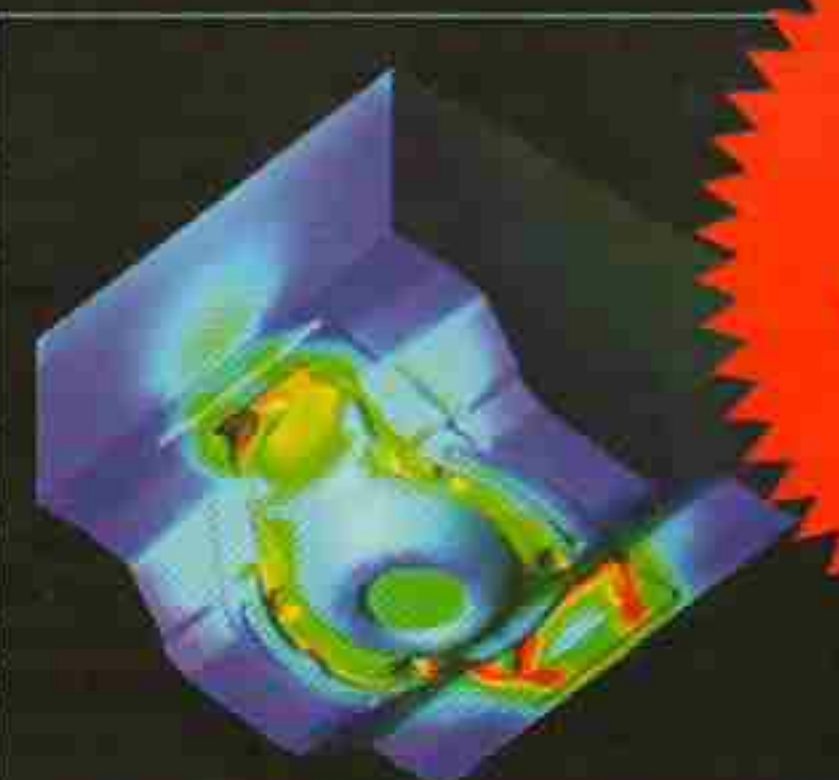
МА
№ 06'08

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО • ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

QFORM3D

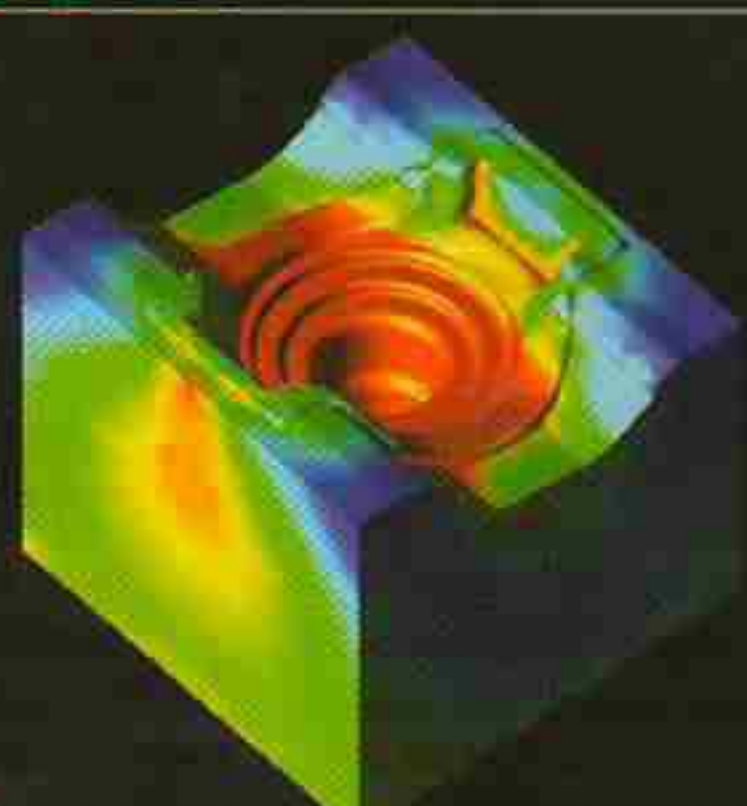
ЛУЧШАЯ
ПРОГРАММА
моделирования
процессов ОМД
www.qform3d.ru



Эквивалентное напряжение в верхнем штампе



Поле температуры в заготовке



Эквивалентное напряжение в нижнем штампе

моделирование горячей
объемной штамповки

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА
И УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ

РАСЧЕТ И ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ
СОСТАВНЫХ ШТАМПОВ

СОВМЕСТИМОСТЬ С ЛЮБЫМИ САД СИСТЕМАМИ,
ПРОСТОТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ОКУПАЕМОСТЬ В ТЕЧЕНИЕ ГОДА
В КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ,
ЭКОНОМИЯ МЕТАЛЛА И ИНСТРУМЕНТА



ООО "КванторФорм", 119049, Москва, а/я 39, тел/факс (495) 232 26 91, e-mail: info@qform3d.com

«Система управления прочностными и технологическими параметрами гидравлического пресса со станиной колонного типа»

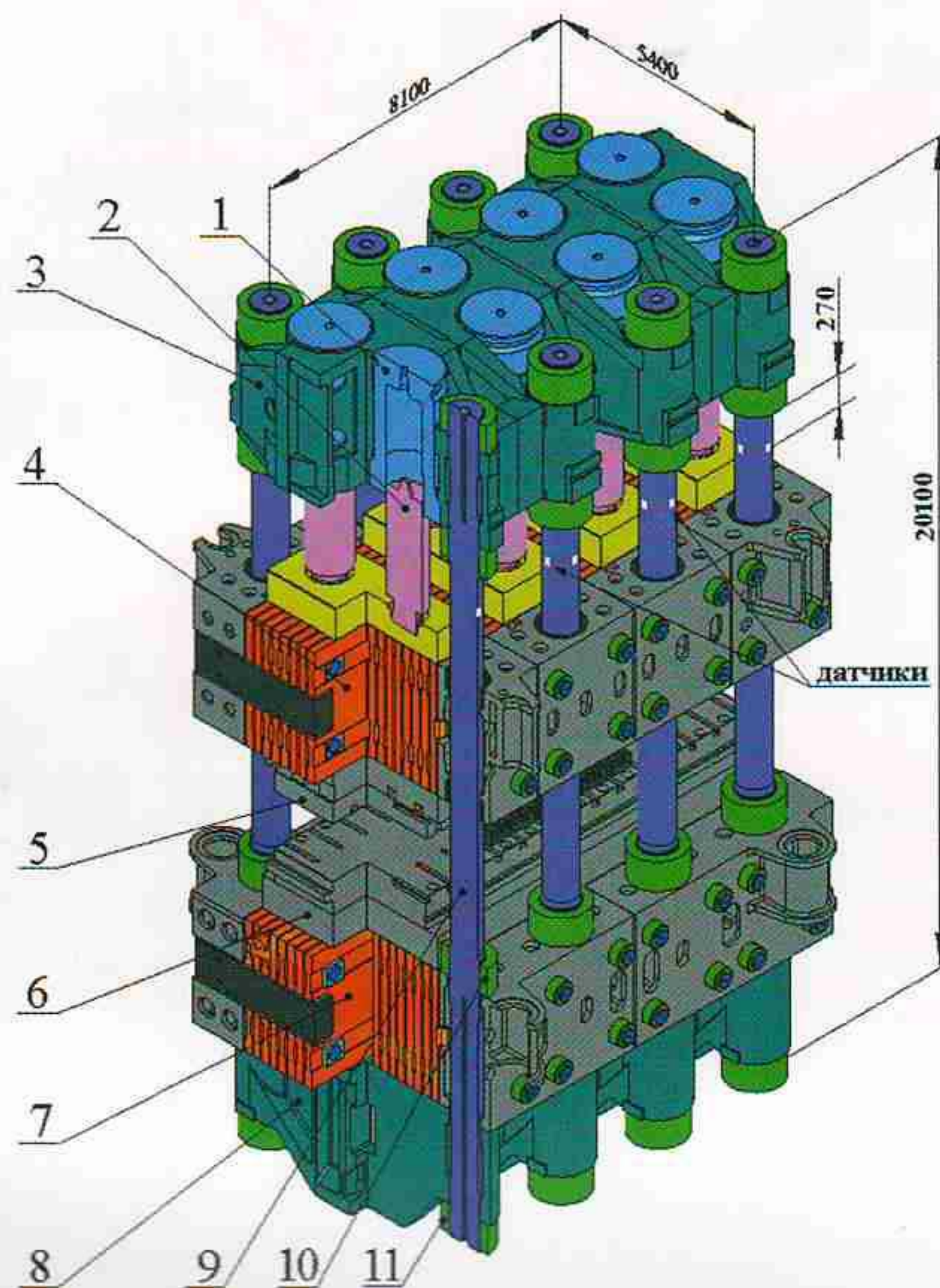


Рис. 1. Гидравлический пресс конструкции УЗТМ силой 300 МН

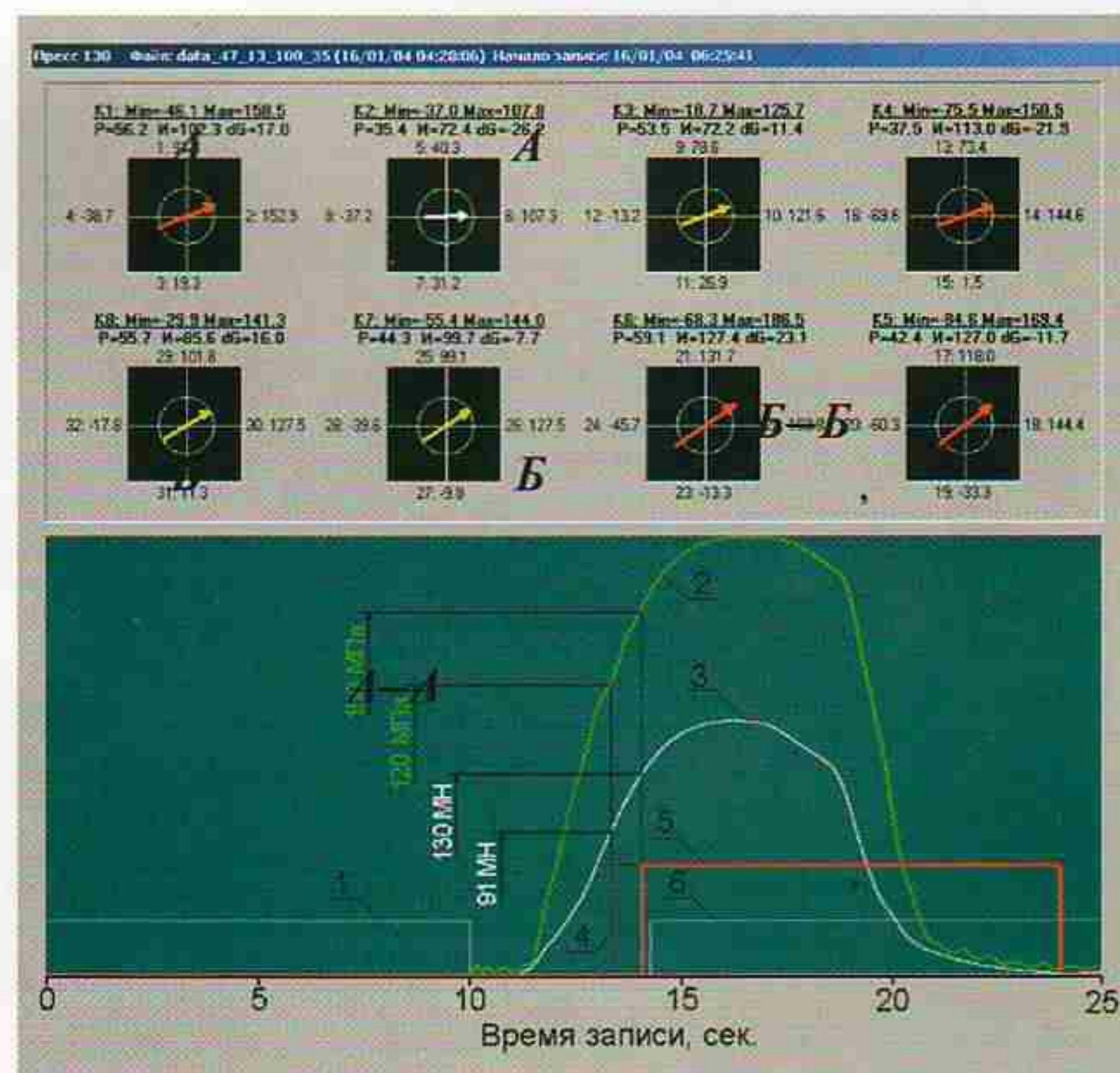


Рис. 6. Обработка результатов осадки слитка

- в словаре понятий находит этот параметр и присваивает ему новое значение;
- параметризует все или только необходимые чертежи командой «Обновить» в рамках САПИР.

Каждая новая конструкция штампа, созданная пользователем, может использоваться многократно как прототип, для этого необходимо применить команду «Проектировать из...». Таким образом на основе прототипов проектируется основная номенклатура штампов ХЛШ конкретного машиностроительного или приборостроительного производства. Это позволяет:

— сократить в 2...5 раз трудоемкость проектных расчетов, конструирования и выпуска рабочих чертежей штампов ХЛШ;

— повысить качество проектных работ за счет сокращения ошибок проектирования;

— значительно сократить сроки подготовки производства новых изделий.

Система проектирования штампов ХЛШ внедрена более чем на 200 предприятиях машиностроения и приборостроения России и СНГ.

В настоящее время проводится работа по переносу проектирования штампов ХЛШ в трехмерную среду (рис. 5).

Список литературы

1. Евдокимов С. А., Краснов А. А., Пичугин В. И., Рыбаков А. В. Система автоматизированной поддержки информационных решений при проектировании штампов листовой штамповки // КШП. ОМД. 2002. № 5. С. 31—35.
2. Евдокимов С. А., Рыбаков А. В., Соломенцев Ю. М. Интегрированная интеллектуальная система ИнИС — оболочка для разработки и эксплуатации программных приложений пользователя // Информационные технологии. 1996. № 3. С. 10—13.
3. Василенков А. T-FLEX CAD 11: Новые возможности // САПР и графика. 2007. № 9. С. 44—49.

ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.979-82-5.004

Н. П. КОРКИН

Система управления прочностными и технологическими параметрами гидравлического пресса со станиной колонного типа

Создана система контроля и ограничения эксцентриситета силы гидравлического пресса, позволяющая корректировать параметры технологического процесса, предотвращать перегрузку колонн при эксплуатации пресса и обеспечивающая повышение качества штампованных заготовок.

It is created the system of monitoring and limitation of hydraulic press' forces eccentricity enabling to correct parameters of technological process, to prevent overload of columns while press operating that provides improvement of stamped preforms quality.

Детали станины (базовые детали) гидравлического пресса создают и воспринимают весьма значительные нагрузки, связанные с осуществлением технологических процессов обработки давлением. Большинство мощных гидравлических прессов силой до 300 МН имеют станину колонного типа, в состав которой входят главные цилиндры, поперечины, колонны.

Процесс обработки давлением происходит, как правило, при эксцентрическом действии силы пресса, когда равнодействующая сил, приложенных к деформируемому телу, не совпадает с осью пресса. В этом случае возникают более высокие (по сравнению с центральным действием силы) напряжения в базовых деталях. Превышение допустимого уровня этих напряжений приводит к

разрушению деталей [1—3]. Эксцентриситет силы пресса влияет и на качество штампованных заготовок, так как он вызывает перекос подвижной поперечины, что приводит к клиновидности штампуемого изделия [4].

Необходимость оснащения мощных гидравлических прессов системами контроля и ограничения эксцентриситета силы пресса неоднократно отмечалась в литературе по гидропрессостроению. При создании таких систем были разработаны специальные датчики и программно-аппаратное обеспечение [5, 6].

Однако из-за сложности и громоздкости механической аппаратуры, предназначенной для восприятия, передачи и преобразования деформаций деталей пресса в электрические сигналы, эти системы не были запущены в промышленную эксплуатацию. До 2003 г. ни один из гидравлических прессов в России не был оснащен постоянно действующей системой контроля и ограничения эксцентриситета силы пресса.

Гидравлический штамповочный пресс силой 300 МН конструкции УЗТМ находится в эксплуатации на ВСМПО (Верхняя Салда) с 1961 г. В 2004 г. для обеспечения прочностной надежности базовых деталей на дальнейший длительный период эксплуатации пресса и повышения качества штампованных заготовок ответственного назначения на этом прессе была установлена система контроля и ограничения эксцентриситета силы пресса (далее — Система).

Расположение и конструкция базовых деталей пресса представлены на рис. 1 (см. 2-ю полосу обложки). Рабочие цилиндры 1 с плунжерами 2 размещены в верхних поперечинах 3. Плунжеры 2 находятся в контакте с подвижной поперечиной 4, к которой прикреплены плиты 5 верхнего штампового набора. Плиты 6 нижнего штампового набора размещены на продольных балках 7 основания, которые опираются на поперечные балки 8 основания.

Верхние поперечины 3 соединены с поперечными балками 8 колоннами 9. Колонны 9 затянуты внутренними 10 и внешними 11 гайками в верхних поперечинах 3 и в балках 7, 8.

В работе [7] показано, что напряженное состояние поперечин практически не зависит

от эксцентриситета силы пресса. Наибольшее влияние эксцентриситет силы оказывает на напряженное состояние колонн [8]. В работе [9] показано, что даже в непосредственной близости от внутренней гайки распределение напряжений по диаметру является линейным. Это позволяет оценить направление и величины максимальных напряжений в сечении колонны при ограниченном числе замеров напряжений по контуру колонны [10].

На основе сказанного в качестве индикатора величины и направления эксцентриситета силы пресса было принято напряженное состояние колонн.

Для измерения деформаций колонн использовали тензорезисторы (датчики) с базой 10 мм, которые устанавливали на гладкой части колонн в направлении их осей на расстоянии 270 мм от торца гайки колонны под архитравом. На каждой колонне устанавливали четыре датчика с угловым расстоянием между ними, равным 90° . Это позволило определить как растягивающие напряжения от действия силы прессования, так и изгибные напряжения, обусловленные совместной работой колонн и поперечин пресса. Компенсационные датчики устанавливали рядом с рабочими в перпендикулярном направлении.

Всего на колонны было установлено 32 тензометрических полумоста. Нумерация колонн и схема расположения датчиков приведены на рис. 2.

Структура аппаратной части Системы представлена на рис. 3. Аппаратная часть состоит из следующих основных блоков [11]:

- модуля сбора информации, выполняющего функции устройства связи с объектом и обеспечивающего оцифровку сигналов с тензодатчиков и ввод/вывод дискретных сигналов;

- модуля обработки, включающего в себя промышленный компьютер, монитор и клавиатуру;

- блока, обеспечивающего подключение датчиков и гальваническую развязку дискретных сигналов.

Программная часть Системы реализована на основе комплекса автоматизации экспериментальных и технологических установок АСTest[©] [12].

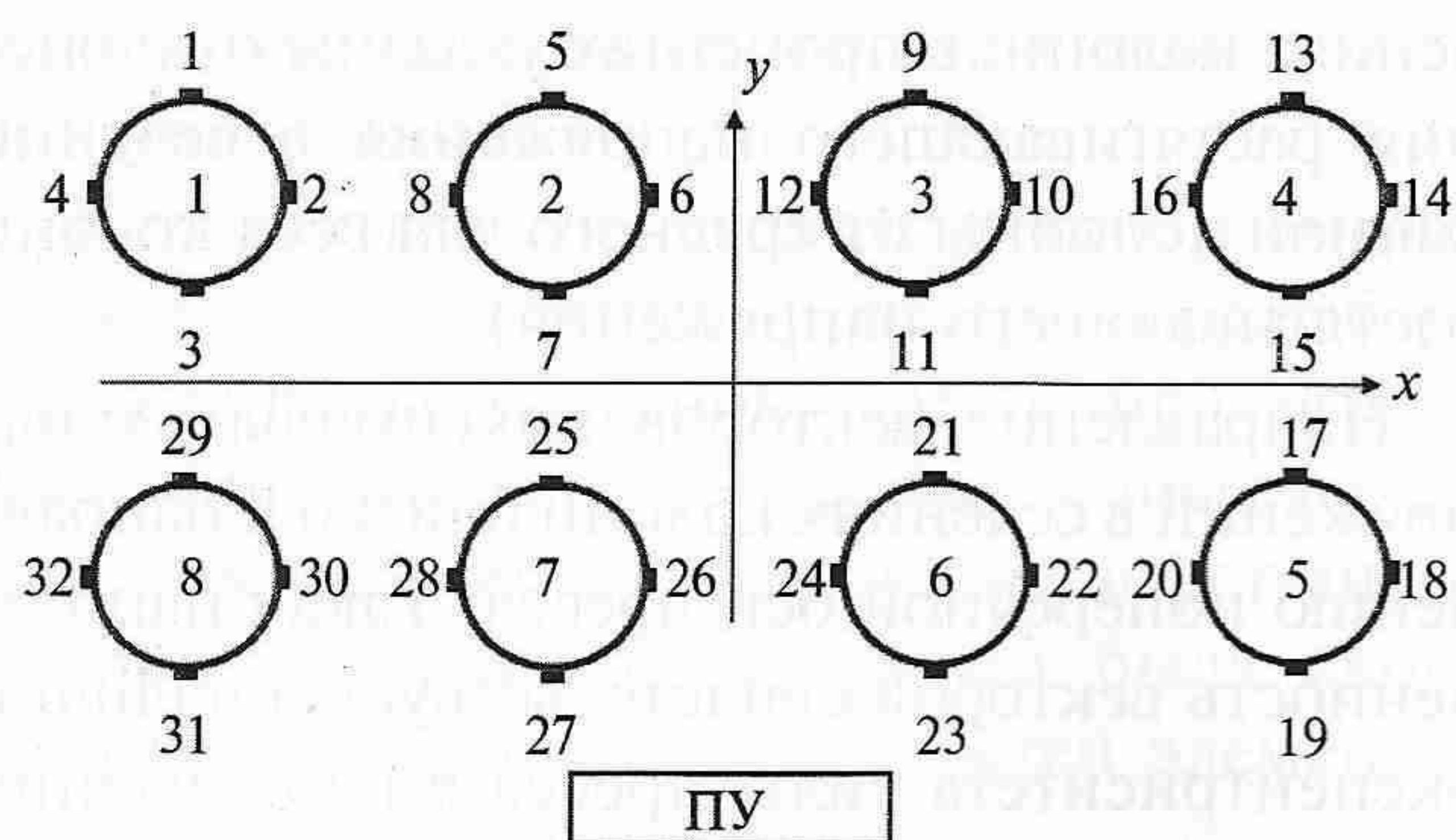


Рис. 2. Нумерация колонн и схема расположения датчиков (ПУ — пульт управления)

При работе в автоматическом режиме Система после включения переводится в режим ожидания, т. е. каждые 3...5 с проводит корректировку нулей показаний измерительных каналов (32 полумостов). Далее по внешнему сигналу (с пульта управления пресса или от своего собственного прерывателя, срабатывающего при начале движения подвижной поперечины) Система начинает опрос датчиков. После каждого цикла опроса для каждой колонны определяются величина растягивающего напряжения σ_p , направление и величина максимального изгибающего напряжения

$\sigma_{\text{и}}$, величины максимального напряжения $\sigma_{\text{max}} = \sigma_p + \sigma_{\text{и}}$ и минимального напряжения $\sigma_{\text{min}} = \sigma_p - \sigma_{\text{и}}$.

Колонны пресса изготовлены из ковanej стали 35. В соответствии с данными работы [13] допустимое напряжение для этой стали $[\sigma] = 150$ МПа, поэтому в качестве предаварийного и аварийного уровней напряжений приняты значения 120 и 150 МПа соответственно. Если $\sigma_{\text{max}} \geq 120$ МПа, то на дисплее загорается красный сигнал. Если $\sigma_{\text{max}} \geq 150$ МПа, то включается сирена и подается сигнал на пульт управления пресса для сброса давления.

Для момента времени, когда сила пресса N принимает максимальное значение, на жестком диске для каждой колонны сохраняются дата, время, показания тензодатчиков, значения σ_p , $\sigma_{\text{и}}$, σ_{max} , σ_{min} , N , среднее для всех колонн значение растягивающего напряжения $\bar{\sigma}$, отклонение δ_i (%) от среднего напряжения.

На экране дисплея для всех восьми колонн отражаются в режиме реального времени показания датчиков, значения N , σ_p , δ_i , значения и направления σ_{max} и σ_{min} . Пример представления информации для колонны № 1 приведен на рис. 4. На экран выводится так-

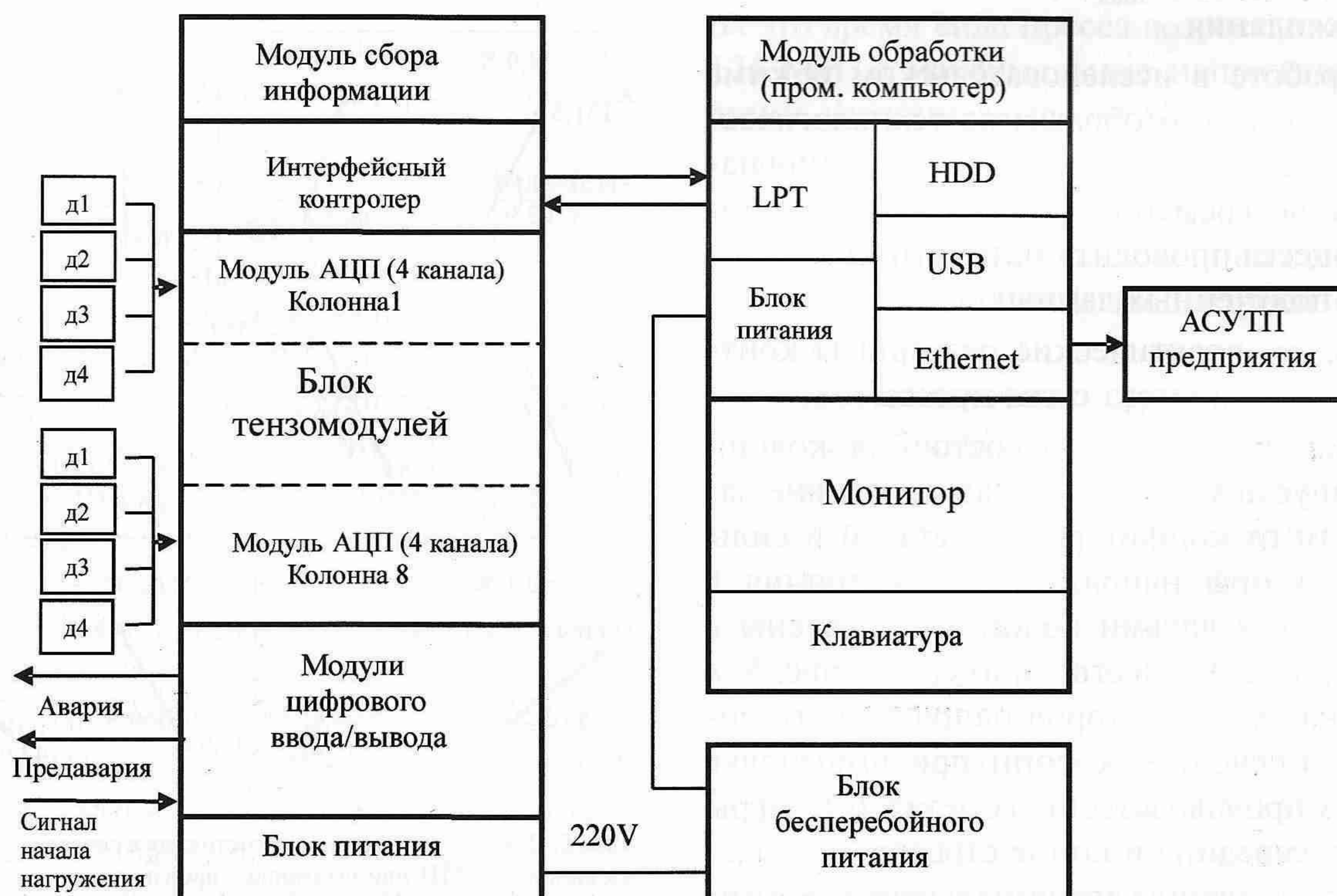


Рис. 3. Структура аппаратной части системы контроля и ограничения эксцентриситета силы пресса

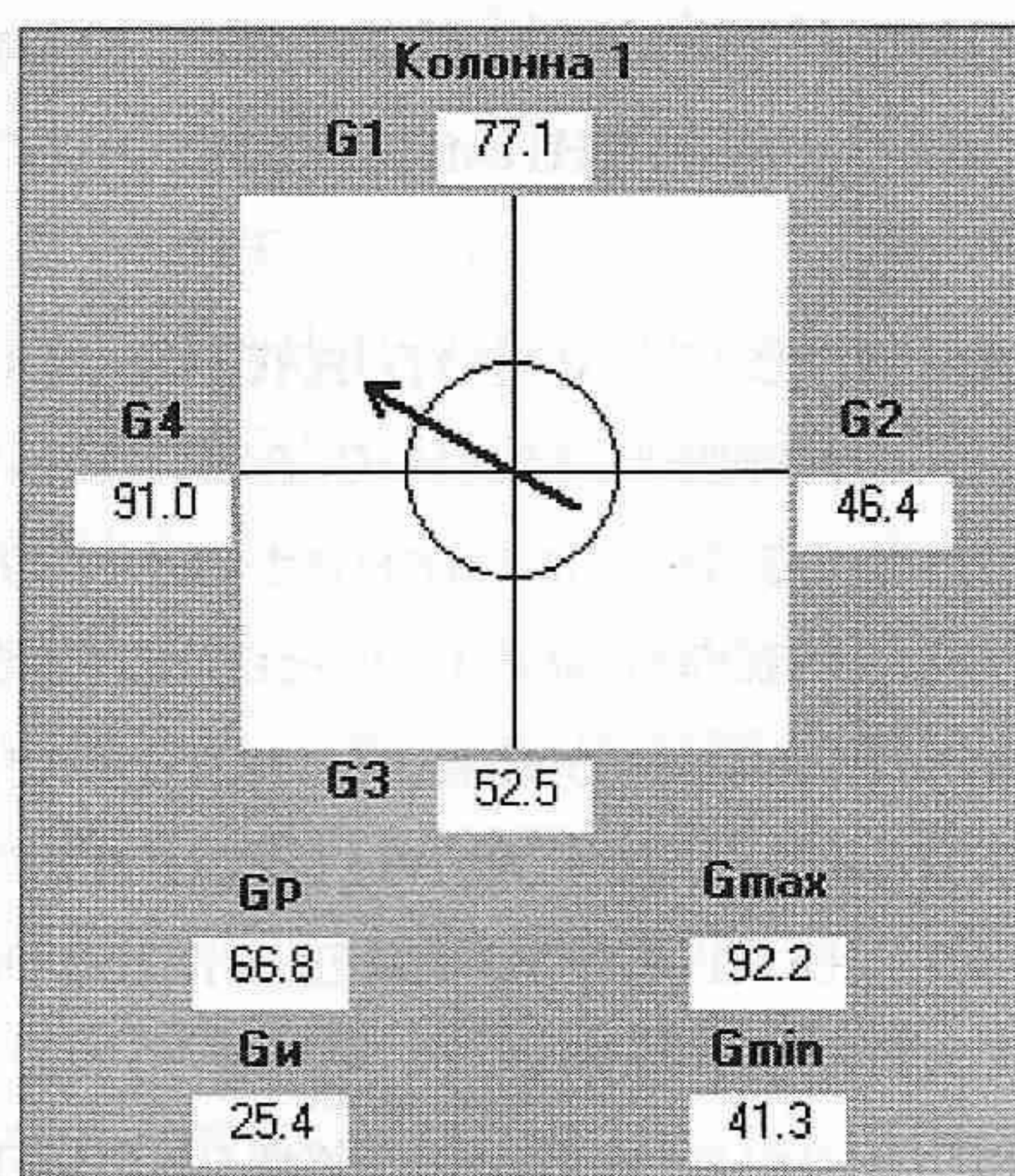


Рис. 4. Информация по колонне № 1, выводимая на экран монитора оператора в режиме реального времени (стрелки показывают направление действия максимального напряжения):

G1...G4 — показания датчиков (МПа) № 1...4; Gp — растягивающее напряжение; Gmax и Gmin — максимальное и минимальное напряжения; Gi — максимальное изгибающее напряжение

же информация об общей силе прессы, среднем растягивающем напряжении $\bar{\sigma}$ и об отклонениях от этого напряжения для каждой колонны.

После снижения силы прессы 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 технологического процесса в виде графиков изменения параметров во времени, а по окончании рабочего процесса проводить математическую обработку полученных данных.

Приведем практические результаты контроля эксцентриситета силы прессы.

Анализ напряженного состояния колонн после запуска Системы показал, что вне зависимости от конфигурации деталей и силы прессы векторы напряженного состояния в сечениях всех восьми колонн направлены в одну сторону. В качестве примера на рис. 5, а приведена схема векторов напряженного состояния в сечениях колонн при штамповке одной из производственных деталей (цифры в начале, середине и конце стрелок — значения соответственно максимальных, растягивающих и минимальных напряжений в се-

чениях колонн; в процентах указаны отклонения растягивающего напряжения в сечении данной колонны от среднего для всех колонн растягивающего напряжения).

Направление векторов максимальных напряжений в сечениях колонн близко к направлению поперечной оси прессы. Такая направленность векторов свидетельствует о наличии эксцентриситета силы прессы в направлении его поперечной оси.

Было высказано предположение, что эксцентриситет силы прессы связан с формоизменением недоступных для наблюдения контактных поверхностей элементов штампового набора при наличии клиновидного зазора между элементами. Проверка этого предположения путем расчета математической модели станины прессы с клиновидным зазором между элементами штампового набора показала, что при таком зазоре направления векторов максимальных напряжений в сечениях

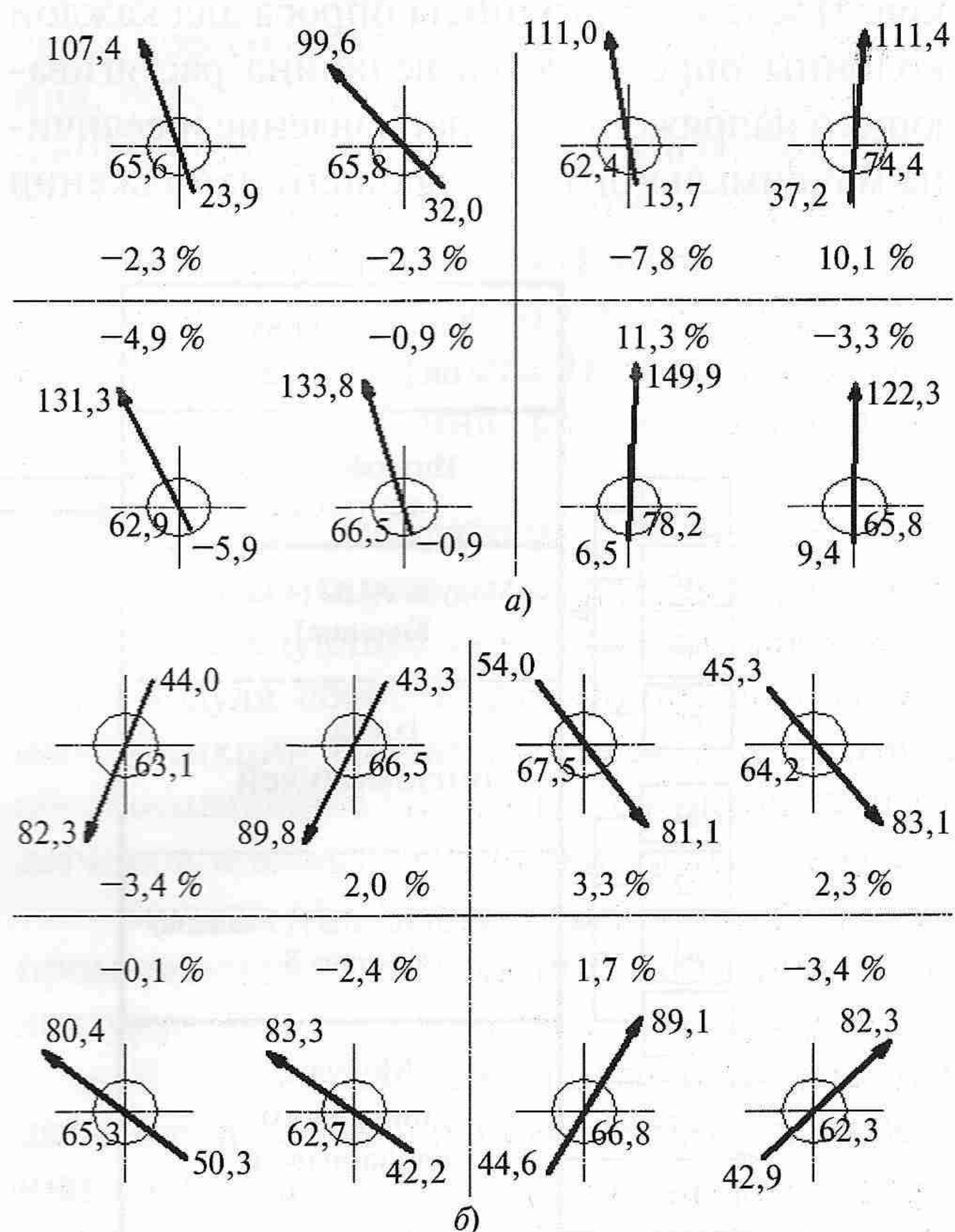


Рис. 5. Векторы напряженного состояния в сечениях колонн прессы силой 300 МН при штамповке производственных деталей: а и б — до и после корректировки контактных поверхностей элементов штампового набора

колонн соответствуют направлениям векторов, показанным на рис. 5, а.

Количественная оценка формы и размеров зазора между элементами штампового набора проведена на натурном прессе при осадке алюминиевых стержней, размещенных между плоскими штампами. По форме деформированной поверхности стержней была скорректирована форма поверхностей элементов штампового набора.

Схема векторов напряженного состояния сечений колонн после корректировки поверхностей элементов штампового набора и штамповки той же детали с той же силой прессы приведена на рис. 5, б. Направления векторов практически симметричны по отношению к центральной оси прессы, что свидетельствует о практически центральном приложении силы прессы.

Предотвращение аварийной ситуации на прессе силой 300 МН продемонстрируем на примере осадки цилиндрической заготовки, проведенной без предварительной технологической проработки. Заготовку располагали на штамповой плите вблизи ранее установленного штампа. Во время осадки заготовки при силе прессы 130 МН напряжения в колоннах достигли аварийного уровня, равного 150 МПа, сработала аварийная сигнализация, и было сброшено давление в рабочих цилиндрах.

Результаты обработки данных, полученных при осадке, представлены на рис. 6 (см. 2-ю полосу обложки). В верхней части рис. 6 показаны направления и величины максимальных напряжений в сечениях колонн в момент достижения максимальной силы прессы (K1...K8 — номера колонн; Min, Max, P, И — величины минимальных, максимальных, растягивающих и изгибающих напряжений в колоннах; dG — отклонение (%) растягивающего напряжения в каждой колонне от среднего растягивающего напряжения $\bar{\sigma}$).

По направлению стрелок видно, что направление максимального изгиба в сечениях колонн и соответственно эксцентриситета силы прессы параллельно линии, составляющей угол 45° с продольной осью прессы. Максимальный уровень напряжений зафиксиро-

ван в колонне № 6, аварийные уровни напряжений превышены также в колоннах № 1, № 4 и № 5, а предаварийные уровни превышены в колоннах № 3, № 7, № 8.

Величины изгибающих напряжений в максимально нагруженных колоннах примерно в 3 раза превышают величины растягивающих напряжений. Это означает, что аварийная ситуация на прессе возникла из-за осадки слитка с эксцентриситетом силы прессы, значительно превышающим допустимые значения.

В нижней части рис. 6 показано изменение максимальных напряжений в колонне № 6 (кривая 2) и силы прессы (кривая 3) в процессе осадки слитка. Горизонтальный участок кривой 1 характеризует период ожидания начала работы прессы, вертикальный участок кривой 1 определяет момент начала подачи давления в рабочие цилиндры.

Когда напряжения достигают 120 МПа, подается предаварийный сигнал (кривая 4), а когда они достигают 150 МПа подается аварийный сигнал (кривая 5), прекращается подача и начинается сброс давления (кривая 6). С момента подачи сигнала на прекращение подачи давления в рабочие цилиндры до начала уменьшения силы прессы проходит 2,5 с. За это время сила прессы возрастает от 130 до 174 МН, а максимальные напряжения в колонне увеличиваются от 150 до 186,5 МПа.

Выводы. 1. Прочность колонн мощного гидравлического прессы и качество штампованных заготовок в существенной степени определяются величиной эксцентриситета силы прессы.

2. Для обеспечения прочности колонн и повышения качества штампованных заготовок разработана постоянно действующая Система контроля и ограничения эксцентриситета силы прессы. В качестве индикатора величины и направления эксцентриситета силы прессы использовано напряженное состояние колонн прессы.

3. Система контроля и ограничения эксцентриситета силы прессы внедрена в ОАО «ВСМПО-АВИСМА» на восьмиколонном прессе силой 300 МН и находится в эксплуатации с 2004 г. Применение Системы позволяет:

— устанавливать зависимость возникновения клиновидности штампованных заготовок и перегрузок колонн от формоизменения недоступных для наблюдения поверхностей контакта элементов штампового набора;

— предотвращать критические ситуации, связанные с возникновением недопустимых величин эксцентриситета, путем ограничения силы пресса;

— корректировать параметры технологического процесса и оценивать качество монтажа колонн.

Список литературы

1. Пылайкин П. А. Анализ разрушений базовых деталей мощных гидравлических прессов // Кузнечно-штамповочное производство. 1966. № 3. С. 21—27.
2. Кибардин Л. П. Анализ разрушений гидравлических цилиндров // Гидравлические presses. М.: Машиностроение, 1966. С. 414—421.
3. Сурков И. А. Установление причин и предупреждение разрушений колонн мощных гидравлических прессов // КШП. ОМД. 2004. № 3. С. 42—45.
4. Белов А. Ф., Розанов Б. В., Линц В. П. Объемная штамповка на гидравлических прессах. М.: Машиностроение, 1971. 240 с.
5. Линц В. П., Медвинский М. Д., Рунп Е. Х. и др. Аппаратура для контроля напряжений и учета количества нагружений // Кузнечно-штамповочное производство. 1961. № 7. С. 29—32.
6. Лиснянский Р. М. Аппаратура для защиты гидравлических прессов от перегрузки и для контроля перекосов и напряжений в базовых деталях // Гидравлические presses / Под ред. В. В. Васильева. М.: Машиностроение, 1966. С. 168—190.
7. Коркин Н. П., Сурков И. А., Тимохин И. В. Влияние эксцентриситета силы нагружения гидравлического пресса на напряженное состояние подвижной поперечины // КШП. ОМД. 2008. № 4. С. 28—32.
8. Розанов Б. В., Гольман Л. Д., Щербаков Р. Д. и др. К расчетам колонн гидравлических прессов // Тр. ЦНИИТМАШа. 1959. № 3. С. 49—77.
9. Коркин Н. П., Сурков И. А., Тимохин И. В. Влияние эксцентриситета нагружения на напряженное состояние колонн мощного гидравлического пресса // КШП. ОМД. 2008. № 5. С. 40—43.
10. Сурков А. И., Шныгарь С. А. Контроль усилия затяжки колонн гидравлических прессов // Кузнечно-штамповочное производство. 1986. № 3. С. 28—29.
11. Перцовский М. И. Лабораторная автоматизация: организация современных приборных комплексов, систем проведения экспериментов и испытаний // RM Magazine. 2005. № 6. С. 46—52.
12. Перцовский М. И., Ртищев А. В., Шулик А. С., Яковлев А. В. Программный комплекс АСТест — комплексный подход к автоматизации испытаний и экспериментальных исследований // RM Magazine. 2005. № 5. С. 50—55.
13. Розанов Б. В. Гидравлические presses. М.: Машгиз, 1959. 428 с.

УДК 621.979-82.06.001.8

А. Т. РЫБАК, канд. техн. наук; В. П. ЖАРОВ, д-р техн. наук; А. В. СЕРДЮКОВ

Влияние приведенной объемной жесткости гидромеханической системы пресс-молота на его технологические показатели

Приведены результаты численного эксперимента по определению зависимости технологических показателей гидравлического пресс-молота от приведенной объемной жесткости его гидромеханической системы (ГМС) и физико-механических свойств стальных заготовок при вырубке-пробивке. Предложена оригинальная формула для определения КПД пресса. Выявлено, что с увеличением приведенной объемной жесткости ГМС пресс-молота увеличиваются его быстродействие и КПД.

There are presented the results of numerical experiment on definition of dependence of hydraulic press-hammer's technological parameters on the normalized bulk rigidity of its hydro-mechanical system and physical-mechanical properties of steel preforms while their blanking-punching. The original formula for definition of press efficiency is offered. It is revealed that with increase in normalized bulk rigidity of press-hammer's hydro-mechanical system its operating speed and efficiency increase also.

В современном кузнечно-прессовом оборудовании все более широко применяются силовые гидравлические приводы. Однако существующие гидравлические presses значительно уступают по быстродействию своим аналогам с механическими приводами.

Для устранения указанного недостатка в работе [1] авторами настоящей статьи была предложена оригинальная конструкция гидравлического пресс-молота, там же приведена его математическая модель. Предварительные теоретические исследования показа-