

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1959 ГОДА

КШП



ПОМО

№ 5'04

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО • ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

**Лада-2120 «Такси» –**

одна из модификаций базовой полноприводной модели минивэна Лада-2120, созданная с использованием узлов и агрегатов автомобиля НИВА. Вместительный салон, удобные сиденья, откидные места позволяющие создать комфорт для двоих и разместить компанию из четырех человек. Благодаря наличию боковой сдвигающейся двери обеспечено удобство при посадке и высадке пассажиров. Место водителя отделено от пассажирского салона стеклянной перегородкой с переговорным устройством.

В «Такси» ВАЗ-2120 вам не страшны капризы погоды. Надежный вездеход доставит вас вовремя в любое место.

**www.vaz.ru**

ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.979-82.004

И. А. СУРКОВ, А. П. МОИСЕЕВ

Установление причин и предупреждение разрушений цилиндров мощных гидравлических прессов

Значительное число отказов мощных гидравлических прессов связано с разрушениями цилиндров, которые происходят в основном из-за появления усталостных трещин в галтелях фланца и днища [1, 2]. В результате исследований прочности сталей, применяемых для изготовления деталей прессов [3], и расчетов гидроцилиндров [4] получены данные для обоснованного выбора и обеспечения запаса прочности цилиндров по критерию усталости. Тем не менее, разрушения гидроцилиндров являются одной из основных групп отказов базовых деталей прессов. Для установления их причин рассмотрим характерные случаи отказов цилиндров.

1. Для изготовления сварнокованных цилиндров массой 50 т и более обычно применяется ковкая сталь 35, которая хорошо сваривается и мало чувствительна к концентрации напряжений [1]. Специальная профилированная галтель фланца обеспечивает минималь-

ную концентрацию напряжений. Для повышения усталостной прочности производится поверхностное пластическое деформирование (ППД) галтели фланца. Внутренняя поверхность стенки цилиндра сопрягается с днищем по радиусу $r = 0,2R$, где R — внутренний радиус цилиндра.

Расчеты цилиндров [4], проведенные методом конечных элементов (МКЭ), показывают, что максимальные напряжения по контуру галтели днища меньше напряжений по контуру галтели фланца, тем не менее, наиболее часто разрушение цилиндров связано с возникновением и развитием усталостных трещин именно в зоне галтели днища. В качестве примера на рис. 1 представлена схема разрушения цилиндра пресса силой 50 МН, произошедшего в 1994 г. Причиной разрушения стала трещина в зоне галтели днища. Аналогичные трещины были обнаружены в 2003 и 2004 гг. в цилиндрах пресса силой 35 МН.

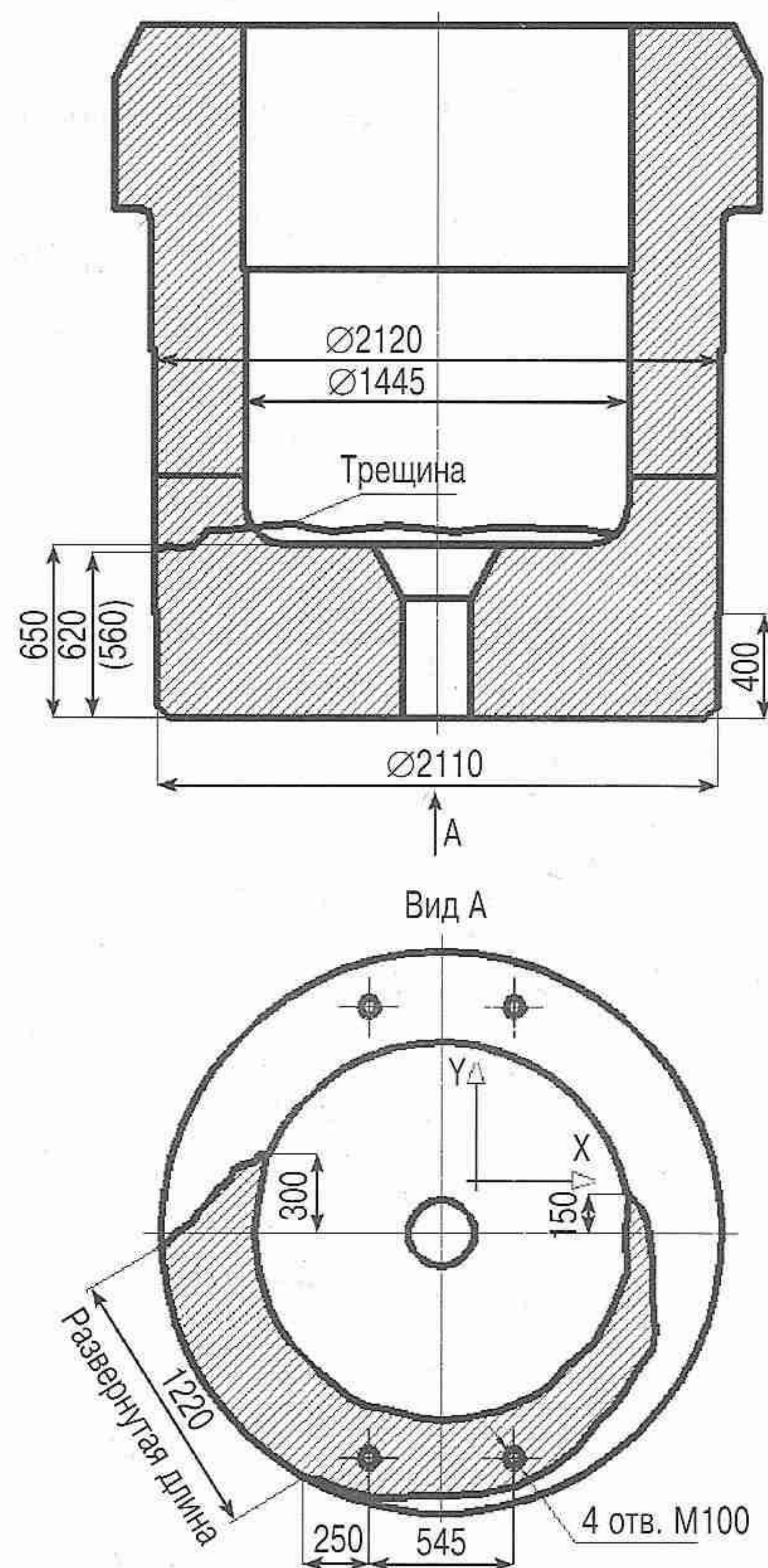


Рис. 1. Трещина в днище главного цилиндра пресса силой 50 МН

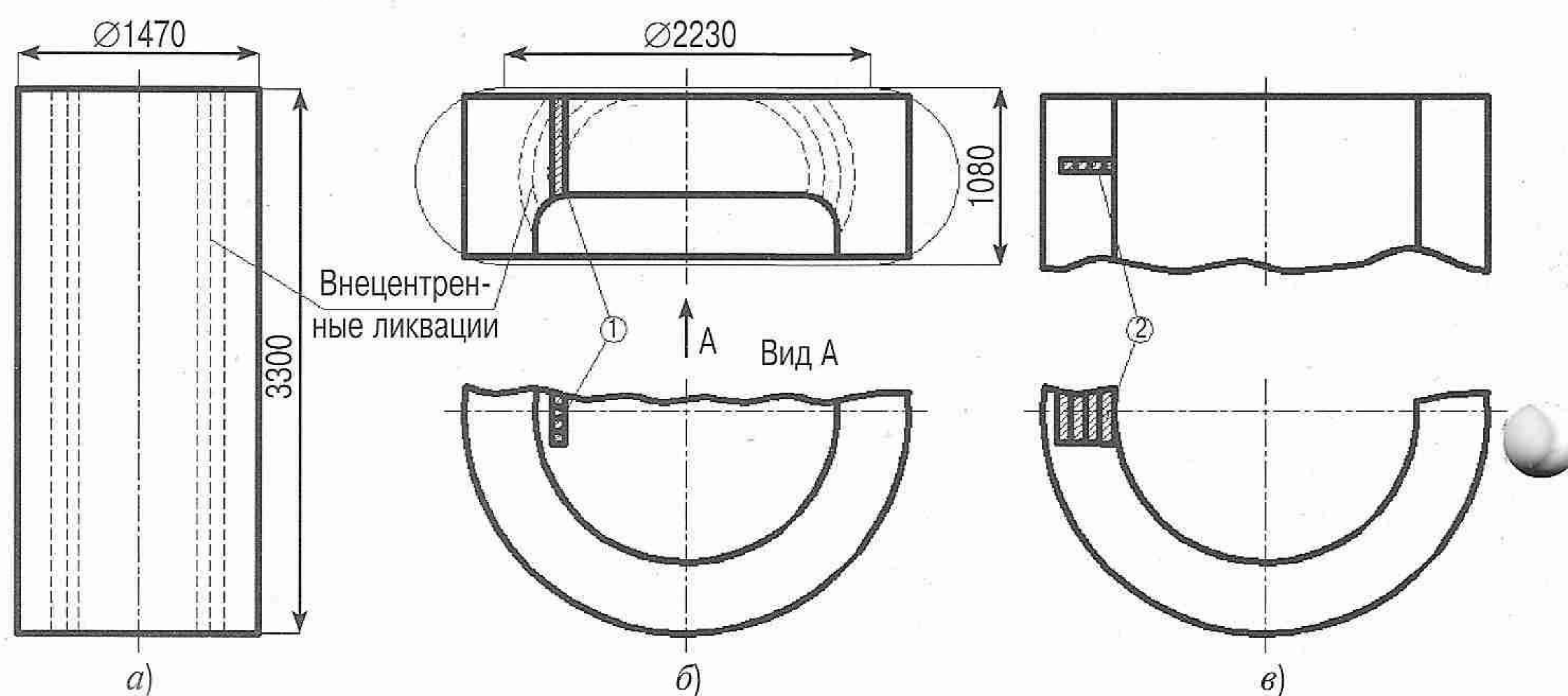


Рис. 2. Схема образования металлургических дефектов и вырезки темплетов для усталостных испытаний:

а — отливка; б — поковка днища; в — обечайка; 1, 2 — темплеты из днища и обечайки

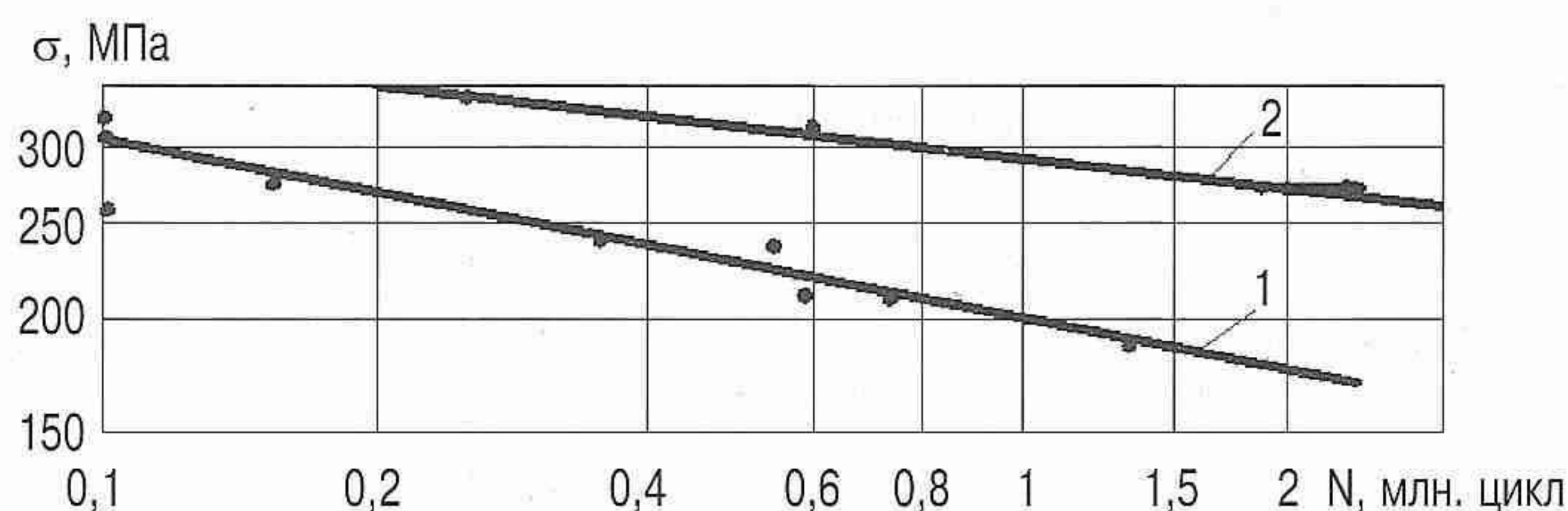


Рис. 3. Результаты испытаний на усталость образцов стали 25ГС:

1 — зона галтельного перехода днища; 2 — обечайка цилиндра, тангенциальное направление

2. Разрушения по такой же схеме происходили ранее в цилиндрах, изготовленных из стали 25ГС. Конструкторами ПО «Уралмаш» было высказано предположение, что одна из причин снижения сопротивления усталости зоны галтельного перехода связана с технологией изготовления днища [5]. В литом слитке образуются внецентренные ликвации (рис. 2, а), которые при ковке слитка разворачиваются (рис. 2, б). После токарной обработки внутренней части поковки шнуры ликваций выходят на поверхность галтели в направлении, близком к нормальному. Попадание областей ликваций на поверхность галтели в зоне действия максимальных растягивающих напряжений существенно снижает прочность материала при циклических нагрузках и является причиной возникновения трещин усталости.

Для проверки данного предположения были проведены усталостные испытания образцов, вырезанных из разрушенных цилиндров (сталь 25ГС) прессов силой 30 и 70 МН (прессы предназначены для штамповки заготовок колес). Расположение темплетов, из которых были вырезаны образцы, показано на рис. 2, б и в. У цилиндра прессы силой 30 МН темплет расположен вблизи галтели днища в вертикальном направлении (рис. 2, б), у цилиндра прессы силой 70 МН — в обечайке цилиндра в тангенциальном направлении (рис. 2, в).

Результаты испытаний на усталость приведены на рис. 3. Предел выносливости при пульсирующем нагружении образцов, вырезанных из зоны галтели днища и из обечайки цилиндра, составил $\sigma_0 = 165$ и 275 МПа соответственно. Таким образом, предел выносливости материала в зоне галтели днища, где присутствуют металлургические дефекты, в 1,7 раза меньше, чем в обечайке цилиндра, где металлургических дефектов нет.

Значительное снижение прочности материала из-за наличия металлургических дефектов является причиной возникновения трещин в зоне галтелей днищ сварнокованных цилиндров из сталей 25ГС и 35. Для предотвращения разрушений необходимо совершенствовать технологию изготовления цилиндров или использовать специальные технические решения для упрочнения контуров галтелей.

3. Главные цилиндры ряда прессов имеют отверстие для подвода рабочей жидкости, расположенное в стенке цилиндра. На рис. 4 показан цилиндр прессы силой 18 МН, изготовленный из стали 35Л и рассчитанный на давление рабочей жидкости 24 МПа. Внешний диаметр цилиндра 1385 мм, внутренний — 1100 мм, высота прилива под штуцер — 90 мм. Таким образом, толщина стенки цилиндра равна 142,5 мм, а в зоне отверстия она составляет 232,5 мм, т. е. на 90 мм больше (за счет прилива под штуцер).

Цилиндр разрушился приблизительно после 1,5 млн. циклов нагружений из-за возникновения трещины в зоне отверстия в стенке.

Для замены разрушенного поставлен новый цилиндр. Внешний диаметр этого цилиндра увеличен до 1500 мм, т. е. на 115 мм, толщина стенки — до 200 мм, т. е. на 57,5 мм, но в зоне прилива под штуцер толщина стенки увеличена всего на 15 мм. Таким образом, у нового цилиндра толщина стенки в зоне отверстия составила 215 мм, что на 17,5 мм меньше, чем у цилиндра первоначальной конструкции.

Новый цилиндр разрушился также примерно после 1,5 млн. циклов нагружений (около 14 лет эксплуатации) из-за трещины, возникшей в том же месте.

Расчеты показали, что несмотря на увеличение толщины стенки от 142,5 до 200 мм при ее уменьшении в зоне отверстия с 232,5 до 215 мм, максимальные растягивающие напряжения на контуре отверстия не уменьшились. В обоих случаях напряжения превышали предел выносливости материала. Аналогичные разрушения происходили и в цилиндрах, изготовленных из кованой стали.

Первым этапом работ по предупреждению разрушений цилиндров с отверстием в стенке является их расчет с установлением величин максимальных растягивающих напряжений на контуре отверстия. Сопоставление этих напряжений с пределом выносливости материала позволяет оценить запас прочности и определить необходимость разработки и внедрения мероприятий по предупреждению разрушений.

Для цилиндров работающих прессов действенным мероприятием оказалась установка силовых бандажей (с натягом) выше и ниже отверстия [6]. Бандажи устанавливают на месте без демонтажа прессы. Для новых цилиндров, изготавливаемых для замены разрушенных, необходимо выполнить детальный расчет напряженного состояния цилиндра и расположить отверстие в зоне с минимальными номинальными напряжениями.

4. В рассмотренных примерах причина отказа была связана с технологией изготовления и конструкцией собственно цилиндра. В ряде случаев причина отказов связана с условиями совместной работы цилиндра и поперечины, в которую он установлен [7].

Узлы «архитрав—цилиндр» прессов силой 160 и 200 МН для формовки заготовок труб диаметром 1020...1220 мм показаны на рис. 5.

Пресс силой 160 МН первоначально состоял из шести двухколонных одноцилиндровых секций. Архи-

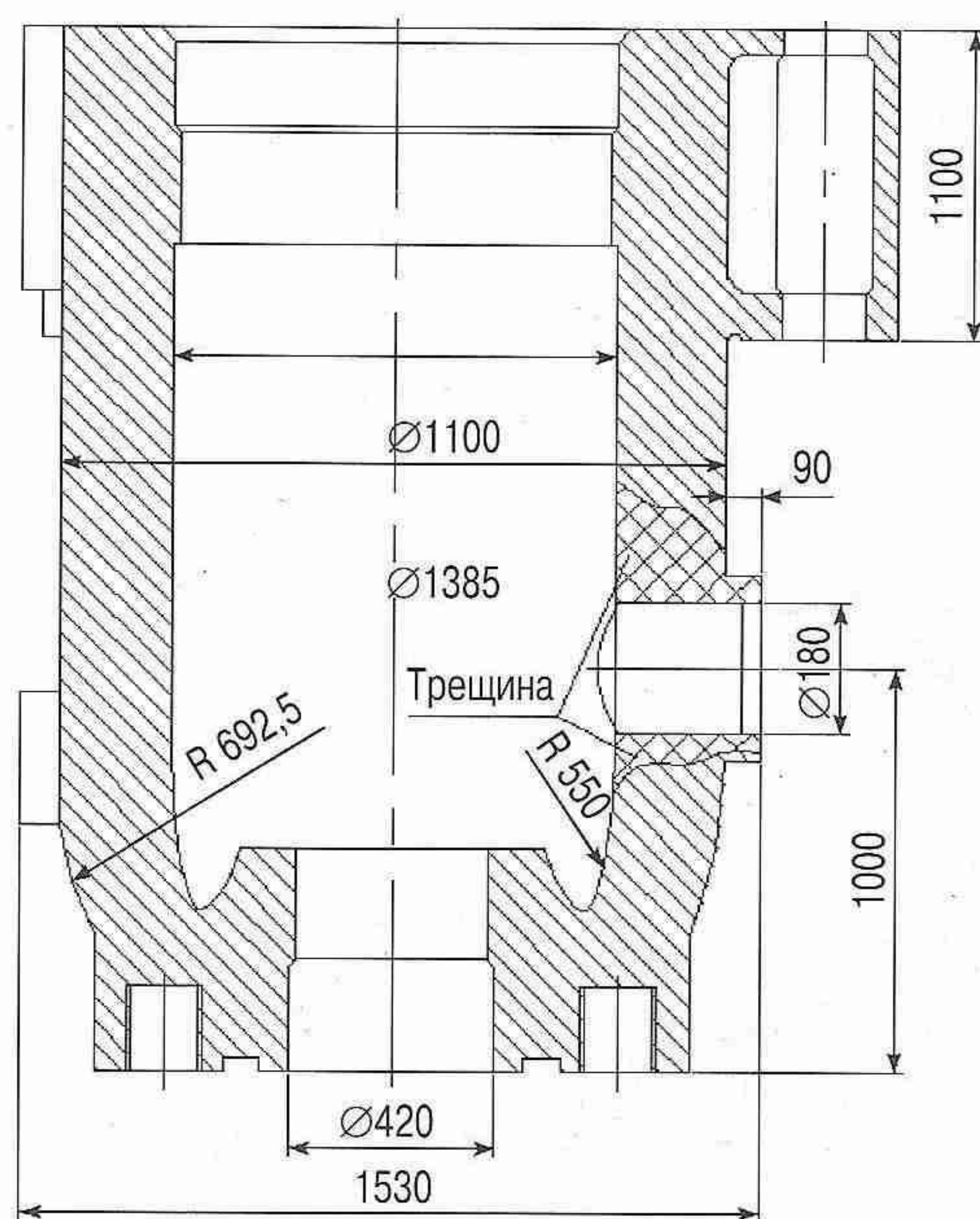


Рис. 4. Цилиндр прессы силой 18 МН, разрушенный по отверстию для подвода рабочей жидкости

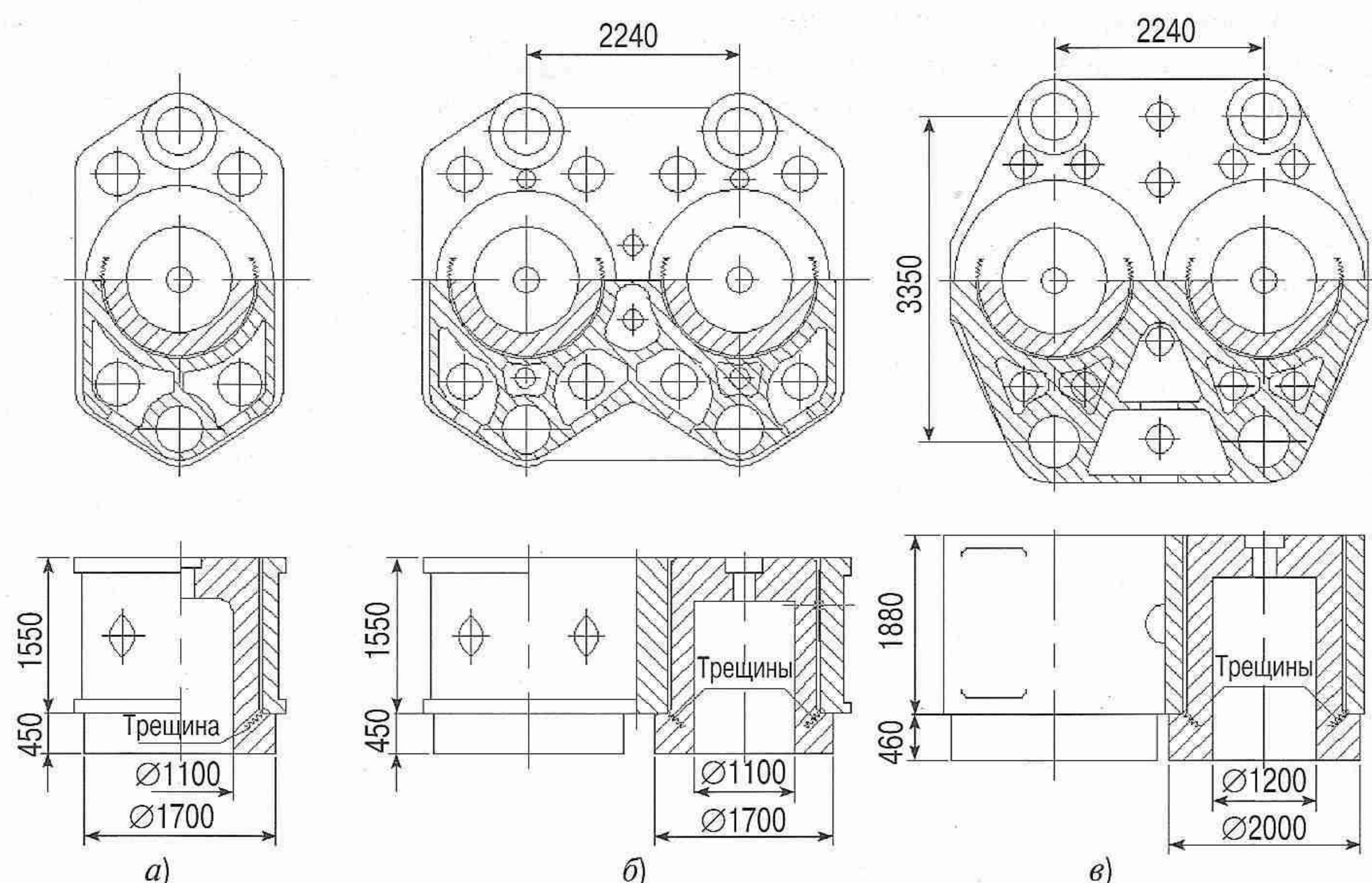


Рис. 5. Узлы «архитрав—цилиндр» и расположение трещин в цилиндрах:

а, в — прессы силой 160 и 200 МН; б — модернизированный пресс силой 160 МН

трав одной секции этого пресса с установленным в нем цилиндром показан на рис. 5, а. Трещины, расположенные в зонах продольной оси пресса, возникали в галтелях фланцев цилиндров примерно после 1 млн. циклов нагружений.

Конструкторами пресса было высказано предположение, что разрушение вызвано неучтенной эксцентрической нагрузкой, направленной вдоль оси пресса. Для увеличения жесткости пресса шесть двухколонных одноцилиндровых секций были заменены на три четырехколонные двухцилиндровые секции (рис. 5, б). Все главные цилиндры и колонны тоже были заменены. После двух лет эксплуатации (около 1 млн. циклов нагружений) в галтелях всех цилиндров снова были обнаружены трещины, расположенные в тех же зонах на продольной оси пресса.

В дальнейшем пресс силой 160 МН был заменен прессом силой 200 МН, также состоящим из трех четырехколонных секций с двумя цилиндрами. Узел «архитрав—цилиндр» одной секции этого пресса показан на рис. 5, в. Через два года эксплуатации (около 1 млн. циклов нагружений) в галтелях фланцев всех цилиндров были обнаружены трещины большой протяженности, расположенные в тех же зонах на продольной оси пресса.

Причина повреждения цилиндров была установлена после обследования контактных поверхностей архитравов и фланцев цилиндров. Первоначально плоская контактная поверхность подвергалась значительному и неравномерному формоизменению, в результате чего контакт фланца цилиндра с архитравом осуществлялся только по площадкам (опорным ступенькам), расположенным вблизи продольной оси пресса. Суммарная площадь контакта фланца цилиндра и архитрава вследствие образования этих ступенек составляла менее половины первоначальной площади контакта.

Это вызывало соответствующее местное увеличение контактных давлений и напряжений в галтели фланца.

Расчеты и экспериментальные исследования натурных конструкций показали, что формоизменение контактных поверхностей вызвано неравномерным по окружности износом этих поверхностей. Установлены зависимости, связывающие износ поверхностей контакта с геометрическими параметрами архитрава и цилиндра. На основе этих зависимостей разработаны конструктивные решения, позволяющие значительно уменьшить износ сопряженных поверхностей архитрава и цилиндров и предотвратить разрушение как вновь проектируемых, так и действующих конструкций.

Выводы. 1. Отказы цилиндров мощных гидравлических прессов не связаны с естественными процессами старения и усталости всего объема металла. Практически все отказы вызваны конструктивно-технологическими ошибками, допущенными заводами-изготовителями. В результате этих ошибок с самого начала эксплуатации уровень напряжений в ряде точек детали превышает предел прочности материала по усталости или создаются условия для формоизменения контактных поверхностей сопряженных деталей. Неравномерное формоизменение значительно увеличивает контактные давления, в результате чего напряжения в зонах концентрации сопряженных деталей становятся выше предела выносливости материала.

2. Разработанные методы расчета дают возможность спрогнозировать изменения условий контактного взаимодействия цилиндров и поперечин и разработать технические решения, предупреждающие неравномерное формоизменение сопряженных поверхностей.

3. Современные методы неразрушающего контроля позволяют обнаружить трещины в цилиндрах на ранней стадии их развития, своевременно разработать и внедрить конструктивно-технологические решения, предупреждающие разрушение цилиндров.

4. Анализ условий и результатов эксплуатации мощных гидравлических прессов показывает, что физический износ и разрушения главных цилиндров вызваны в большинстве случаев недостаточным вниманием к обеспечению их надежности во время эксплуатации.

5. Успех работ по обеспечению надежности базовых деталей мощных гидравлических прессов определяется современным и качественным их проведением. Легче предупредить разрушение, чем ликвидировать его последствия. Чем раньше осуществлены мероприятия по прогнозированию и профилактике разрушения, тем меньше ущерб.

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 прессы. М: Машиностроение, 1966. С. 414—431.

3. Гохберг М. М., Пылайкин П. А., Юшкевич В. Н. Усталостная прочность сталей для прессов // Производство крупных машин. Вып. XXI. Гидравлические прессы. М.: Машиностроение, 1971. С. 10—34.

4. Сурков А. И. Оценка и обеспечение прочностной надежности базовых деталей мощных гидравлических прессов // Кузнечно-штамповочное производство. 1982. № 8. С. 34—37.

5. Мельников В. И., Монахов-Ильин Г. П., Пылайкин П. А., Сурков А. И. Характеристики сопротивления усталости и хрупкому разрушению сталей для изготовления базовых деталей мощных прессов // Тр. ВНИИметмаша. 1988. С. 76—84.

6. Сурков А. И., Курович А. Н., Сурков И. А. Обеспечение прочностной надежности базовых деталей мощных гидравлических прессов на стадиях проектирования и эксплуатации // Тяжелое машиностроение. 2003. № 5. С. 35—37.

7. Сурков А. И., Шныгарь С. А., Лобанов Н. А. Исследование повреждений рабочих цилиндров прессов для окончательной формовки труб большого диаметра // Новое в создании и исследовании кузнечно-прессовых машин: Тр. ВНИИметмаша. 1983. С. 69—74.

ХРОНИКА

УДК 621.73:06.091.5

Ю. А. ЗИМИН, д-р техн. наук

Союзу кузнецов — 15 лет

Союз кузнецов был учрежден в июне 1989 г. на III Всесоюзном празднике кузнецов, который проходил в Музее кузнечной науки и техники и на котором присутствовали кузнецы-художники из России, Украины, Белоруссии, Литвы, Латвии, Эстонии, Армении, Киргизии, Узбекистана, а также ученые и специалисты-кузнецы, деятели культуры и искусства, общественные деятели, представители администрации Балашихинского района.

Президентом Союза кузнецов был избран Ю. А. Зимин.

В августе 1992 г. Союз кузнецов был зарегистрирован в Минюсте России. Союз кузнецов наметил широкую программу деятельности.

Программа союза кузнецов

Союз кузнецов является творческим Союзом, объединяющим талантливых кузнецов-художников России и стран СНГ, ученых и специалистов, работающих в области кузнечно-штамповочного производства.

В то же время, Союз кузнецов объединяет вокруг себя выдающихся общественных деятелей и деятелей культуры, которые своим бескорыстным трудом служат России и тем самым куют ее Величие, Благоденствие, Мощь и Процветание.

1. Цель программы

Осознание, показ и пропаганда глубокой исторической, современной и перспективной значимости кузнечного ремесла, промысла, искусства, производства, науки и техники.

2. Задачи программы

1. Создание условий наибольшего благоприятствования всем творческим личностям, работающим в области кузнечного ремесла, искусства, промысла, производства, техники, науки и культуры, а также в других областях, способствующих развитию кузнечной культуры.

2. Подъем престижа, научно-технического уровня и обеспечение экологической чистоты кузнечно-прессового машиностроения, кузнечно-штамповочного производства, обработки материалов давлением как фундаментальных производств современного машиностроения и техники.

3. Поддержка сельского кузнеца, кузнечного ремесла, промысла и производства, традиций и уклада жизни российского крестьянина с целью возрождения сельского хозяйства России и возрождения коневодства.

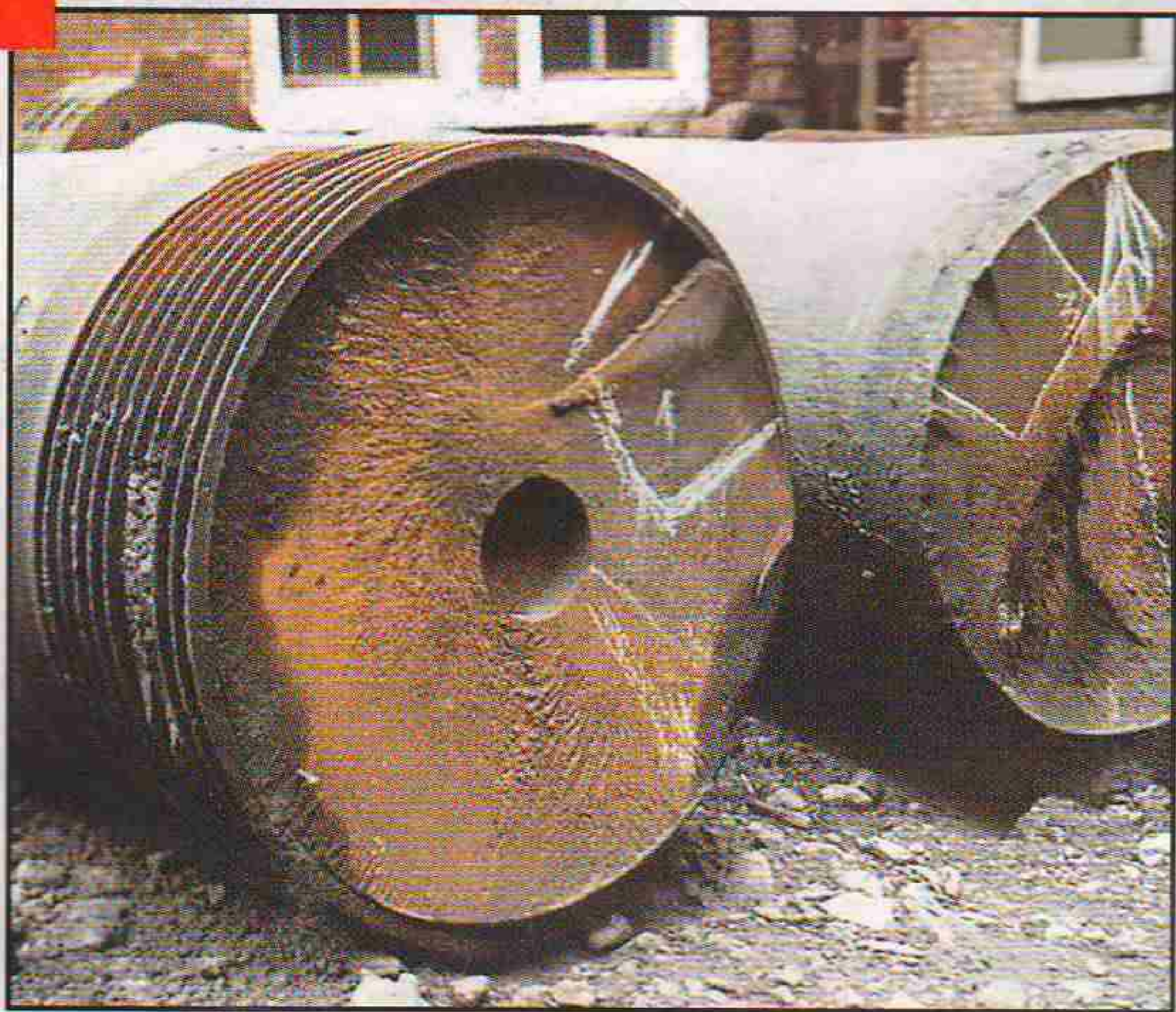
4. Возрождение традиций и культуры художественнойковки и художественно-кузнечного искусства, совершенствование техники и технологии, благоустройство и реставрация памятников истории и культуры, старых усадеб и парков, монастырей, церквей и соборов, создание кованных произведений современных садово-парковых ансамблей, соборов, композиций оформления жилых и общественных зданий, церковной утвари.

5. ПрофорIENTATION молодежи и школьников, подъем уровня начального, среднего специального и высшего образования, воспитание чувства чести, достоинства, патриотизма, уважения к России, гуманитар-

ООО «НАДЕЖНОСТЬ ПЛЮС»

Большинство мощных гидравлических прессов находятся в эксплуатации 30 лет и более. С увеличением длительности эксплуатации увеличивается число отказов главных колонн прессов.

Типовые случаи разрушения колонн, произошедшие в 2003-2004 гг.



Поверхность излома разрушенных колонн пресса силой 70 МН (диаметр колонны 630 мм)



Разрушения внешней резьбы колонны под основанием пресса силой 100 МН (диаметр колонны 830 мм)



Срезанный виток резьбы на разрушенной колонне пресса силой 70 МН (диаметр колонны 630 мм)



Полностью корродированная внутренняя резьба колонны под архитравом пресса силой 100 МН (диаметр колонны 800 мм)

В ООО «НАДЕЖНОСТЬ ПЛЮС» разработаны и применяются технические решения позволяющие:

- предупредить отказы колонн;
- восстановить работоспособность колонн с разрушенной резьбой;
- восстановить работоспособность колонн, оборванных по виткам резьбы.

ООО «НАДЕЖНОСТЬ ПЛЮС»

109428, Москва, Рязанский проспект, 8а

Телефон/факс: (095) 737-5622

E-mail: nadezhnost@mtu-net.ru