

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1959 ГОДА

ISSN 0234-8241

КШП



МА

№ 01'08

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО • ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ



Кузнечно-прессовое
оборудование



Оборудование для
вагоно-колесных мастерских

ТМГ

ОАО "Тяжмехпресс"
www.tmp-press.ru



Крупногабаритные
металлоконструкции



Оборудование для стройиндустрии

394028, Воронеж, ул. Солнечная, 31.

«Равноканальное угловое прессование по схеме *conform* длинномерных наноструктурных полуфабрикатов из титана»

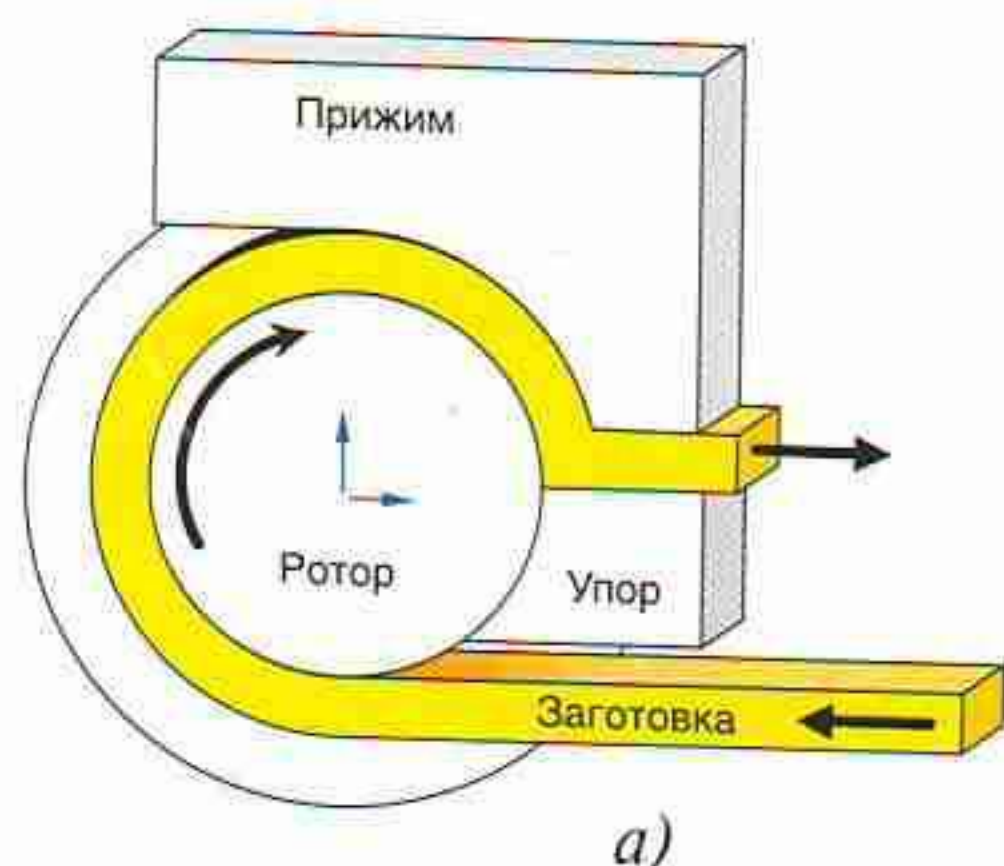


Рис. 2. Принципиальная схема процесса РКУП-*conform* (а) и общий вид экспериментальной установки (б)

Рис. 4. Общий вид НС титановых длинномерных полуфабрикатов, полученных методом РКУП-*conform* при комнатной температуре (шесть циклов обработки)

«Модернизация гидравлических прессов с увеличением сил рабочих цилиндров»

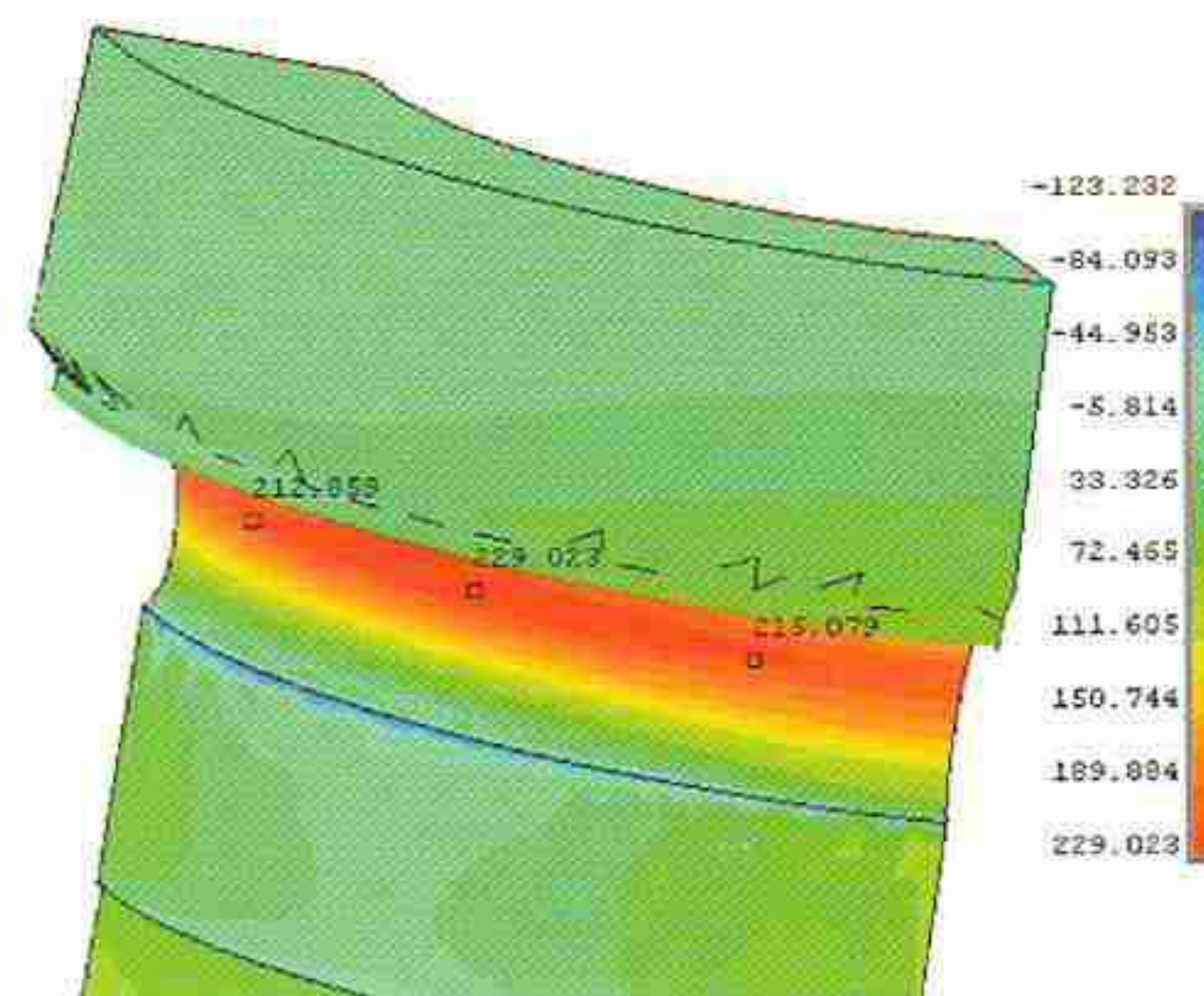
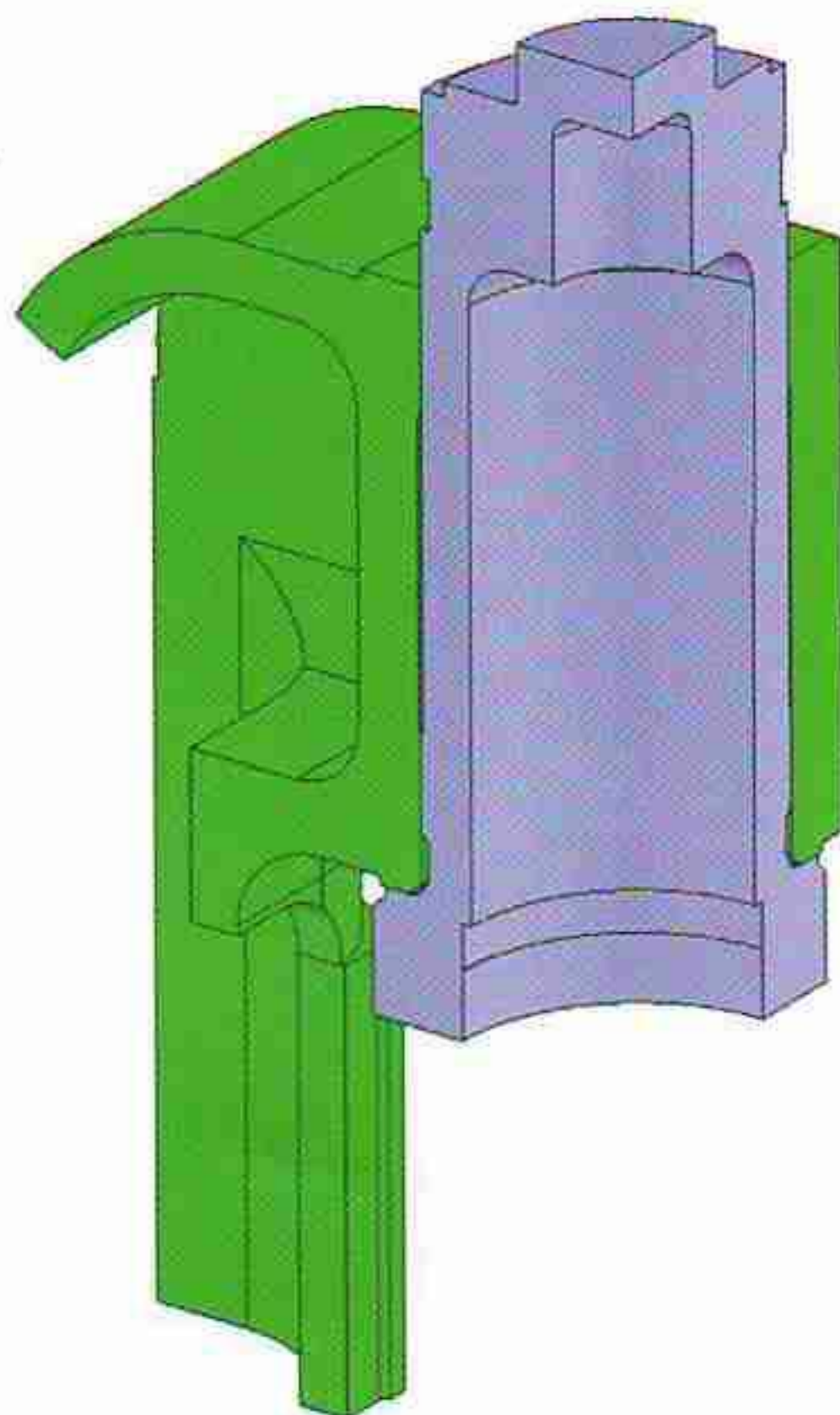
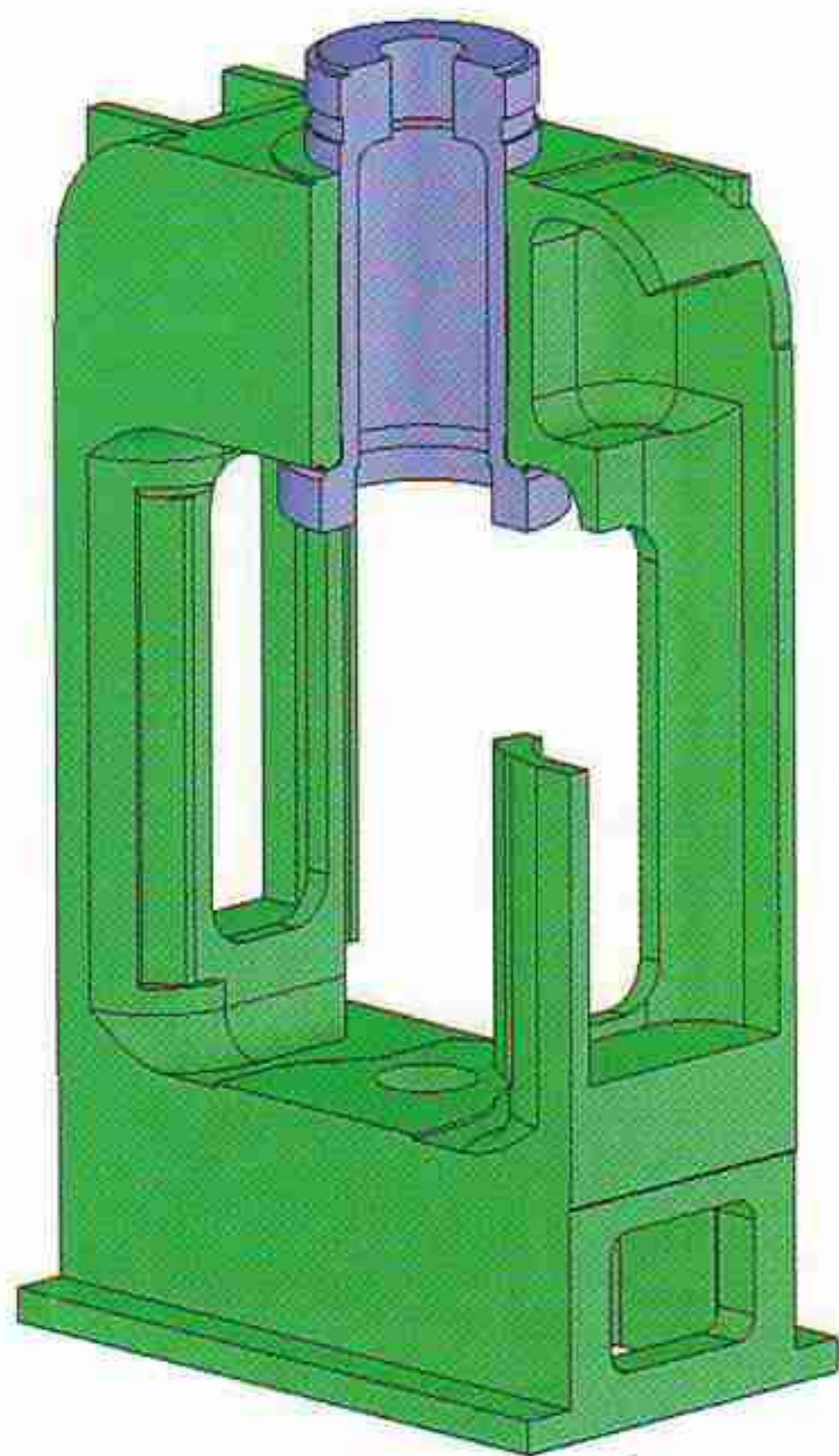


Рис. 3. Станина пресса мод. ПА8340 в сборе с цилиндром

Рис. 5. Математическая модель узла «станина-цилиндр»

Рис. 6. Напряжения в галтели фланца, выполненной с поднутрением стенки

ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.979-82.004.69

Д. А. КУЛАГИН; Д. Г. МАРКОВ; А. П. МОИСЕЕВ; И. А. СУРКОВ, канд. техн. наук; Д. В. МАРКОВ

Модернизация гидравлических прессов с увеличением сил рабочих цилиндров

Проведена теоретическая оценка возможности увеличения сил гидравлических прессов путем их модернизации при сохранении общей компоновки базовых деталей. Результаты этой оценки использованы при модернизации вертикального гидравлического пресса, что позволило увеличить силу пресса в 1,35 раза.

It is carried out theoretical estimation of possibility of increase in hydraulic presses' forces by means of their modernization without changing general configuration of base members. The results of this estimation have been used in modernization of a vertical hydraulic press that has enabled to increase press force 1,35 times as much.

Расширение возможностей технологических процессов обработки давлением в настоящее время в значительной степени связано с модернизацией действующего оборудования. Одно из основных направлений расширения технологических возможностей мощных гидравлических прессов — увеличение силы пресса без замены основных базовых деталей.

При модернизации пресса с увеличением его силы для обеспечения минимального объема работ желательно сохранить общую компоновку базовых деталей. В этом случае увеличить силу пресса можно как путем увеличения внутреннего диаметра рабочих цилиндров, так и путем увеличения давления рабочей жидкости в этих цилиндрах.

Схема рабочего цилиндра пресса с опорой на фланец приведена на рис. 1. Силу цилиндра определяют по выражению

$$P = p\pi D_1^2/4, \quad (1)$$

где p — давление рабочей жидкости; D_1 — внутренний диаметр цилиндра.

Заметим, что фактическая сила цилиндра будет несколько меньше, чем сила, вычисляемая по выражению (1), так как фактическая сила определяется площадью плунжера.

Прочность цилиндра зависит от напряжений на его внутренней поверхности. В соответствии с энергетической теорией прочности эквивалентные напряжения на внутренней поверхности рассматриваемого цилиндра (с опорой на фланец) определяются по выражению¹

$$\sigma_{\text{экв}} = \frac{\sqrt{3}}{1 - \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2} p. \quad (2)$$

Согласно выражению (2) при постоянных значениях D_1 и D_2 напряжения $\sigma_{\text{экв}}$ находятся в прямой зависимости от рабочего давления и, следовательно, от силы цилиндра. Зависи-

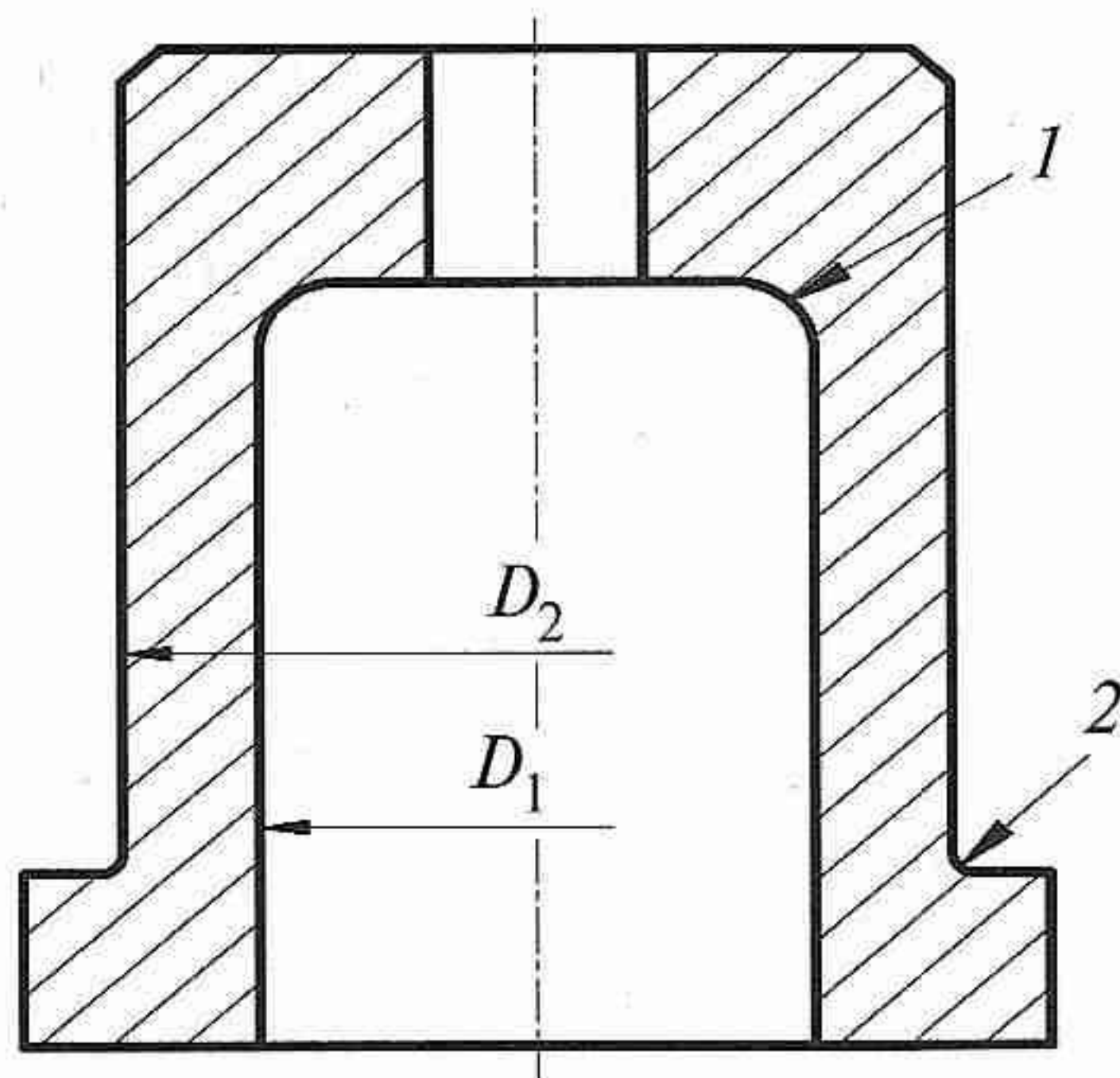


Рис. 1. Схема рабочего цилиндра с опорой на фланец:
1 и 2 — галтели дна и фланца

¹ Розанов Б. В. Гидравлические прессы. М.: Машгиз, 1959.

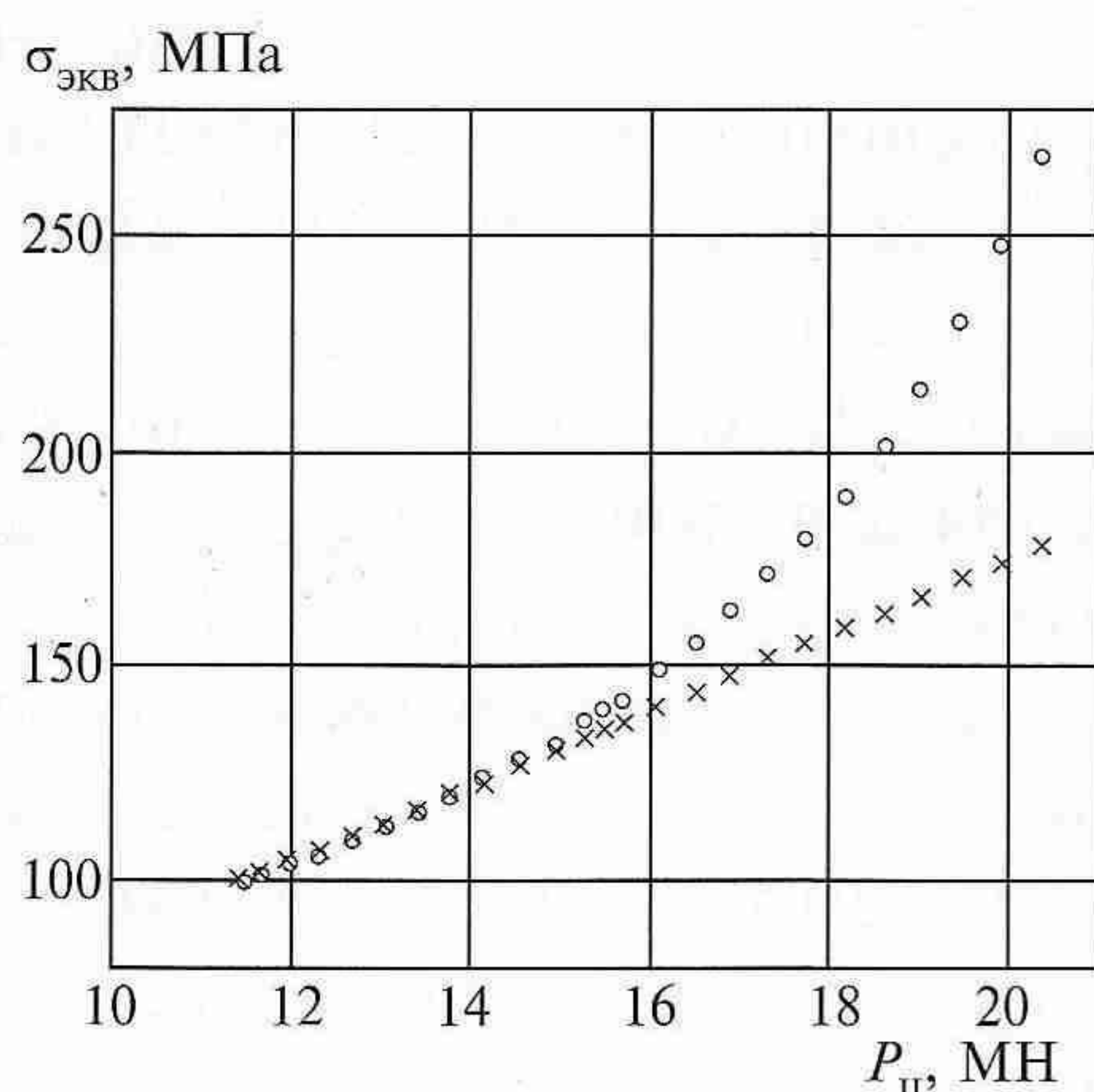


Рис. 2. Зависимость эквивалентных напряжений на внутренней поверхности цилиндра от его рабочей силы:

× и ○ — при увеличении давления рабочей жидкости и внутреннего диаметра цилиндра соответственно

мость $\sigma_{\text{экв}}$ от силы P при увеличении внутреннего диаметра имеет более сложный характер. Приняв в качестве обобщенного параметра силу цилиндра $P_{\text{ц}}$, можно сопоставить значения $\sigma_{\text{экв}}$ при увеличении силы прессы путем увеличения соответственно давления рабочей жидкости и внутреннего диаметра.

Рассмотрим конкретный цилиндр с наружным диаметром $D_2 = 1010$ мм. Внутренний диаметр D_1 изменяли от 675 мм (существующее значение) до 900 мм, давление p рабочей жидкости — от 32 МПа (номинальное значение) до 60 МПа. Зависимости $\sigma_{\text{экв}}$ от силы $P_{\text{ц}}$ при увеличении диаметра D_1 и давления p приведены на рис. 2.

При увеличении силы $P_{\text{ц}}$ от 11,5 МН (проектное значение) до 15 МН значения $\sigma_{\text{экв}}$ возрастают с одинаковой интенсивностью и практически совпадают как при увеличении диаметра D_1 , так и при увеличении давления p . При дальнейшем увеличении силы $P_{\text{ц}}$, увеличение диаметра D_1 вызывает более интенсивное возрастание $\sigma_{\text{экв}}$, чем увеличение давления p .

Таким образом, на участке, где линии $\sigma_{\text{экв}}$ практически совпадают, целесообразно повышать силу цилиндра путем увеличения его внутреннего диаметра. В этом случае отпадает необходимость разработки и изготовления новой гидросистемы.

Определим возможное повышение силы цилиндра путем увеличения его внутреннего диаметра по условию прочности стенки цилиндра. Эквивалентное напряжение на внутренней поверхности цилиндра при постоянном давлении определяется соотношением наружного и внутреннего диаметров. Если наружный диаметр постоянен, то напряжения зависят только от внутреннего диаметра.

При заданных наружном диаметре цилиндра, давлении рабочей жидкости и эквивалентном напряжении на внутренней поверхности внутренний диаметр цилиндра можно вычислить по формуле

$$D_1 = D_2 \sqrt{1 - \frac{p\sqrt{3}}{\sigma_{\text{доп}}}}, \quad (3)$$

где $\sigma_{\text{доп}}$ — допускаемое эквивалентное напряжение на внутренней стенке цилиндра.

С учетом формулы (3) можно записать выражение для определения силы цилиндра:

$$P = p\pi \frac{D_2^2}{4} \left(1 - \frac{p\sqrt{3}}{k\sigma_{\text{доп}}}\right), \quad (4)$$

где k — коэффициент, учитывающий увеличение напряжений в галтели фланца, $k = 0,62 \dots 0,77$.

Коэффициент k вводится потому, что согласно результатам исследований напряжения в галтели опорной поверхности фланца в 1,3...1,6 раза превышают напряжения на внутренней поверхности стенки цилиндра. На поверхности этой галтели максимумы напряжений вызваны как резким изменением жесткости стенки цилиндра (переход во фланец), так и действием изгибающих напряжений, обусловленных действием моментов от нагрузки на опорной площадке фланца.

На величину напряжений в галтели фланца существенно влияет жесткость поперечины, в которой монтируется цилиндр. Вследствие прогиба поперечины происходит перераспределение контактных давлений по опорной поверхности фланца. В областях сечений поперечины, расположенных по осям колонн и в зонах примыкания ребер, давле-

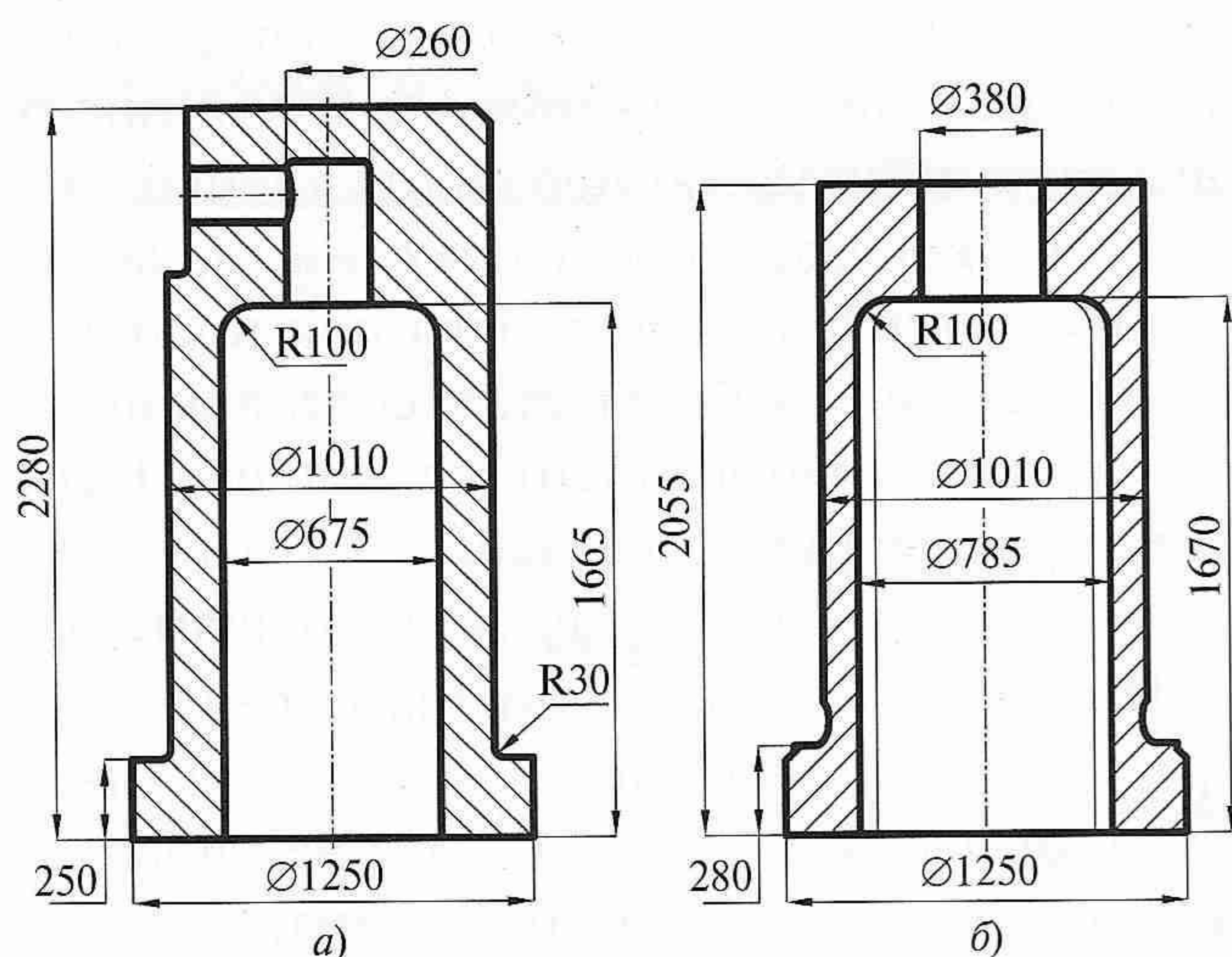


Рис. 4. Первоначальная (а) и модернизированная (б) конструкции цилиндра

ния на опорную поверхность фланца резко возрастают, что вызывает значительное повышение напряжений в ближайших участках галтели фланца цилиндра.

При увеличении силы цилиндра необходимо учитывать и возрастание нагрузки на станину. Поэтому проект модернизации должен включать в себя тщательное изучение работы базовых деталей пресса и проведение исследований по определению уровня напряжений в наиболее нагруженных местах. По результатам этих работ предлагаются и обосновываются технические решения по усилению конструкции.

Приведенные теоретические положения использованы Коломенским заводом тяжелого станкостроения при модернизации вертикального гидравлического пресса с увеличением силы в 1,35 раза. Пресс имеет цельнолитую станину и один рабочий цилиндр, расположенный в верхней ее части. Станина пресса в сборе с цилиндром представлена на рис. 3 (см. 2-ю полосу обложки). Увеличение сил пресса было достигнуто благодаря изготовлению нового главного цилиндра с увеличенным диаметром плунжера и измененной конструкцией днища и галтели фланца (рис. 4).

Подставив в уравнение (4) $p = 32$ МПа, $D_2 = 1010$ мм, $\sigma_{\text{доп}} = 180$ МПа, $k = 0,77$, полу-

чим $P = 15,5$ МН. Для изготовления нового цилиндра использована сталь 34ХНЗМ с пределом текучести $\sigma_T = 500$ МПа. При запасе прочности по пределу текучести $n = 2$ (согласно работе Б. В. Розанова¹) допускаемые напряжения для этой стали $\sigma_{\text{доп}} = 250$ МПа.

Напряжения в цилиндре и станине с учетом обеспечения необходимых условий их совместной работы определены методом конечных элементов. При центральном нагружении пресс имеет две плоскости симметрии, что при соответствующих условиях закрепления позволяет в расчетах рассматривать 1/4 часть конструкции.

Жесткость на изгиб верхней и нижней частей станины значительно больше, чем жесткость стоек, поэтому в сечении на половине длины стойки запрещены перемещения в вертикальном направлении. Внутренний диаметр цилиндра $D_1 = 785$ мм, внутренняя поверхность цилиндра нагружена равномерным давлением $p = 32$ МПа. Математическая модель узла «станина—цилиндр», построенная и нагруженная с соблюдением условий геометрического и силового подобия модели и натуры, представлена на рис. 5 (см. 2-ю полосу обложки).

В существовавшей конструкции цилиндра радиус галтели фланца был равен 30 мм. Этот радиус и был использован при построении галтели фланца первоначальной математической модели цилиндра.

Результаты расчета показали, что максимальные растягивающие напряжения в галтели с таким радиусом составляют 350 МПа, что превышает принятый уровень допускаемых напряжений в 1,4 раза. Выполнить галтель с большим радиусом не представляется возможным, так как для этого пришлось бы переделывать станину пресса. В связи с этим для снижения напряжений была изменена форма галтели — она выполнена с поднутрением стенки (рис. 4, б).

На рис. 6 (см. 2-ю полосу обложки) представлены результаты расчета цилиндра с новой галтелью. Максимальные напряжения, равные 230 МПа, возникают в местах, где ста-

нина пресса имеет наибольшую жесткость. Запас прочности по максимальным напряжениям составляет $n = 1,1$, что обеспечивает достаточную долговечность цилиндра.

Таким образом, изготовление нового цилиндра из легированной стали 34ХНЗМ и выполнение галтели специальной формы с поднутрением стенки обеспечивают прочность и долговечность цилиндра при увеличении его силы в 1,35 раза.

Одновременно с работами по увеличению силы и обеспечению прочности цилиндра проведены исследования, разработаны и реализованы технические решения по обеспечению прочности станины при увеличении силы пресса.

Выводы. 1. На основе теоретических положений разработаны конструктивные решения по увеличению силы цилиндра гидравли-

ческого пресса при сохранении посадочных размеров цилиндра в поперечине.

2. Модернизирован одноцилиндровый вертикальный гидравлический пресс с увеличением силы в 1,35 раза (от 11,5 МН до 15,5 МН) благодаря изготовлению нового главного цилиндра с увеличенным внутренним диаметром при сохранении существующего давления рабочей жидкости.

3. Обеспечение прочностной надежности гидравлического пресса после модернизации с увеличением силы требует предварительного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по исследованию влияния новых конструктивно-технологических факторов на условия совместной работы и прочность деталей узла «цилиндр—поперечина».

УДК 621.7.044.004

Б. Н. МАРЬИН, д-р техн. наук; М. А. СЕРАФИМОВ; С. Б. МАРЬИН; А. В. ЧЕРНЫШЕВ

Установка для электроимпульсной обработки заготовок

Создана установка для электроимпульсной обработки заготовок, обеспечивающая получение качественных деталей благодаря возможности точной фиксации времени пропуска импульсов тока.

It is created an installation for electropulse processing of preforms providing manufacture of high-quality parts due to possibility of exact fixing of flashing time.

В КНААПО (Комсомольск-на-Амуре) изготовлена установка для электроимпульсной обработки заготовок¹ (рисунок). Установка содержит пресс 1, трансформатор тока 5, регулятор контактной сварки 3, тиристорный контактор 4. На верхней плите пресса размещен электроконтактный манометр 2 (например, ЭКМ-400).

Установка работает следующим образом.

Заготовку б помещают между верхней и нижней плитами пресса и устанавливают величину максимальной силы деформирования $P_{\max}$. Значение $P_{\max}$ определяют аналитически на основе расчета напряженно-деформированного состояния заготовки.

Первый импульс тока вводят в тот момент времени, когда сила деформирования P принимает значение, равное $0,8P_{\max}$. Этот момент времени достаточно точно фиксируется

¹ Пат. 2118581 РФ. Устройство для электротермического воздействия на заготовку.