

Изобретение относится к области высоких давлений, а именно, к устройствам высокого давления, применяемым при синтезе алмазов и других сверхтвердых материалов.

Известно наиболее близкое по технической сути к заявляемому устройство для создания высоких давлений и температур, типа "Belt" [1], содержащее стальную матрицу с углублениями на торцах, соединенными с центральным отверстием, соосно которому по обе стороны от матрицы расположены твердосплавные пуансоны, имеющие расположенные эквидистантно их рабочей поверхности участки из другого материала.

Одним из существенных недостатков устройства по прототипу является его низкая стойкость при работе на режимах с давлениями выше 6 ГПа. При этих давлениях стальная матрица пластически деформируется, в результате чего в реакционной зоне снижается давление. Применение твердосплавной матрицы обеспечивает требуемое давление, но в результате возникновения неравномерных по высоте матрицы напряжений в центральной ее части образуются трещины и матрица выходит из строя.

Применяемые в этих условиях защитные из мягких пластичных материалов покрытия на пуансонах недостаточно эффективны. В процессе нагружения покрытие испытывает большие пластические деформации, связанные с течением материала, что вызывает высокие касательные напряжения на рабочей поверхности пуансонов и, как следствие этого, их разрушение.

Задачей, на решение которой направлено настоящее изобретение, является такое усовершенствование конструкции твердосплавной матрицы устройства высокого давления и температуры, при котором обеспечивается повышение энергопоглощаемости материала матрицы и возможность управления ее жесткостью.

Это достигается тем, что в устройстве для создания высокого давления и температуры, содержащем матрицу с углублениями на торцах, соединенными со сквозным центральным отверстием, соосно которому по обе стороны от матрицы расположены твердосплавные пуансоны, согласно изобретению на внутренней и боковой наружной поверхностях матрицы выполнены тороидальные участки, выпуклости которых в радиальном сечении направлены навстречу друг другу, при этом упомянутые участки матрицы имеют повышенное содержание связующего металла.

В заявляемом техническом решении создание участков с повышенным содержанием металла не влияет на величину контактных напряжений, воздействующих на матрицу и пуансон, а положительный эффект достигается посредством выравнивания напряжений в объеме устройства путем управления жесткостью матрицы, а также в результате увеличения энергопоглощаемости материала устройства. Рассмотрим это подробнее.

В процессе нагружения устройства в его объеме возникают различного рода напряжения, под действием которых в материале происходят необратимые процессы - увеличивается концентрация дислокаций, возникают

микротрещины, происходит остаточная деформация фаз и т.п. Накопление этих изменений связано с поглощением материалом определенной энергии. Чем выше энергопоглощаемость материала, тем больше его ресурс работы. Создание участков с повышенным содержанием связующего металла в наиболее опасных местах устройства позволило в 2 раза увеличить полную работу деформации материала и соответственно его ресурс работы.

При предварительном обжатии матрицы блоком стальных колец в ней возникают неравномерные по высоте напряжения. Это связано с тем, что матрица в области торцов и в центральной части имеет различную жесткость. При синтезе сверхтвердых материалов максимальные давления создаются в цилиндрическом отверстии, в результате чего в период рабочего нагружения характер распределения напряжений в матрице существенно изменяется. Вследствие увеличения количества металла в участках тороидальной формы матрицы ее жесткость по высоте и в радиальном направлении изменяется и, как результат, возникает более благоприятное распределение напряжений по высоте матрицы. Из вышеизложенного следует, что, наряду с увеличением энергопоглощаемости участков тороидальной формы, происходит изменение жесткости матрицы, в результате чего в ней реализуется наиболее благоприятное напряженно-деформированное состояние.

Таким образом, приведенные доводы свидетельствуют о наличии нового механизма взаимодействия признаков совокупности, обусловившего перечисленные выше новые технические результаты.

На фиг.1 представлен общий вид заявляемого устройства в разрезе; на фиг.2 - распределение наиболее характерных для данного устройства тангенциальных напряжений по прототипу (а) и по предлагаемой конструкции (б).

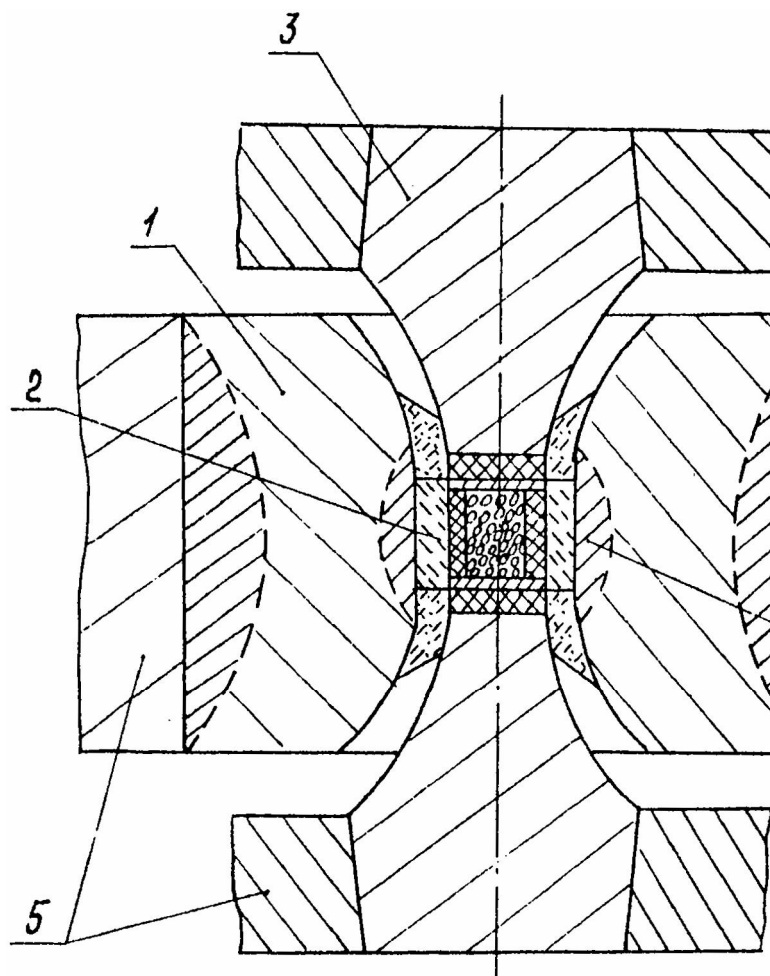
Устройство для создания высокого давления и температуры (фиг.1) состоит из твердосплавной матрицы 1 с углублениями на торцах, соединенными со сквозным центральным отверстием 2, соосно которому по обе стороны от матрицы расположены твердосплавные пуансоны 3, при этом участки с различным содержанием связующего металла 4 выполнены на внутренней и боковой наружной поверхностях твердосплавной матрицы 1 и имеют тороидальную форму, а выпуклости этих участков в радиальном сечении направлены на встречу друг другу, при этом упомянутые участки 4 матрицы 1 имеют повышенное содержание связующего металла. Матрица 1 и пуансоны 3 охвачены стальными обжимающими кольцами 5.

Для формирования матрицы применяют гидростатическое прессование с использованием разъемного вкладыша, имеющего боковые поверхности в виде вогнутых тороидов. На первом этапе из смеси ВК15 с применением вкладыша формируют участки 4, затем вкладыш удаляют, а освободившийся объем заполняют твердосплавной смесью ВК8 (8мас.% Со, 92мас.% WC) и осуществляют повторное гидростатическое прессование. После механической обработки брикет спекают по традиционной технологии.

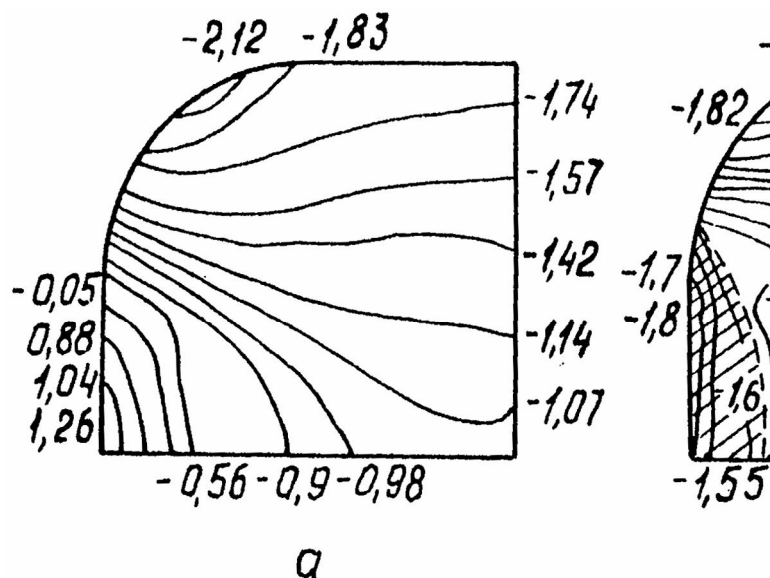
Устройство работает следующим образом. Усилие от пресса подается на пуансоны 3, которые входят в сквозное центральное отверстие 2 матрицы 1 и сжимают находящуюся в нем реакцию смесь. В процессе сближения пуансонов 2 и последующего нагрева в зоне с реакционной смесью развиваются высокие давления и температуры, под действием которых в матрице 1 на рабочей поверхности возникают растягивающие тангенциальные напряжения, равные 1,26 ГПа (фиг.2а). Последние превышают предел прочности материала на растяжение и приводят к преждевременному разрушению устройства. Распределение компонент тензора напряжений в устройстве получено методом конечных элементов с учетом предварительного обжатия матрицы 1 блоком стальных колец 5. Ввиду осесимметричности устройства и симметрии относительно горизонтальной плоскости разреза пуансонов 3, объектом исследования являлась половина осевого сечения матрицы.

Формирование участков тороидальной формы 4 по предлагаемому решению приводит к тому, что в процессе нагружения заявляемого устройства рабочим давлением и температурой в матрице 1 возникают зоны развитых пластических деформаций (на фиг.2б они заштрихованы), приводящие к существенному перераспределению в ней напряжений. Расчеты, проведенные с учетом изменения упругопластических свойств материала в радиальном направлении и по высоте матрицы 1, показали, что последняя, в отличие от прототипа, работает в условиях более благоприятного напряженно-деформированного состояния, характеризуемого всесторонним неравномерным сжатием.

Опытная партия заявляемого устройства в количестве 10 штук изготовлена и испытана в Институте сверхтвердых материалов в процессе синтеза монокристаллических алмазов марки AC50-AC160 при давлении 5 - 6 ГПа и температуре 1300 - 1400°C на прессовой установке фирмы "ASEA" (Швеция) с усилием 140 МН. Рабочий объем устройства составлял 62 см³. Рентгеноструктурными исследованиями установлено, что содержание Со в участках тороидальной формы 4 с увеличением радиуса матрицы изменялось на внутренней рабочей поверхности от 6 до 9, а на внешней - от 9 до 15 мас.%. Одновременно в аналогичном режиме синтеза испытывалась опытная партия известных по прототипу устройств, принятая в качестве контрольной. В результате испытаний установлено, что создание в матрице участков с повышенным содержанием Со позволяет повысить по сравнению с контрольными образцами эксплуатационную стойкость аппаратов высокого давления, определяемую количеством пресс-спеканий, в 1,5 раза.



Фиг. 1



Фиг. 2