



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20149 (13) U

(51) МПК (2006)

B01J 3/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АПАРАТ ВИСОКОГО ТИСКУ ТА ВИСОКОЇ ТЕМПЕРАТУРИ

1

2

(21) u200607521

(22) 06.07.2006

(24) 15.01.2007

(46) 15.01.2007, Бюл. № 1, 2007 р.

(72) Пріхна Олексій Йосипович

(73) Інститут надтвердих матеріалів НАН України,
Пріхна Олексій Йосипович

(57) 1. Апарат високого тиску та високої температури, що складається з кільцевого корпусу, двох зустрічно розміщених у ньому пуансонів, ступінчасті поверхні рознім у яких мають виступ біля одного торця та відкриту до протилежного торця канавку, що сполучається з зазором з виступом іншого пуансона, з утворенням між пуансонами порожнини тиску з зазором навколо неї, електроізоляційної прокладки, вміщеної між одним з пуансонів та корпусом, та контейнера, вміщеного в порожнину, який відрізняється тим, що твірні зовнішніх боко-

вих поверхонь пуансонів паралельні до поверхні рознім пуансонів.

2. Апарат за п. 1, який відрізняється тим, що порожнина в поперечному перерізі має форму ромба, а в подовжньому - паралелограма з закругленими вершинами тупих кутів.

3. Апарат за п. 1, який відрізняється тим, що кожний з пуансонів складається з двох дзеркально симетричних частин.

4. Апарат за пп. 1, 3, який відрізняється тим, що порожнина тиску в поперечному перерізі має форму квадрата.

5. Апарат за пп. 1, 3, який відрізняється тим, що порожнина тиску в поперечному перерізі має форму круга.

6. Апарат за пп. 1-5, який відрізняється тим, що він має додатковий комплект пуансонів, ідентичний основному.

Корисна модель відноситься до апаратів високого тиску та високої температури (АВТ), що використовуються для синтезу алмазу та кубічного нітриду бору.

Відомий АВТ [див. Canasian patent №938413 class 18-44 High-pressure and high-temperature device // V.N. Bakul, A.I. Prikhna, A.A. Shulzhenko] у вигляді двох ковадел з заглибленнями, в яких розміщується контейнер з оброблюваним матеріалом. Перевагою цього АВТ є простота його виготовлення та використання. В АВТ за аналогом форма порожнини характеризується кутом α , який змінюється від 50° (у сталевих АВТ до 100° (у твердосплавних). Контейнери для цих АВТ виготовляються з літографського каменю (CaCO_3). Недоліками є недостатня надійність створення та підтримання тиску в них.

Вільним від цих недоліків є прийнятий нами за найближчий аналог АВТ [див. журнал «Сверхтвёрдые материалы», - 1992. - №4. - с. 21-26], що складається з кільцевого корпусу, двох зустрічно розміщених у ньому пуансонів ступінчасті поверхні рознім у яких мають виступ біля одного торця та відкриту до протилежного торця канавку, що спирається з зазором з виступом другого пуансона, з

утворенням між пуансонами порожнини тиску з зазором навколо неї, електроізоляційної прокладки, вміщеної між одним з пуансонів та корпусом, та контейнера, вміщеного в порожнину. В цьому апараті зовнішня бокова поверхня рухомого пуансона має значний нахил до поверхні рознім пуансонів. Завдяки цьому для підтримання тиску в порожнині під час нагріву та витримки оброблюваного матеріалу АВТ необхідно залишати під дією сили притиску преса. Розборка ж АВТ після закінчення технологічного циклу виконується вільно без допомоги преса.

При використанні цього АВТ в короткочасних процесах синтезу (менше 1 хвилини) найбільшою часткою прямих витрат (матеріали + енергія + зарплата) на синтез алмазу є витрати на АВТ (біля 60%). Витрати на амортизацію та поточне обслуговування преса, який приводить в дію АВТ, що враховуються в накладних витратах, не перевищують 5% від суми прямих витрат. Але при більш тривалих процесах синтезу зазначені витрати на прес швидко зростають. Уже при 15 хв. тривалості процесу синтезу витрати на прес становлять 60% від усіх прямих витрат, а частка витрат на АВТ серед всіх прямих витрат завдяки цьому зменшу-

(13) U

(11) 20149

(19) UA

ється до 24%. При вирощування монокристалів алмазу на затравках, яке продовжується від 80 до 180 годин, зазначені витрати на прес зростають настільки, що стають неспівмірними з прямими витратами.

В основу корисної моделі покладено завдання такого удосконалення АВТ, при якому за рахунок того, що твірні зовнішніх бокових поверхонь пуансонів паралельні до поверхні розніму пуансонів забезпечується підтримання створеного у порожнині тиску силами тертя між пуансонами та корпусом що сприятиме підвищенню його продуктивності.

Поставлене завдання вирішується тим, що в АВТ, що складається з кільцевого корпуса, двох зустрічно розміщених у ньому пуансонів ступінчасті поверхні розніму яких мають виступ біля одного торця та відкрити до протилежного торця канавку, що спрягається з зазором з виступом другого пуансона, з утворенням між пуансонами порожнини тиску з зазором навколо неї, електроізоляційної прокладки, вміщеної між одним з пуансонів та корпусом, та контейнера, вміщеного в порожнину, згідно корисної моделі твірні зовнішніх бокових поверхонь пуансонів паралельні до поверхні розніму пуансонів; порожнина в поперечному перерізі має форму ромба, а в подовжньому - паралелограма з закрученими вершинами тупих кутів; кожний з пуансонів складається з двох дзеркально-симетричних частин; порожнина тиску в поперечному перерізі має форму квадрата; порожнина тиску в подовжньому перерізі має форму круга; він має другий комплект пуансонів, ідентичний основному.

Причинно-наслідковий зв'язок між ознаками пропонованої сукупності і технічними результатами, які досягаються при її реалізації, полягає в наступному.

Завдяки тому що твірні зовнішніх поверхонь обох пуансонів та спряжені з ними поверхні корпусу паралельні поверхні розніму пуансонів, створений у порожнині тиск може підтримуватися силами тертя між пуансонами та корпусом, але розборка АВТ потребує використання повної сили привідного преса.

На Фіг.1 представлено осьовий переріз запропонованого АВТ.

На Фіг.2 представлено поперечний переріз на рівні А-А центральної частини АВТ, представлено на Фіг.1.

На Фіг.3 представлено поперечний переріз на рівні В-В центральної частини АВТ, представлено на Фіг.1.

На Фіг.4 представлено в ізометричній проекції пуансон 1, 2 АВТ, зображеного на Фіг.1-3.

На Фіг.5 представлено поперечний переріз (без контейнера) на рівні А-А центральної частини другого варіанта АВТ, осьовий переріз якого такий же, як і на Фіг.1.

На Фіг.6 представлено поперечний переріз на рівні В-В центральної частини того ж варіанта АВТ, що і на Фіг.5.

На Фіг.7 представлено в ізометричній проекції пуансон АВТ, зображеного на рис 1, 5, 6.

На Фіг.8 представлено осьовий переріз ще од-

ного варіанта АВТ.

На Фіг.9 представлено поперечний переріз центральної частини АВТ, представлено на Фіг.8.

На Фіг.10 представлена одна з можливих схем суміщення зборки АВТ з його розборкою, з використанням додаткового комплексу пуансонів.

Як бачимо з Фіг.1-7, АВТ складається з двох зустрічно розміщених пуансонів 1, 2, охоплених навкруги їх зовнішньої поверхні кільцевим корпусом 3-6, який складається з зібраних з натягом кілець 3, 4, проміжних плит 5 та електроізоляційних рейок 6. Одна з проміжних плит 5 електрично ізолювана від кілець 3-4 електроізоляційною прокладкою 7. Ступінчасті поверхні розніму пуансонів 1, 2 мають виступ біля одного торця та відкрити до протилежного торця канавку, що спрягається з зазором 9 з виступом другого пуансона 1 або 2, з утворенням між пуансонами 1, 2 порожнини тиску з зазором 9 навколо неї. Контейнер 8, виготовлений з електро- та теплоізоляційного матеріалу і призначений для оброблюваного матеріалу одноразового використання, вміщений в порожнину. Між пуансонами 1, 2 навколо порожнини є зазор 9 однакового розміру t . Форма порожнини з перерізами у вигляді ромба та паралелограма з закрученими вершинами тупих кутів вибрана експериментально з метою забезпечення оптимального розподілу напруги в тілі пуансонів 1, 2.

АВТ Фіг.1, 5, 6, 7 відрізняється від АВТ Фіг.1-4 тим, що його пуансони 1, 2 мають дещо складнішу форму, зате в ньому можна створити більший тиск (при однакових інших умовах).

При однакових поперечних розмірах пуансонів 1, 2 АВТ, Фіг.8, 9, цей АВТ має більший об'єм порожнини тиску в порівнянні з вищезгаданим. В цьому його перевага.

Діє запропонований АВТ так. Коли пуансон 1 під дією сили преса починає рухатися назустріч пуансону 2, порожнина тиску зменшується в осьовому напрямку при постійних поперечних її розмірах. Це призводить до зменшення об'єму контейнера 8, внаслідок чого в ньому виникає тиск. Коли цей тиск досягає межі пластичності матеріалу контейнера 8, починається витиснення цього матеріалу в зазор 9, тобто навколо порожнини утворюється ущільнення, яке сповільнює подальше витікання матеріалу контейнера 8 з порожнини та, крім того, скріплює поверхні пуансонів 1, 2 поблизу порожнини, створюючи умови об'ємного стискування в тілі пуансонів 1, 2 навколо порожнини.

Існує однозначна залежність між тиском у порожнині, шириною b ущільнення, розміром t зазору 9, початковим розміром ℓ контейнера 8 та фізико-механічними характеристиками його матеріалу. Початковий розмір ℓ контейнера 8 обирають за декількома умовами:

1 - об'єм матеріалу контейнера 8 повинен бути достатнім, щоб компенсувати зменшення об'єму шихти, розміщеної в контейнері 8 внаслідок її стискування; для CaCO_3 $\Delta V/V = 0,2$. Для шихти ця величина знаходиться в межах 0,6-0,5. Як бачимо з Фіг.1, обмежень для забезпечення необхідного розміру ℓ в запропонованому АВТ немає;

2 - для того, щоб пуансони 1, 2 витримали

створений в порожнині тиск, ширина ущільнення b повинна бути такою, щоб згадані умови об'ємного стискання забезпечувалися на такій відстані від порожнини, на якій напруга в тілі пуансонів 1,2 не перевищувала b межі плинності їх матеріалу. Для варіантів Фіг.1, 4 та Фіг.1, 5, 6, 7 цю ширину можна прийняти як за прототипом, для якого $b = (0,38 - 0,45)a$, де a - діаметр порожнини. Приймаємо $b = 0,42a$. Для варіанта Фіг.8, 9 ця величина може бути обчислена. Регулювати ширину ущільнення можливо належним вибором розміру t зазору 9 в залежності від обраного матеріалу контейнера 8;

3 - відношення кінцевого подовжнього розміру контейнера 8 до поперечного не повинно виходити за межу, при якій забезпечується достатня рівномірність тиску вздовж контейнера 8. На основі практики пресування порошків твердосплавних сумішей приймаємо, що розмір ℓ_p , стиснутого контейнера 8 з такого матеріалу, як літографський камінь (CaCO_3), не повинна перевищувати трикратного поперечного розміру a .

Виконання завдання корисної моделі ґрунтується на тому, що площа поперечного перерізу порожнини в ній є незмінною, а довжина її (в стис-

нутому вигляді), як зазначено, може досягати трикратного поперечного розміру. Але зі збільшенням подовжнього розміру порожнини збільшується не тільки площа подовжнього перерізу самої порожнини, а ще й площа ущільнення, яке оточує контури порожнини. А це значить, що при постійній силі пружності стиснутого матеріалу в напрямку осі порожнини сила тертя, яка протидіє цій силі, може змінюватись в широких межах в залежності від осьового розміру порожнини.

Запропонований АВТ здатний створювати необхідний тиск в контейнерах 8 з менш твердих матеріалів, ніж за описаним вище аналогом, таких як пірофіліт, тальк, хлористий натрій, йодид кальцію.

Розрахунки розмірів порожнини тиску для чотирьох варіантів запропонованого АВТ, що виконані на основі експериментальних досліджень властивостей матеріалів контейнера 8, в якому тиск 5,6 ГПа, що створюється пресом силою 20 ГН (2000 тс), здатний підтримуватися силою тертя між пуансонами 1, 2 та корпусом 3-6 представлені в таблиці:

Таблиця

Величина		Величина кута α			
Найменування	Позначення	50°		100°	
		Матеріал контейнера			
		NaCl	CaCO ₃	NaCl	CaCO ₃
Поперечний розмір, см	$a \leq$	5,25	5,18	6,7	6,6
Розмір ℓ при тискові $P=20$ ГПа, см	$\ell_p \geq$	7,4	3	1	0
Осьовий розмір порожнини, см	$\ell_p + a$	12,65	8,18	7,7	6,6
Відношення осьового розміру до поперечного	$(\ell_p + a)/a$	2,4	1,6	1,15	1

Як видно з таблиці, для забезпечення самогальмування (тобто для підтримання створеного тиску силами тертя) відношення подовжнього розміру порожнини до поперечного не перевищує 2,4, тобто менше трьох, при якому забезпечується достатня рівномірність тиску вздовж контейнера 8.

З викладеного видно, що запропонований АВТ може підтримувати створений у ньому тиск за рахунок сил тертя на поверхнях пуансонів 1,2 без використання сторонніх джерел сили.

Тому після створення в АВТ необхідного тиску його видаляють з вікна преса, занурюють в охолоджувальну ванну з діелектричною рідиною та приєднують пуансони 1, 2 до джерела струму (не показані).

Розвантаження та розборка АВТ може виконуватися традиційним способом, тобто за допомогою того ж преса з використанням двох допоміжних деталей. Після заміни контейнера 8 з готовим продуктом на контейнер 8 з реакційною сумішшю цикл повторюється.

Але якщо для партії АВТ, що обслуговуються одним пресом, виготовити один додатковий комплект пуансонів 1', 2', то зборку АВТ, створення та зняття тиску, а також його розборку можливо спростити шляхом суміщення цих операцій.

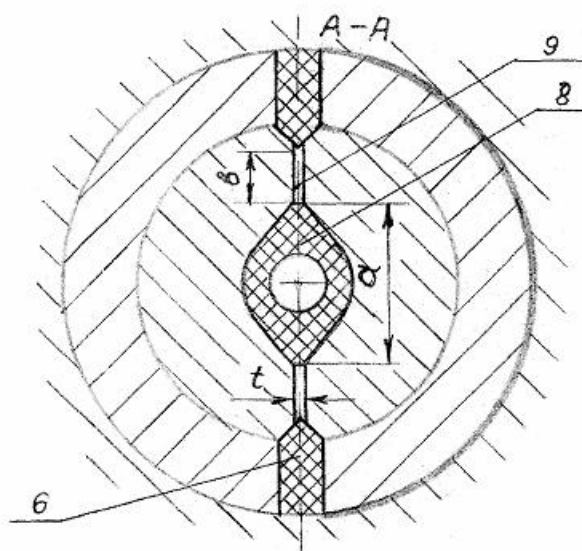
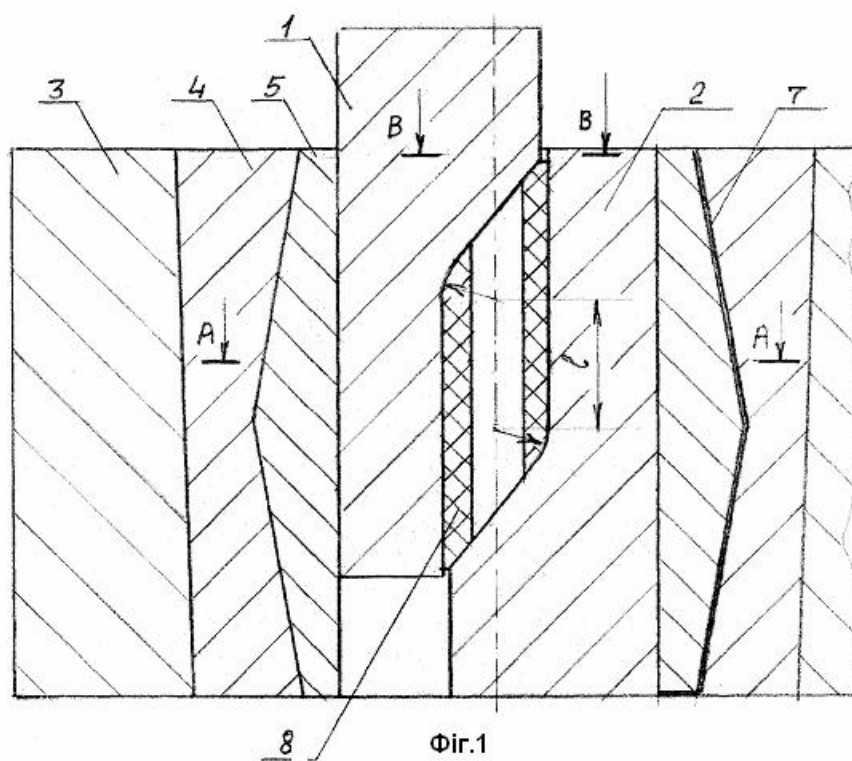
Це показано на Фіг.10. На розміщену у вікні

преса призму 10 встановлюють АВТ, Фіг.1, в якому між пуансонами 1, 2 знаходиться контейнер 8 з готовим продуктом, а також додаткові пуансони 1', 2', між якими знаходиться контейнер 8' з реакційною сумішшю. Крім того на торцях пуансона 2' встановлюють допоміжні плити 11 та 12. Більш товсту з них плиту 12 встановлюють з боку плунжера 13 преса. З протилежного боку встановлюють плиту-приймач 15 з колодязем 14 для пуансонів 1, 2. Таким чином корпус 3-6 АВТ торцями кілець 3, 4 та проміжних плит 5 обпирається на плиту-приймач 15, а пуансони 1, 2 мають можливість переміщуватись у колодязь 14.

Потім плунжер 13 преса вмикають на робочий хід, що приводить до переміщення пуансонів 1' 2' та пуансона 2 у напрямку колодязя 14 при нерухомому пуансоні 1. Це переміщення знімає тиск у контейнері 8, після чого пуансон 1 також починає переміщуватись разом з усіма іншими пуансонами 2, 1', 2' при меншій силі плунжера 13. Після того як пуансони 1, 2 будуть повністю виштовхнуті у колодязь 14, плиту 12 видаляють. В цей момент пуансон 2' зупиняється, а пуансон 1' продовжує рухатися, створюючи тиск у контейнері 8' з реакційною сумішшю. При досягненні заданої величини тиску плунжер 13 вмикають на зворотний хід, АВТ з пуансонами 1', 2' та контейнером 8' видаляють з вікна

преса для нагрівання реакційної шихти, а пуансо-
ни 1, 2 після заміни в них контейнера 8 з готовим
продуктом на контейнер 8' з реакційною сумішшю

використовують як допоміжні пуансони для повто-
рення циклу з іншим ідентичним АВТ.



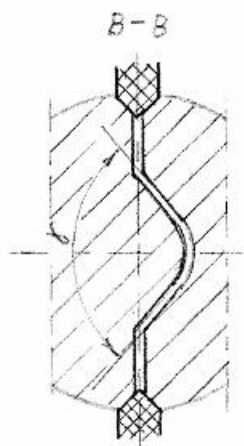


Fig. 3

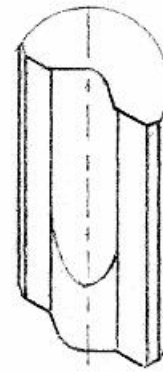


Fig. 4

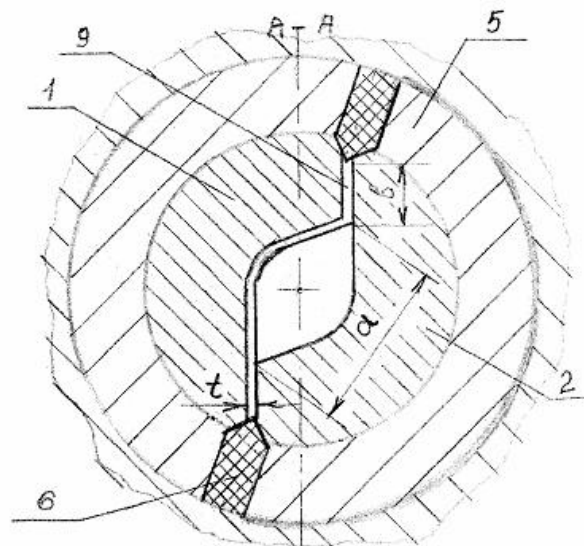


Fig. 5

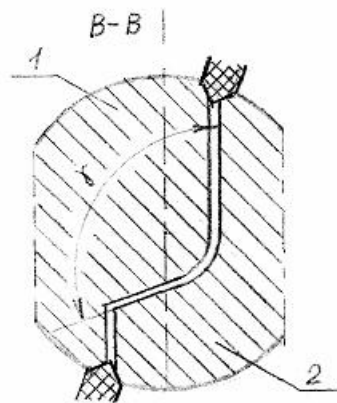
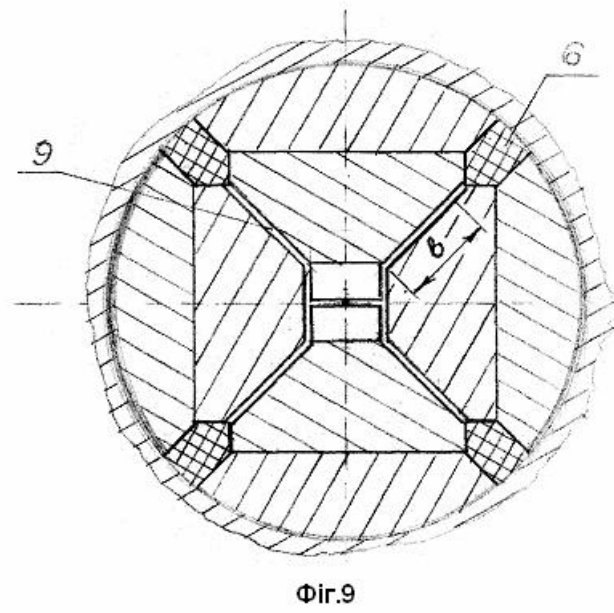
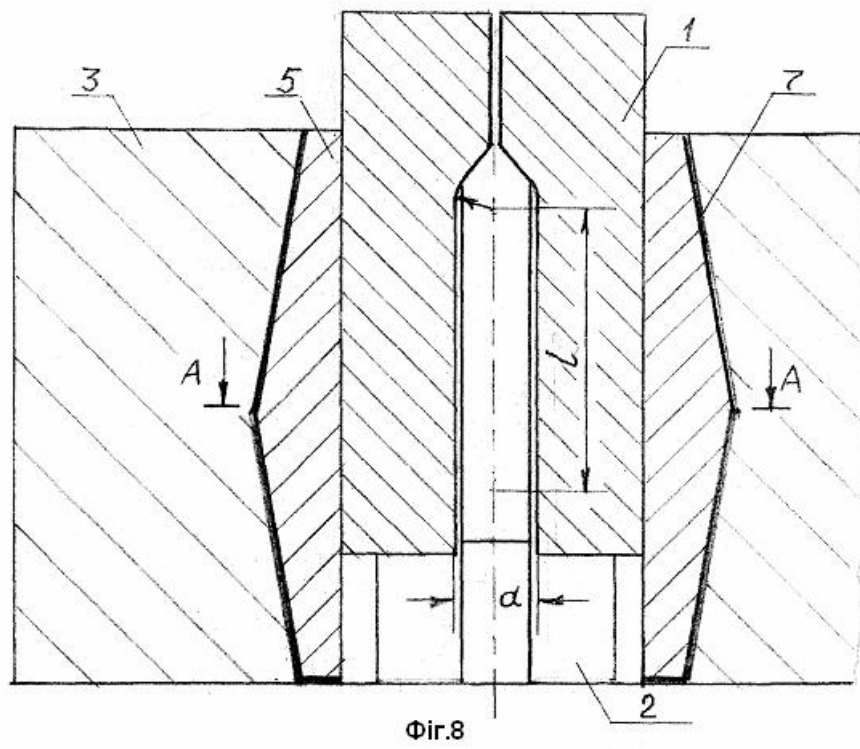


Fig. 6



Fig. 7



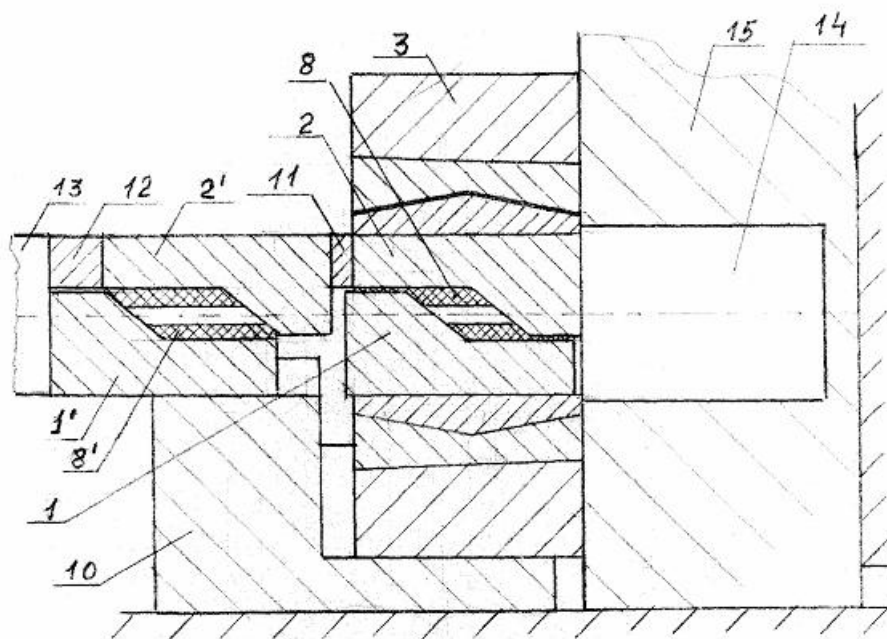


Fig. 10