



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42815 (13) C2

(51) 7 G01N3/24, G01N3/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ЗРІЗНИХ ПАЛЬЦІВ

(21) 97073561

(22) 04.07.1997

(24) 15.11.2001

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Артюх Віктор Геннадійович

(73) ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) Профілактична заміна зрізних пальців запобіжних муфт трубопрокатних станів / Крисанов О.Ф., Шведченко А.А., Кольчицький В.А. та ін. // Сталь. - 1968. - № 9. - С. 824-825

(57) 1. Пристрій для випробування зрізних пальців, що містить опору з корпусом, у яких установлений з можливістю осевого переміщення пуансон із запресованими в нього і корпус співвісно одна одній втулками, який **відрізняється** тим, що пуансон має пружний елемент, установлений між корпусом та опорою, і засіб осевої фіксації.

2. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 1, який **відрізняється** тим, що пружний елемент виконаний у вигляді пружини.

3. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 1, який **відрізняється** тим, що втулки корпусу й

пуансона мають додаткові різальні втулки, установлені впритул одна до одної, з засобами їх осевої фіксації.

4. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 1, який **відрізняється** тим, що різальні втулки та відповідні їм втулки корпусу й пуансона мають діаметри, що ступінчасто змінюються.

5. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 1, який **відрізняється** тим, що пуансон має диск, закріплений на його верхньому торці.

6. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 1, який **відрізняється** тим, що корпус має амортизаційне кільце з еластомеру, установлене на його верхньому торці.

7. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 1, який **відрізняється** тим, що втулки корпусу мають вимірювачі зусилля розпору.

8. Пристрій для випробування зрізних пальців за п. 7, який **відрізняється** тим, що вимірювач зусилля розпору виконаний у вигляді пробки з нарізним кінцем закріпленого в ній індикатора годинникового типу та встановленої в пробці пружної пластини з можливістю контакту зі штоком індикатора.

Винахід підноситься до галузі механічних випробувань конструкційних матеріалів і може бути використаний для визначення меж міцності зрізних пальців запобіжних пристроїв з попереднім напруженням.

На цей час у галузі захисту механічного обладнання від поломок не вирішено проблему низької втомної міцності зрізних пальців запобіжних муфт. Одним із способів підвищення втомної міцності зруйнованих елементів (ЗЕ) запобіжних пристроїв (ЗП) є їхнє попереднє напруження зусиллям (або моментом), близьким до технологічного. У галузі механічних випробувань конструкційних матеріалів не вирішено проблему створення пристрою, який дозволяв би випробовувати ЗЕ на циклічну міцність з різними значеннями попереднього напруження.

Існує пристрій до випробувальної машини для випробування матеріалів на зріз, то містить дві тяги - одну з опорами для встановлення зразка, рухомих упорів, які притискають зразок до опори, а другу - з ножом для зрізування зразка, рухомих упором для підтискання зразка до ножа, і приводні

гвинтові механізми упорів. При цьому з метою підвищення продуктивності випробувань гвинтові механізми виконано у вигляді гвинта, установленного на кінці ходової тяги, гайки та П-подібного стояка, перекладка якого зв'язана з упором для підтискання зразка, а кожен з кінців - з гайкою (див.: А. с. СРСР № 538275, МКВ G01N3/24; БІ № 45, 1976).

У відомому пристрої неможливо піддати зразок попередньому напруженню. Крім того, пристрій не дає можливості виміряти зусилля розпору, яке виникає при зрізуванні зразка. Через наявність зазорів деформація ЗЕ істотно відрізняється від деформації чистого зсуву.

Відома також установка для випробування зразків матеріалів на міцність, що містить захват у вигляді пакета співвісних кілець із співвісними отворами для розміщення зразка, навантажувальний механізм у вигляді пакета співвісних зубчастих коліс, кінематично зв'язаних з відповідними колесами захвата, і маховик, зв'язаний з колесами захвата через муфту переривчастої дії. При цьому вісь отворів для зразка зміщена відносно осі коліс захватів, які мають різні діаметри, кінематичний

зв'язок коліс захвату й навантажувального механізму виконано у вигляді зубчастого зчеплення, а установка обладнана пристроєм для стискання зразка (див.: А. с. СРСР № 1395980, МКВ G01N3/24, БІ № 18, 1988).

Відома установка зрізає зразок шарами, з різними швидкостями деформування шарів і осьового навантаження. Цей процес істотно відрізняється від процесу руйнування зрізного пальця запобіжної муфти. Установка не дає можливості піддати зразок, що випробовується, попередньому напруженню.

Відомий також пристрій для дослідження запобіжних пальців (узятий за прототип), який складається зі стояка (корпусу), пуансона, випробовуваного пальця і втулок. Корпус пристрою складається з двох половин, скріплених болтами. Втулки запресовані в пуансон і корпус. Щоб забезпечити передавання навантаження по центру, пристрій розташовується на опорі, яка передає зусилля на мезодозу зі сферичною поверхнею (див.: Профілактична заміна зрізних пальців запобіжних муфт трубопрокатних станів / Крисанов О.Ф., Шведченко А.А., Кольчицький В.А. та ін. // Сталь. - 1968. - № 9. - С. 824-825).

Відомий пристрій не дає можливості піддати зрізний палець, що випробується, попередньому напруженню. Крім того, пристрій не дозволяє виміряти зусилля розпору, яке виникає при зрізуванні пальця. Через наявність зазорів між втулками деформація зрізного пальця істотно відрізняється від деформації чистого зсуву.

Винахід має на меті розробити пристрій для випробування зрізних пальців, у якому нові елементи та їх взаємне розташування дозволили б проводити циклічні та статичні випробування попередньо напруженого зразка, максимально наблизитися до деформації чистого зсуву, виймати пластично деформований палець для досліджень і вимірювати зусилля розпору, що виникає при зрізуванні зразка.

Для досягнення такого результату у пристрої для випробування зрізних пальців, що містить опору з корпусом, у яких установлено з можливістю осьового переміщення пуансон із запресованими в нього і корпус, співвісно одна до одної втулками, згідно з винаходом, пуансон має пружний елемент, установлений між корпусом та опорою, і засіб осьової фіксації.

Пружний елемент, установлений між корпусом і опорою, може являти собою пружини (наприклад, тарілчасті).

Втулки мають різальні втулки, установлені впритул одна до одної із засобами їхньої осьової фіксації.

Різальні втулки і втулки корпусу й пуансона мають діаметри, які ступінчасто змінюються.

Пуансон має диск, закріплений на його верхньому торці.

Крім того, корпус має амортизаційне кільце з еластомеру (наприклад, з поліуретану), установлене на його верхньому торці.

Втулки корпусу мають вимірювачі зусилля розпору.

Вимірювач зусилля розпору може бути виконаний у вигляді пробки з різьбовим кінцем, закріпленого в ній індикатора годинникового типу для

вимірювання лінійних переміщень, і встановленої в пробці пружної пластини, до якої прилягає шток індикатора.

Попереднє напруження 3Е запобіжних пристроїв - найперспективніший шлях підвищення їхньої втомної міцності. Попереднє напруження дозволяє змінювати навантаження (коефіцієнт асиметрії циклу) на 3Е без зміни навантажень на 3П, що у ряді випадків дозволяє повністю виключати втомне руйнування 3Е. Для цього 3Е має бути одним з елементів попередньо напруженої пари (ПНП). ПНП - це вузол, який складається як мінімум з двох елементів, попередньо навантажених однаковими за величиною і протилежними за знаком зусиллями, причому ці зусилля замкнені всередину пари.

При використанні ПНП як 3П бажано мати в цій парі набір елементів істотно різної жорсткості, причому елементом меншої жорсткості має бути елемент, який містить деталь, що руйнується. Для створення і підтримання на певному рівні попереднього напруження в 3Е (зрізному пальці) до конструкції запропонованого пристрою введено пружні елементи (наприклад, тарілчасті пружини), надягнуті на пуансон і розміщені між корпусом і опорою. Пуансон має різьбовий кінець з гайкою, яка дозволяє фіксувати положення пуансона і зв'язаного з ним вузлом зрізного пальця корпусу відносно опори при заданому осіданні пружин.

Щоб наблизитись до деформації чистого зсуву, необхідно зменшити до мінімуму зазори між втулками, які зрізають палець. Для цього на палець установлені додаткові (різальні) втулки, щільно притиснуті одна до одної гайками. Різальні втулки, зрізний палець і гайки утворюють вузол зрізного пальця, який установлюється у пристрій як одне ціле по посадці з гарантованим зазором. Така посадка дозволяє легко виймати з пристрою частини зруйнованого зрізного пальця разом з різальними втулками. Для того, щоб можна було виймати пластично деформований (але не зруйнований) палець з пристрою, різальні втулки і відповідні їм втулки корпусу і пуансона мають діаметри, які ступінчасто змінюються. Для чіткої фіксації вузла зрізного пальця у втулках на різальній втулці більшого діаметру виконано бурт. У пристрій може бути встановлений зрізний палець і без додаткових втулок. У цьому випадку сам палець має виступи різних діаметрів.

Рівень розпору, що виникає при зрізуванні пальців запобіжної муфти, істотно впливає на напружений стан, який виникає в пальці, а отже, і на величину руйнівного зусилля. Для оцінки цього впливу необхідно точно знати величину зусилля розпору.

При зрізуванні пальців зусилля розпору може становити 0,2...0,4 від зусилля зрізу. Для вимірювання зусилля розпору в процесі зрізування у втулки корпусу, що мають внутрішню різьбу, вкручують пробки. Усередині пробок розташовані пружні пластини, які сприймають зусилля розпору від зрізного пальця. Деформація пластини вимірюється за допомогою індикатора годинникового типу (наприклад, ИЧ-10) або датчиків омичного опору (тензорезисторів), наклеєних на поверхні пластини.

Суть винаходу пояснюється кресленням, де на фіг. 1 наведено варіант виконання пристрою для

випробування зрізних пальців у розрізі, на фіг. 2 - вузол зрізного пальця, на фіг. 3 - варіант вимірювача зусилля розпору, на фіг. 4 - приклад конкретного виконання пристрою для випробування зрізних пальців

Пристрій для випробування зрізних пальців містить корпус, установлений на опорі 2 (фіг. 1). Між корпусом і опорою розташовані тарілчасті пружини 3. У середині корпусу 1 і опори 2, які мають поперечний переріз у вигляді кільця, по посадці з зазором установлено пуансон 4. До верхнього торця пуансона приварений диск 5. На верхньому торці корпусу 1 у кільцевому пазу установлене амортизаційне кільце 6. Пуансон 4 має різьбовий кінець 7 з опікою 8. У корпус 1 запресовані зсередини втулки 9 і 10, а в пуансон запресована втулка 11. Пуансон 4 з'єднаний з корпусом 1 вузлом зрізного пальця (фіг. 2). Вузол зрізного пальця складається з різальних втулок 12, 13, 14, установлених на зрізному пальці 15 по посадці з гарантованим зазором і стягнутих гайками 16.

Для спрощення виготовлення пристрою корпус і опора виконані цільними і мають кільцеподібний поперечний переріз. Отвори в опорі профреззовані. Опора може бути також зібрана з кількох частин. Пуансон має круглий поперечний переріз і встановлюється в корпус і опору по посадці з гарантованим зазором. Для запресування втулки на боковій поверхні пуансона зрізані лиски. Втулка в пуансоні установлена перпендикулярно площині лисок. Втулки в корпусі запресовані зсередини, щоб уникнути їх випресування від зусилля розпору в процесі зрізування пальця. Зрізний палець виконано гладким з метою підвищення його втомної міцності.

Після руйнування зрізного пальця тарілчасті пружини підкидають корпус угору. Для обмеження переміщення корпусу пуансон має диск, приварений до його верхнього горця. З метою амортизації удару корпусу об диск на верхньому торці корпусу виконано кільцевий паз, у який укладено поліуретанове амортизаційне кільце.

Вимірювач зусилля розпору складається з індикатора годинникового типу 17, який контактує своїм штоком з пружною пластиною 18, установленою в пробці (фіг. 3). Індикатор 17 фіксується в пробці 19 за допомогою гвинта 20. Пробки 19 вкручуються у втулки корпусу 9 і 10.

Збирають пристрій для випробування зрізних пальців в такому порядку.

На опорі 2 (фіг. 1) установлюють тарілчасті пружини 3. У кільцевий паз корпусу 1 розміщують амортизаційне кільце 6. Корпус 1 установлюють на пружини 3. Зверху в отвір корпусу 1, пружини 3 й опори 2 встановлюють пуансон 4 з привареним диском 5. Пуансон 4 опускають вниз до поєднання втулок 9 і 10 з віссю втулки 11. З боку втулки 9 вставляють вузол зрізного пальця в зборі (фіг. 2) до упору бурта різальної втулки 12 у втулку 9. У отвір опори 2 заводять гайку 8 і нагвинчують на різьбовий кінець 7 пуансона 4 до упору в тіло опори 2. У втулки 9 і 10 вкручують пробки 19 до упору торців зрізного пальця 15 у пружні пластини 18. У пробки 19 вставляють індикатори 17 до упору в пружні пластини 18 і фіксують гвинтами 20 (фіг. 3).

Після того як пристрій зібрано, він є одним цілим і легко транспортується до випробувальної машини.

Пристрій для випробування зрізних пальців працює таким чином.

На тарувальному пресі пристрій стискають зусиллям попереднього навантаження. Зусилля передається через диск 5, пуансон 4, вузол зрізного пальця, корпус 1 на пружини 3 (фіг. 1). Пружини деформуються, і між гайкою 8 та опорою 2 з'являється зазор. Цей зазор вибирають, затягуючи гайку 8 до зіткнення з опорою 2. Після знімання зовнішнього навантаження пружини 3 залишаються стиснутими. У зрізному пальці 15 виникає попереднє напруження τ_n . При зовнішньому впливові на такий зрізний палець пульсуючим циклом

$$\tau_{\min}=0; \quad \tau_{\max}=\tau_B, \quad (1)$$

де: τ_B - межа міцності матеріалу пальця при зрізі, він буде навантажений циклом

$$\tau_{\min}=\tau_n; \quad \tau_{\max}=\tau_B, \quad (2)$$

Це змінює коефіцієнт асиметрії циклу і збільшує запас міцності зрізного пальця, який можна визначити за формулою

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_\alpha \cdot K_\tau}{K_d \cdot K_F} + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \quad (3)$$

де:

τ_α - амплітуда змінної складової циклу;

τ_m - стала складова циклу;

τ_{-1} - межа витривалості матеріалу зрізного пальця;

K_τ - ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

K_d - масштабний фактор;

K_F - фактор шорсткості;

ψ_τ - коефіцієнт, що коректує вплив сталої складової циклу напружень на опір втомленості.

Для ЗЕ запобіжника коефіцієнт запасу втомної міцності має дорівнювати 1,0. Тоді з формули (3) можна отримати величину попереднього напруження, необхідного для повного виключення втомного руйнування зрізного пальця.

Приклад конкретного виконання пристрою для випробування зрізних пальців, виготовленого в лабораторії кафедри "ПГБ та опір матеріалів" Приазовського державного технічного університету, наведено на фіг. 4. Випробування проводились на машині ГРМ-1. Діаметр зрізного пальця 20 мм. Діаметри різальних втулок 42; 40; 38 мм. Діаметри втулок корпусу та пуансона 56 мм. Посадки втулок у корпус та пуансон Н6/р6. Посадки пуансона в корпус та опору, різальних втулок на палець і вузла зрізного пальця у втулки - Н9/ф9. Установлюватись у пристрій можуть дві або чотири тарілчасті пружини № 505 з D=200 мм; d=100 мм; t=12 мм за ГОСТ 3057-90.

Різальні втулки виготовлені зі сталі У7. Матеріал зрізного пальця - сталь 20; 30; 45.

Розглянемо приклад вибору величини попереднього напруження для гладкого зрізного пальця зі сталі 20 без термообробки з шорсткістю $R_a=1,6$.

У зв'язку з відсутністю концентрації напружень $K_t=0$.

Для маловуглецевої сталі $\psi_t=0$.

При $d=20$ мм $K_d=0$, $\tau_a = \frac{\tau_B - \tau_n}{2}$.

При чистовій обточці $K_F=0,93$.

Прийmemo $\tau_{-1} \approx 0,2 \cdot \sigma_B$; $\tau_B \approx 0,55 \cdot \sigma_B$.

Підставивши у формулу (3), маємо:

$$1,0 = \frac{\tau_{-1}}{\frac{\tau_B - \tau_n}{2} \cdot 1,0} \quad (4)$$

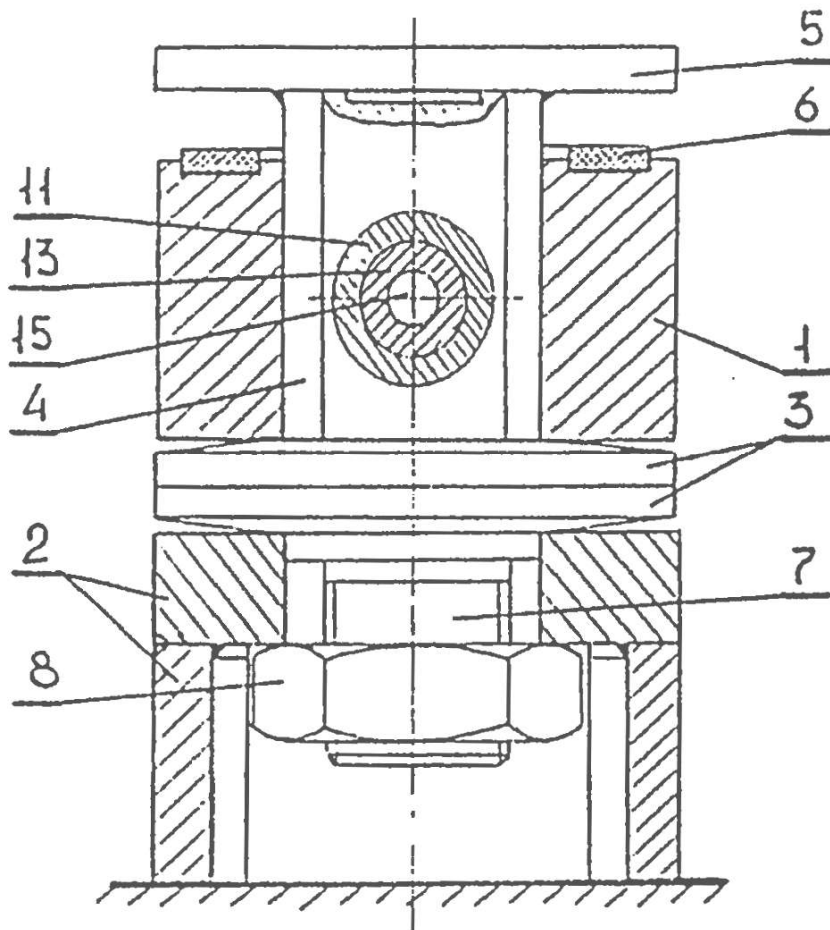
0,95-0,93.

Розв'язуючи (4) відносно τ_n , отримуємо:

$$\tau_n \approx 0,2 \cdot \sigma_B \approx 0,36 \cdot \tau_B.$$

Для того, щоб повністю виключити втомне руйнування зрізного пальця $d=20$ мм зі сталі 20, необхідно створити в ньому попереднє напруження τ_n , яке дорівнює 0,36 від межі міцності матеріалу пальця при зрізі.

Використання пристрою для випробування зрізних пальців у порівнянні з прототипом дозволяє циклічно і статично випробувати зрізні пальці, піддані попередньому напруженню від нуля до межі міцності; максимально наблизитись до деформації чистого зсуву за рахунок ліквідації зазорів між різальними втулками; виймати з пристрою пластично деформовані (але не зрізані) пальці для дослідження; вимірювати зусилля розпору в процесі зрізування зразка.



Фіг. 1

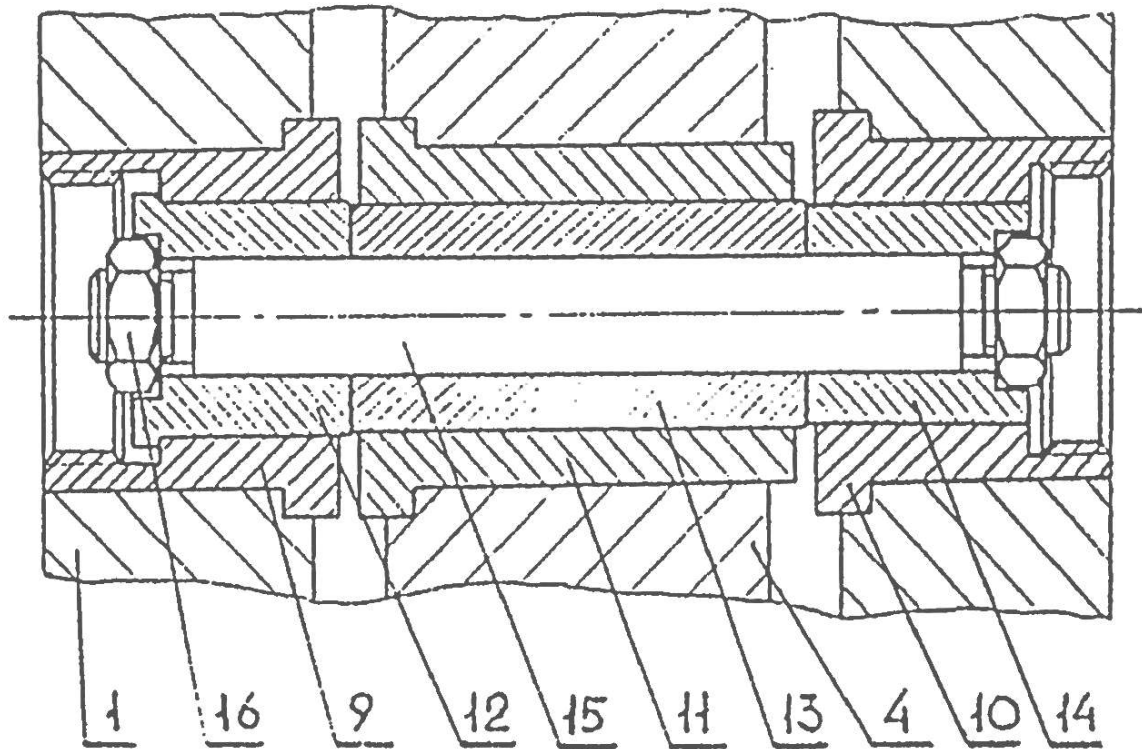


Fig. 2

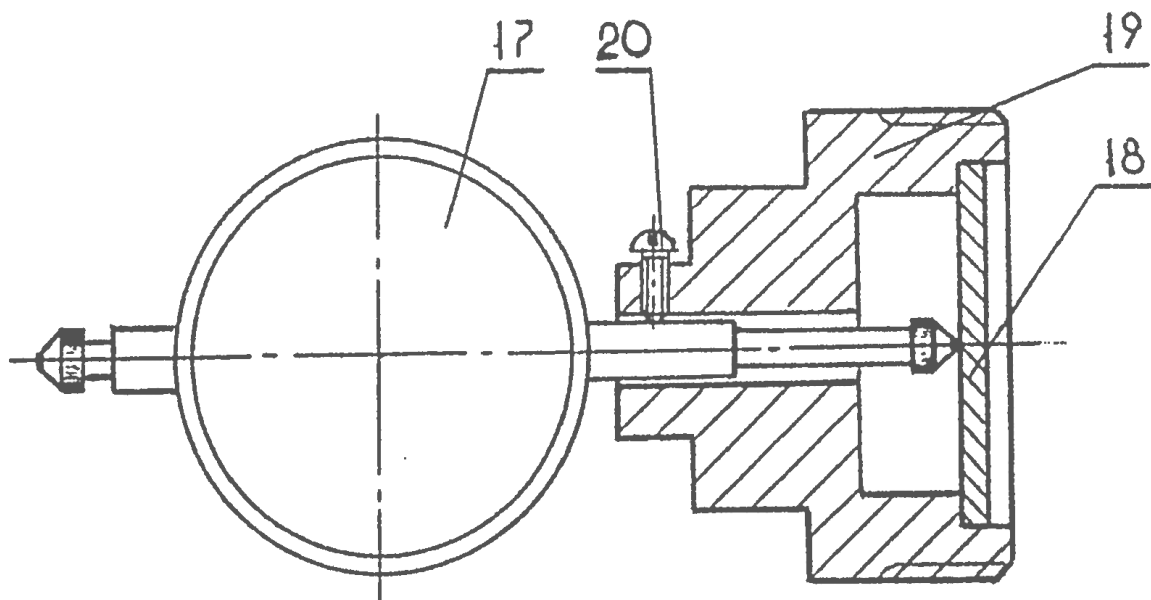
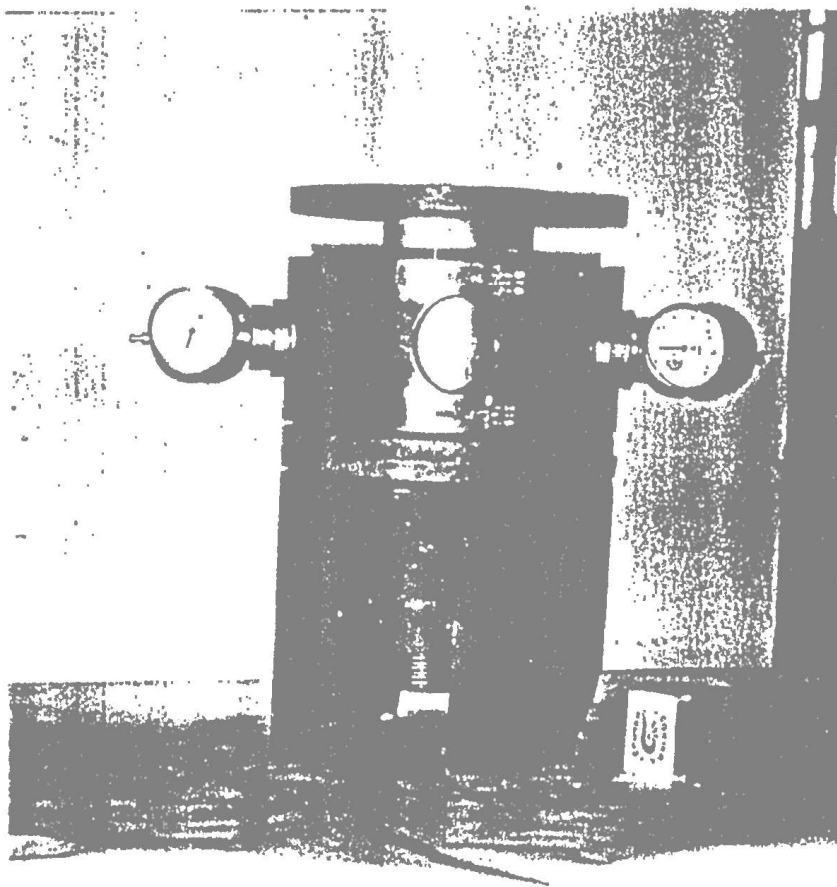


Fig. 3



Фіг. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
