

УДК 621.9.048.6.06

М.В.Пікула

Національний університет водного господарства та природокористування

СИНТЕЗ НОВИХ СХЕМ ВІБРАЦІЙНО-ВІДЦЕНТРОВИХ УСТАНОВОК

В статті розглянуто шляхи інтенсифікації вібраційно-відцентрової обробки деталей та запропоновано нові схеми установок для реалізації метода.

Ключові слова: *оздоблювальна-зачищувальна та зміцнювальна обробка, вібраційно-відцентрова обробка, установка, коливання, вібратор*

Одним із шляхів підвищення ефективності машинобудування є удосконалення його технологій, поглиблення спеціалізації та поліпшення структури парку металообробного устаткування, широке впровадження механізації й автоматизації виробництва. Важливе значення в підвищенні якості продукції всіх машинобудівних галузей мають високопродуктивні методи оздоблювальної-зачищувальної та зміцнювальної обробки, застосування яких сприяє інтенсифікації технологічних процесів, підвищує рівень механізації й автоматизації багатьох трудомістких робіт, сприяють підвищенню економічної ефективності та продуктивності праці.

Обсяг операцій оздоблювальної-зачищувальної та зміцнювальної обробки, у зв'язку з підвищенням вимог до якості і товарного вигляду виробів на сучасному етапі може складати до 20 відсотків загальної трудомісткості виготовлення деталей.

Світова практика металообробки використовує велике різноманіття методів обробки. Якщо раніше переважне становище займали механічні методи, то зараз часто буває важко виділити чисто механічну обробку внаслідок її доповнення іншими способами впливу на оброблювані деталі. За своєю сутністю методи обробки значно ускладнилися, а інтенсивність протікання процесів формування структури, руйнування та перетворення матеріалу деталей значно зросла. Має місце тенденція одночасного впливу на оброблювані заготовки механічних навантажень, хімічних речовин, теплового й електричного полів, акустичної енергії в різноманітному їхньому поєднанні

У сучасній металообробці значну увагу приділяють розвитку і вдосконаленню методів обробки з видаленням відносно невеликих шарів металу і створенням на поверхні чи у поверхневому шарі необхідних фізико-механічних властивостей і геометричних параметрів. Це в повній мірі відображає існуючі тенденції розвитку технології машинобудування.

Інтенсифікація технологічних процесів є стрижневою задачею в дослідженнях технологічних можливостях різновиду вібраційної обробки - вібраційно-відцентрової обробки, сутність якого полягає в об'ємній обробці деталей у вібруючих камерах, яким додатково надається обертання навколо їх осей, планетарного чи складного просторового руху, додаткових кутових коливань тощо. Це вимагає подальшого дослідження процесу вібраційно-відцентрової обробки для вирішення багатьох питань конструювання устаткування і спорядження, створення чи вибору ефективних робочих середовищ, розробки і дослідження нових різновидностей вібраційного методу.

У даній роботі розглянуто нові схеми вібраційно-відцентрових установок, захищені авторськими свідоцтвами та патентами на винахід.

Вібраційно-відцентрова установки [1] в якості приводу використовує регульований вібратор. Вібратор містить корпус 1 (рис. 1) ротора установки з розміщеним у ньому в підшипникових опорах 2 валом 3, на якому змонтовані дебаланс 4 з рухомим вантажем 5 і механізм радіального переміщення рухомого вантажу 5, виконаного у вигляді котушки 6 з магнітного матеріалу, вільно встановленої на валу 3 між електромагнітом 7, установленим на корпусі 1 вібратора, і електромагнітом 8, встановленим на дебалансі 4. Котушка 6 зв'язана з рухомим вантажем 5 за допомогою гнучкої нитки 9, один з кінців якої закріплений на котушці 6, а інший - на рухомому вантажі 5. Котушка має можливість почергового приєднання до електромагнітів 7 і 8. Вал 3 приводиться в обертання приводом М1.

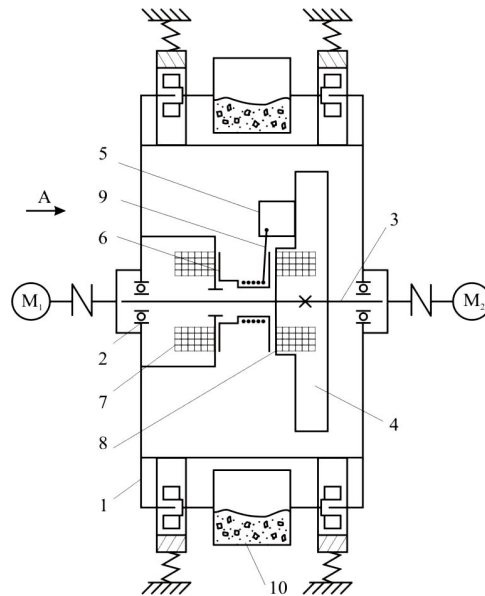


Рис. 1. Схема вібраційно-відцентрової установки з регульованим вібратором: 1 - корпус ротора, 2 – підшипник, 3 - вал, 4 – дебаланс, 5 - рухомим вантаж, 6 – котушка, 7 - електромагніт, 8 - електромагніт, 9 – гнучкий трос, 10 - робочі камери

Установка працює таким чином. Перед початком роботи центр ваги дебаланса 4 співпадає з віссю обертання вала 3. При включенні привода M_1 й електромагніта 8 обертається вал 3 з дебалансом 4 і котушкою 6. Встановлення необхідної амплітуди коливань здійснюється шляхом імпульсного відключення електромагніта 8, у результаті чого під дією сили ваги й відцентрової сили рухомий вантаж 5 переміщається по дебалансі 4 на його периферію, генеруючи збурюючу силу. Частота імпульсів відключення електромагніта 8 є змінною величиною і вибирається в залежності від технологічного процесу. Тривалість і частотою імпульсів встановлюється і регулюється відстань від центра ваги рухомого вантажу 5 до осі вала 3, а відповідно й амплітуда коливань. Для зменшення амплітуди синхронно з відключенням електромагніта 8 включається електромагніт 7. При цьому котушка 6 приєднується до корпусу 1, а дебаланс 4, обганяючи котушку 6, навиває на неї гнучку нитку 9. В результаті рухомий вантаж 5 переміщається до осі вала 3, зменшуючи амплітуду коливань. По закінченні обробки рухомий вантаж 5 повертається у вихідне положення.

Вібраційно-відцентрова установка з регульованим вібратором [2] складається з корпусу 1 (рис. 2), у якому в підшипниках 2 змонтований колінчастий вал 3. На шийках кривошипів колінчастого вала 3 рухомо встановлені дебаланси 4 і 5 і зубчасті колеса 6 і 7. Зубчасте колесо 6 входить у зачеплення з зубчастим вінцем 8 корпусу 1, а зубчасте колесо 7 - з зубчастим вінцем 9, з'єднаним з корпусом 1 за допомогою електромагнітної муфти 10. Колінчастий вал 3 одержує обертання від електродвигуна через гнучку муфту.

Установка працює таким чином. При обертанні колінчастого вала 3 встановлені на шийках кривошипів колінчастого вала 3 зубчасті колеса 6 і 7, які входять у зачеплення з зубчастими вінцями 8 і 9, одержують планетарне обертання. При цьому дебаланси 4 і 5, обертаючись з зубчастими колесами 6 і 7, генерують збурюючі зусилля:

- від обертання дебалансів 4 і 5 відносно осей шийок кривошипа колінчастого вала 3;
- від планетарного руху зубчастих коліс 6 і 7 разом з дебалансами 4 і 5 відносно осі колінчастого вала 3.

Істотний вплив на вид коливального руху має відносний фазовий зсув дебалансів 4 і 5. Для зміни їх фазового зсуву в процесі роботи відключенням електромагнітної муфти 10 звільняють зубчастий вінць 9. Внаслідок зусиль, які діють у зубчастому зачепленні 7-9, зубчастий вінць 9 буде провертатися, змінюючи тим самим кут фазового зсуву між дебалансами 4 і 5. Відповідно, це приводить до зміни виду коливань. Наприклад, якщо відносний фазовий зсув між дебалансами 4 і 5 дорівнює нулю, то просторові коливання перейдуть у площинні кругові чи еліпсні.

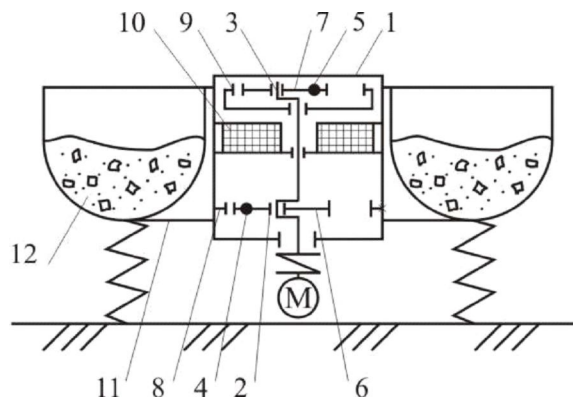


Рис. 2. Вібраційно-відцентрова установка з регульованим вібратором: 1 - корпус, 2 – підшипник, 3 - колінчастий вал, 4 і 5 - дебаланси, 6 і 7 - зубчасті колеса, 8 і 9 - зубчасті вінці, 10 - електромагнітна муфта, 11 - віброплатформа, 12 - робоча камера

Відцентрова установка [3] має спеціальний завихрювач, який дозволяє змінювати циркуляцію робочого середовища в процесі роботи (рис.3). Вона складається з конусного контейнера 1 (рис.3, а), з дном якого жорстко зв'язана встановлена в підшипниковому вузлі 2 основи 3 порожниста маточина 4, всередині якої вільно проходить зв'язаний з регульованим гальмівним механізмом 5 вал 6 завихрювача 7. Обертання контейнера здійснюється приводом 8. Завихрювач 7 – це сукупність гвинтових поверхонь, жорстко з'єднаних з валом 6. Зовнішня кромка гвинтової поверхні прилягає з мінімальним зазором до бічної поверхні контейнера 1. Кут підняття гвинтової поверхні лопаток завихрювача 7 перевищує значення кутів тертя робочого середовища і матеріалу завихрювача 7. Напрямок гвинтової поверхні завихрювача збігається з напрямком обертання контейнера 1.

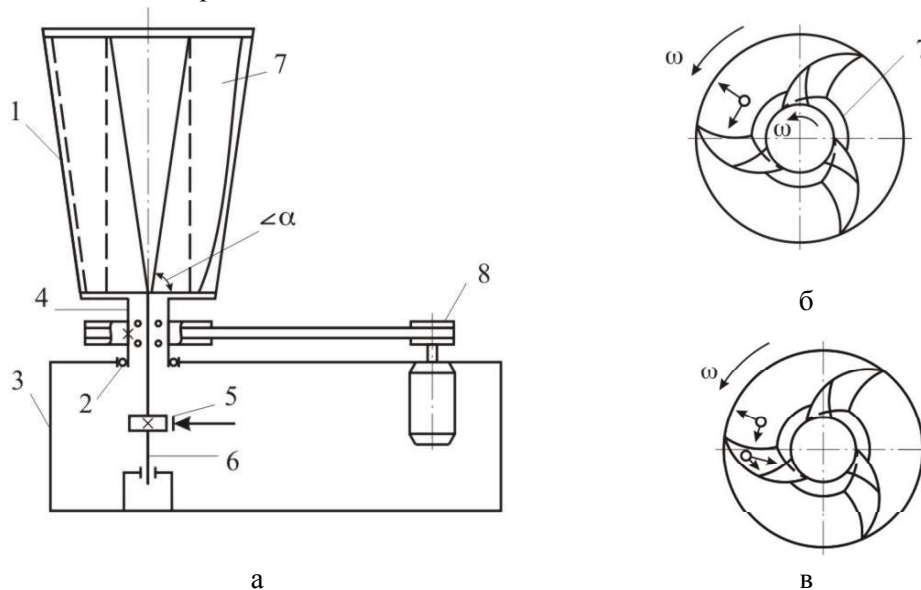


Рис.3. Схема установки для відцентрової обробки деталей; а – схема, б - контейнер для періоду спільного обертання контейнера і завихрювача, вид зверху; в - контейнер у момент зупинки завихрювача, вид зверху: 1 – контейнер, 2 – підшипниковий вузол, 3 – основа, 4 - маточина, 5 - керований гальмівний механізм, 6 – вал, 7 – завихрювач, 8 – привод.

Установка працює таким чином. Після завантаження робочого середовища в контейнер включається привод 8. У період розгону завихрювач 7 (рис.3, б), захоплюючись робочим середовищем, починає обертатися синхронно з контейнером 1. Під дією відцентрових сил інгредієнти робочого середовища починають переміщатися вздовж твірної контейнера 1. Після набору заданої частоти обертання за допомогою гальмівного механізму 5 здійснюється імпульсне гальмування завихрювача 7. Ущільнений потік робочого середовища, набігаючи на гвинтову поверхню завихрювача 7 (рис.3, в), розділяється на локальні вихрові потоки - по кількості лопаток завихрювача. Оскільки напрямок гвинтової поверхні відповідає напрямку обертання контейнера 1,

то інгредієнти робочого середовища, набігаючи на поверхню завихрювача 7, переміщуються по криволінійній траєкторії до центра днища контейнера 1, де вони, стикаючись з днищем контейнера 1, відкидаються відцентровими силами на периферію. Далі вони переміщуються вздовж твірної бічної поверхні контейнера 1 вгору, після чого набігають на гвинтову поверхню завихрювача 7. При загальмованому завихрювачі 7 робоче середовище переміщується по лопатах завихрювача 7, а при звільненому завихрювачі 7 робоче середовище захоплює його в синхронний з контейнером 1 обертання. Таким чином, у момент зупинки завихрювача 7 відбувається інтенсивна вихрова циркуляція робочого середовища.

Багатокамерна відцентрово-вібраційна установка [4] з планетарним приводом (рис. 4, а) має нерухому центральну шестерню 1, у зачеплення з якою входять сателіти 2, осі яких несе водило 3, що приводиться в обертання через пасову передачу 4 від двигуна 5. Сателіти 2 за допомогою маточини 6 зв'язані з механізмами коливання робочих камер. Механізм коливання (рис. 4, б) виконаний у вигляді стояків 7 і 8 маточини 6. У квадратних отворах стояків 8 нерухомо встановлені торсіони 9, які зі стояками 7 утворюють рухомі з'єднання. Торсіони 9 також нерухомо встановлені в кронштейнах 10 платформ 11, а рухомо (з можливістю повертання) з'єднані з кронштейнами платформ 11, на яких встановлені швидкознімні робочі камери 13. Осі сателітів 2 і торсіонів 9 лежать в одній площині. Від осевого переміщення торсіони 9 фіксують стопорними кільцями 14 і 15.

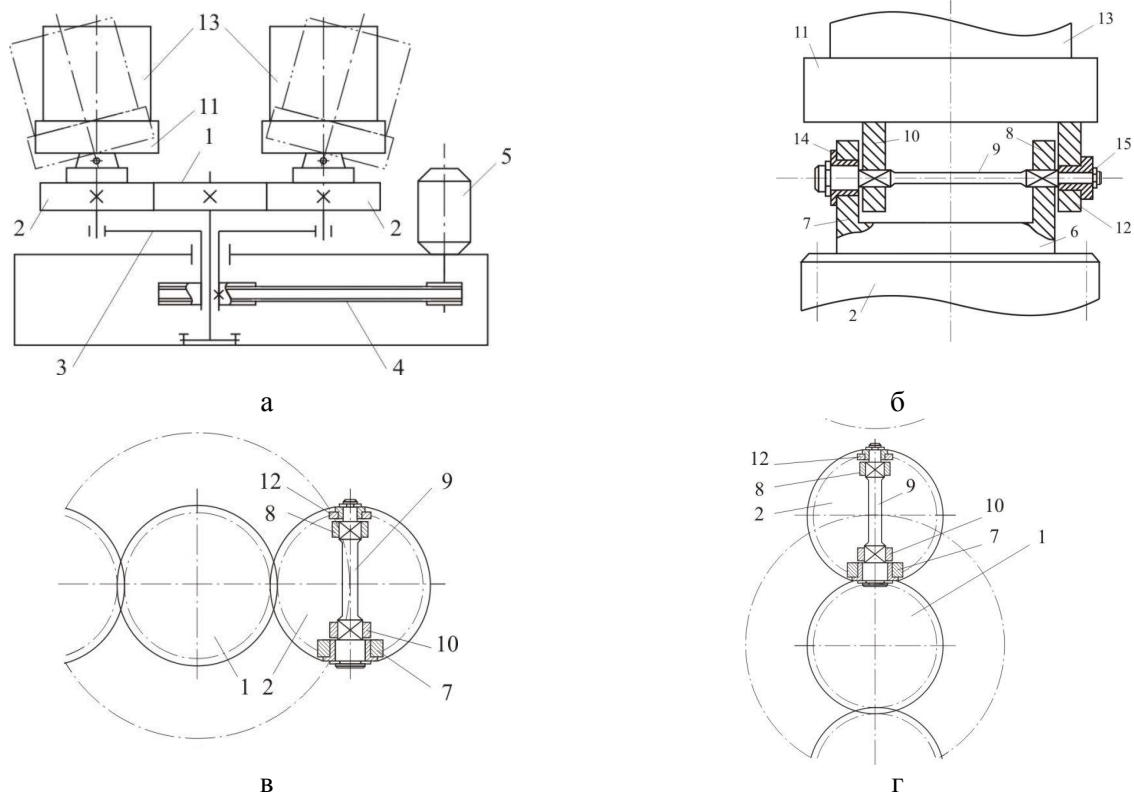


Рис.4. Багатокамерна відцентрово-вібраційна установка: а – загальний вигляд, б - механізм коливання, в - положення торсіона, що відповідає максимальному повороту робочої камери під дією відцентрових сил, г - положення торсіона, при якому відбувається повне повернення робочих камер у вихідне положення: 1 - шестерня центральна, 2 – сателіти, 3 – водило, 4 - пасова передача, 5 – двигуна, 6 – маточина, 7 і 8 - стояки, 9 - торсіонні вали, 10 – кронштейни, 11 - платформи, 12 – кронштейни, 13 - робочі камери, 14 і 15 – стопорні кільця.

Установка працює в такий спосіб. Після встановлення завантажених робочих камер 13 на платформи 11 включається електродвигун 5. Робочі камери 13 починають здійснювати планетарний рух і, крім того, коливання. Це відбувається так. У процесі обертання на робоче середовище і камери 13 діють відцентрові сили. Відцентрові сили від переносного руху - обертання робочих камер 13 відносно осі центральної шестерні 1 - прагнуть повернути робочі камери 13 відносно осей торсіонів 9.

У момент, коли осі торсіонів 9 дотичні до траєкторії точки перетину осей сателітів 2 і осей торсіонів 9 (рис. 4, в), відбувається поворот платформи 11 з робочими камерами 13 відносно осей

торсіонів 9. Поворот здійснюється таким чином, що відцентрові сили, які діють на робочі камери 13, передаються кронштейнам 10 платформ 11. Оскільки кронштейни нерухомо зв'язані з торсіонами 9, відбувається поворот торсіонів 9 відносно стояків 8, з якими торсіони 9 з'єднані також нерухомо. Торсіони 9 закручуються і робочі камери 13 займають похиле положення до горизонтальної площини, у результаті чого змінюється циркуляція робочого середовища в робочих камерах 13. При подальшому обертанні робочих камер 13 відбувається розкручування торсіонів 9 за рахунок їх пружних сил.

У положеннях, коли осі торсіонів 9 радіальні до траєкторії точки перетину осей сателітів 2 і осей торсіонів 9 (рис. 4, г) відбувається повне повернення торсіонів 9 у початкове положення. При подальшому обертанні робочих камер 13 торсіони 9 закручуються у протилежну сторону, в результаті чого змінюється напрям циркуляції робочого середовища.

Установки для вібровідцентрової обробки [5] складається з встановленої в карданному підвісі 1 (рис. 5) і обладнаної завантажувальним 2 і розвантажувальним 3 люками циліндричної вставки 4. З торців вставки 4 рухомо встановлені за допомогою опор 5 і 6 напівбарабани 7 і 8, які мають вали 9 і 10. Вали 9 і 10 за допомогою карданних передач 11 і 12 кінематично з'єднані з сателітами 13 і 14, які рухомо встановлені на водилах 15 і 16. Сателіт 13 зовнішнім зачепленням зв'язаний з нерухомим центральним колесом 17, а сателіт 14 внутрішнім зачепленням зв'язаний з нерухомим центральним колесом 18. Водило 15 приводиться в обертання електродвигуном 19 і ведучим валом 20, з яким водило 15 з'єднано нерухомо. Використання в якості приводів напівбарабанів 7 і 8 планетарних механізмів 13-17 з зовнішнім зачепленням і 14-18 з внутрішнім зачепленням забезпечує зустрічний рух напівбарабанів 7 і 8.

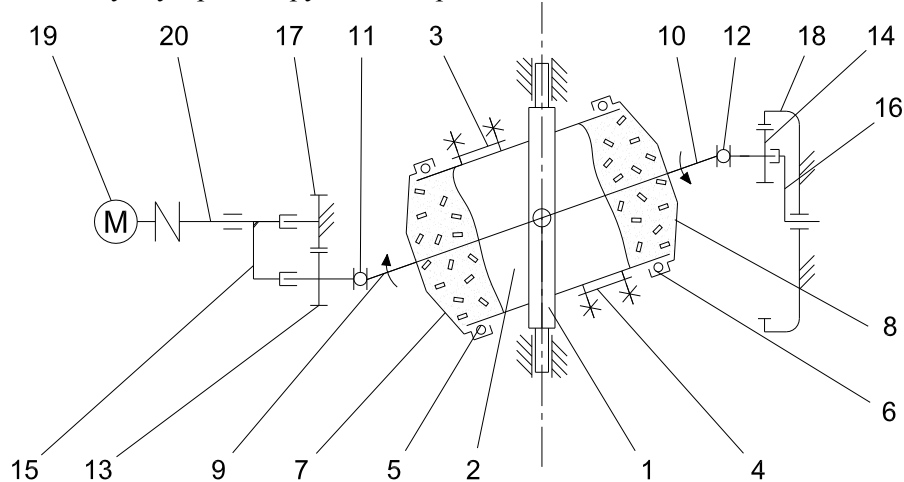


Рис. 5. Установка для вибрационно-вдцентровой обработки: 1 – карданный подвиг, 2 – цилиндричная вставка, 3 - завантажувальний люк, 4 - розвантажувальний люк, 5 і 6 – опори, 7 і 8 – напівбарабани, 8 і 9 – вали, 11 і 12 - карданні передачі, 13 і 14 – сателіти, 15 і 16 – водила, 17 і 18 - центральні колеса, 19 – електродвигун, 20 - ведучий вал

Установка працює в такий спосіб. Робоче середовище й деталі завантажуються через люк 2 у робочий об'єм, утворений циліндричною вставкою 4 і напівбарабанами, після чого закривається люк 2 і вмикається електродвигун 19. Обертання від електродвигуна 19 передається ведучому валу 20 і водилу 15, у результаті чого сателіт 13, оббігаючи нерухоме колесо 17, обертається навколо своєї осі, передаючи цей рух через карданну передачу 11 напівбарабану 7. Обертання водила 15 за допомогою передачі 13-17 і карданного підвіса 1 перетворюється в коливання циліндричної вставки 4. При цьому вісь циліндричної вставки 4 описує конус, в результаті чого за допомогою карданної передачі 12, сателіта 14 й нерухомого центрального колеса 18 перетворюється в обертання напівбарабана 8. Напряму цього руху протилежний напрям обертання напівбарабана 7. У результаті здійснюються такі рухи робочих поверхонь: складні кутові коливання циліндричної вставки 4; планетарний рух напівбарабанів 7 й 8, складовою частиною якого є зустрічне обертання цих напівбарабанів навколо власної осі. Поєднання таких рухів контейнера дозволяє здійснювати технологічний процес з високою інтенсивністю.

Висновки

Створення нових установок для відцентрово-вібраційної обробки деталей дозволить підвищити якість виконання оздоблювально-зачищувальних і зміцнювальних операцій та розширити технологічні можливості обробки деталей вільним абразивом.

1. Регулируемый вибратор. Мороз В.М., Пикула Н.В., Кондратюк А.М. Патент Росії № 2004399, бюл. № 45-46, 1993
2. Регулируемый дебалансный вибратор. Кондратюк А.М., Мороз В.М., Бондарь Н.И., Пикула Н.В. Патент России № 2009857, бюл. № 6, 1994
3. Устройство для центробежной обработки. Мороз В.М., Пикула Н.В. А.с. № 1781005, бюл. №46, 1992
4. Устройство для центробежной обработки деталей. Пикула Н.В., Мороз В.М., А.с. № 1731605, бюл. №17, 1992
5. Устройство для виброцентробежной обработки. Мороз В.М., Пикула Н.В. А.с. № 1781008, бюл. №46, 1992 Мороз В.М.