

Механізація сільськогосподарського виробництва

УДК 62-515/62-822

О.М. Погорілець, канд. техн. наук
М.С. Волянський

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ МАЛОГАБАРИТНИЙ МОБІЛЬНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЗАСІБ З ГІДРОМЕХАНІЧНИМ РУЛЬОВИМ КЕРУВАННЯМ І БАГАТОСЕКЦІЙНИМИ НАСОСАМИ

MANUFACTURED AND TESTED MULTI-FUNCTIONAL COMPACT MOBILE ENERGY TOOL WITH HYDRO-MECHANICAL STEERING AND MULTI SECTIONAL PUMPS

Наведено опис та обґрунтування технічного рішення запропонованого, виготовленого та апробованого багатофункціонального малогабаритного мобільного енергетичного засобу із запропонованим гідромеханічним рульовим керуванням і багатосекційними насосами, захищеними деклараційними патентами України.

Ключові слова: малогабаритний енергетичний засіб, гідромеханічне рульове керування, багатосекційні насоси, мобільний енергетичний засіб.

Вступ

У ВУЗах, де передбачено підготовку магістрів і кандидатів технічних наук або докторів філософії виникає необхідність у створенні енергетичного засобу, який би забезпечував проведення досліджень і випробувань у лабораторних і польових умовах. Такий енергетичний засіб повинен бути багатофункціональним, з широким діапазоном робочих швидкостей переміщення і частоти обертання ВВП, малогабаритним, маневреним, достатньо потужним і забезпечувати різну подачу робочої рідини насоса гідропривода від одного приводного вала, так званих тандем-насосів.

Виклад основного матеріалу

Метою даної роботи є розроблення багатофункціонального енергетичного засобу з пропонуваними гідромеханічним рульовим керуванням і багатосекційними насосами, які можуть бути використані і при проектуванні рульових керувань мобільних малогабаритних енергетичних засобів, а також в гідроприводах, наприклад, збиральних комбайнів, в яких є необхідність застосування тандем-насосів.

Поставлене завдання досягається тим, що для енергетичного засобу використаний їздовий засіб малої механізації спеціальний міні-трактор важкого класу масою >650 кг і потужністю >16 кВт. Що стосується тандем-насосів: шестеренних двосекційного (типу НШЗ2-10) і трисекційного (НШ63М+НШ63М+НШ32М-4) та аксіально-поршневого типу «ТН», наприклад, ТН112-2(НШ32Д-10Д-3) то запропоновані нові поршневі з приводом від косої шайби та радіально-поршневі, з приводом від ексцентрика, що вигідно відрізняються від вищенаведених.

Малогабаритний енергетичний засіб спроектований, виготовлений і апробований студентами науково-дослідного гуртка кафедри сільськогосподарських машин і системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України і його елементи були об'єктом і предметом дослідження магістерських робіт.

Енергетичний засіб спроектований у двох варіантах: У-1 і У-2, відповідно із заднім навісним пристроєм і заднім та переднім.

Енергетичний засіб У-1 (рисунок 1) містить двигун МТ-10-32 зі зчепленням і коробкою передач (мотоцикла триколісного типу МТ-10) потужністю 32 к.с. і частотою обертання колінчастого вала 5000 об/хв. На двигун додатково встановлено два радіальні вентилятори для охолодження.

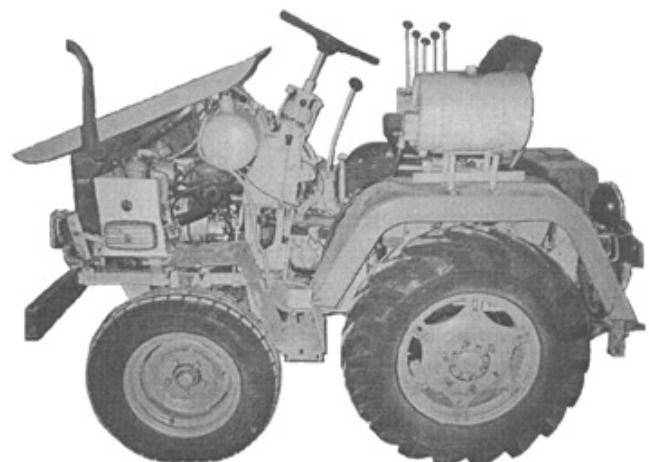


Рисунок 1 — багатофункціональний малогабаритний мобільний енергетичний засіб У-1 із задньою навісною системою

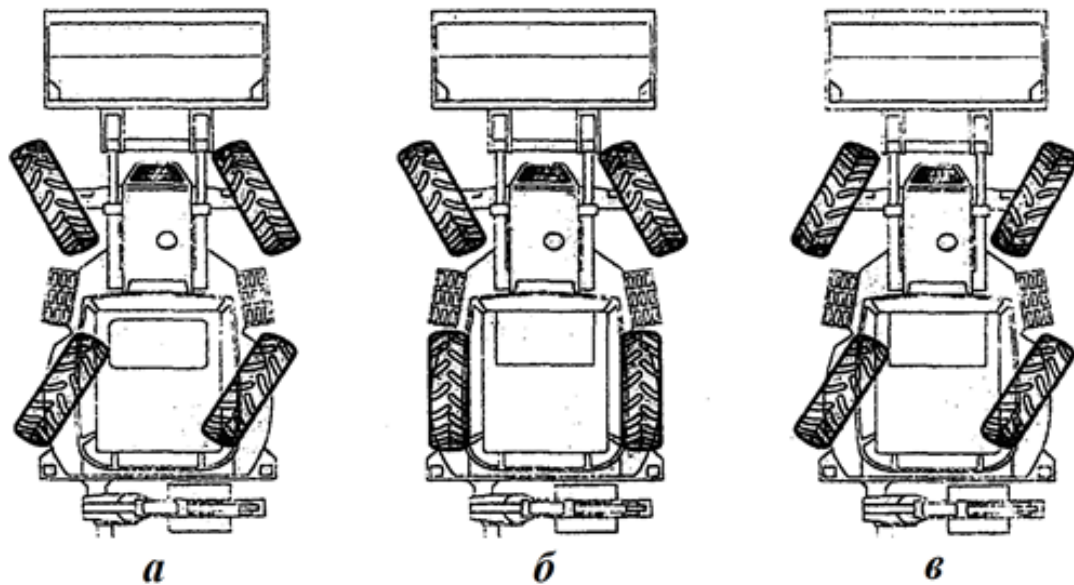


Рисунок 2 — Можливі режими повороту коліс сільськогосподарських машин:
а — крабовий хід; б — передні колеса; в — передні та задні колеса слід в слід

Крім цього, на У-1 розташовано коробку передач з боковим валом відбору потужності (типу автомобіля ГАЗ-51) привода насоса НШ-32А-3 гідропривода виконуючих органів. Дві коробки передач забезпечують кількість передач: вперед — 16, назад — 8 із ступінчастою швидкістю засобу: вперед — 1,55–27,62, назад — 1,28–9,78 км/год. Зусилля на гаку 4080–342 Н. Засіб має також синхронний вал відбору потужності (ВВП).

Гідросистема засобу оснащена п'ятисекційним розподільником типу ГА-34000, які широко використовують у мобільних сільськогосподарських машинах.

Електрична система засобу є однопровідною, напруга дорівнює 12 в, оснащена звуковим сигналом, передніми і задніми фарами, поворотними ліхтарями тощо, рульове керування — гідромеханічне.

Габаритні розміри, мм: ширина, висота, довжина відповідно 1200; 1800; 2400; колія — 900; база — 1100; радіус ведучого колеса — 500. Маса суха — 800 кг.

Енергозасіб може працювати на стаціонарі (в лабораторії) завдяки його малих габаритів та переносного гідромотора.

Гідромеханічне рульове керування енергетичного засобу У-1. Аналіз існуючих рульових керувань мобільних сільськогосподарських машин [2], [3] і [4] свідчить, що у машинах режими повороту коліс такі: крабовий хід, передні колеса та задні колеса слід у слід (рисунок 2).

Приймаючи до уваги бажану колію засобу 900 мм та мінімальний радіус повороту напрямних коліс, що забезпечують електрокари з черв'ячним приводом від рульового колеса [3], у засобі У-1 прийнятий режим роботи «передні колеса», рисунок 2. б. Відомо [4], що в

цьому випадку необхідно було б застосовувати карданну передачу, яка у пропонованому енергозасобі обмежувала б зручність оператора. У зв'язку з цим і було запропоновано гідромеханічне рульове керування [5].

Відомий найпростіший гідропривод рульового керування [4], недоліком якого при його застосуванні у багатофункціональному малогабаритному енергетичному засобі, для якого підсилення повороту не обов'язкове, є громіздкість конструкції із-за наявності гідронасоса, бака і запобіжних клапанів та гідроциліндра, що викликає допоміжні витрати.

Відоме також механічне рульове керування [3], в якому одне із двох керованих коліс повертається на більший кут, ніж інше. Це є обов'язкова умова кочення обох коліс без ковзання при повороті. Недоліком такого рульового керування при застосуванні його у пропонованому енергетичному засобі є неможливість ефективного розташування вала черв'яка і вала рульового колеса, тобто вал рульового колеса не може займати різні положення за бажанням оператора: вертикальне, з нахилом вперед, з нахилом назад, оскільки застосування шарнірів Гука призведе до нерівномірності обертання черв'яка в межах одного оберту рульового колеса.

Задача пропонованого рульового керування полягає у поліпшенні умов праці оператора і збереженні схеми механічного зв'язку сектора черв'ячного колеса з трапецією напрямних коліс, яка закладена при проектуванні рульового керування напрямними колесами при їх коченні без ковзання.

Поставлена задача вирішена тим, що гідромеханічне керування багатофункціонального енергетичного засобу містить рульове колесо, яке жорстко з'єднано з валом

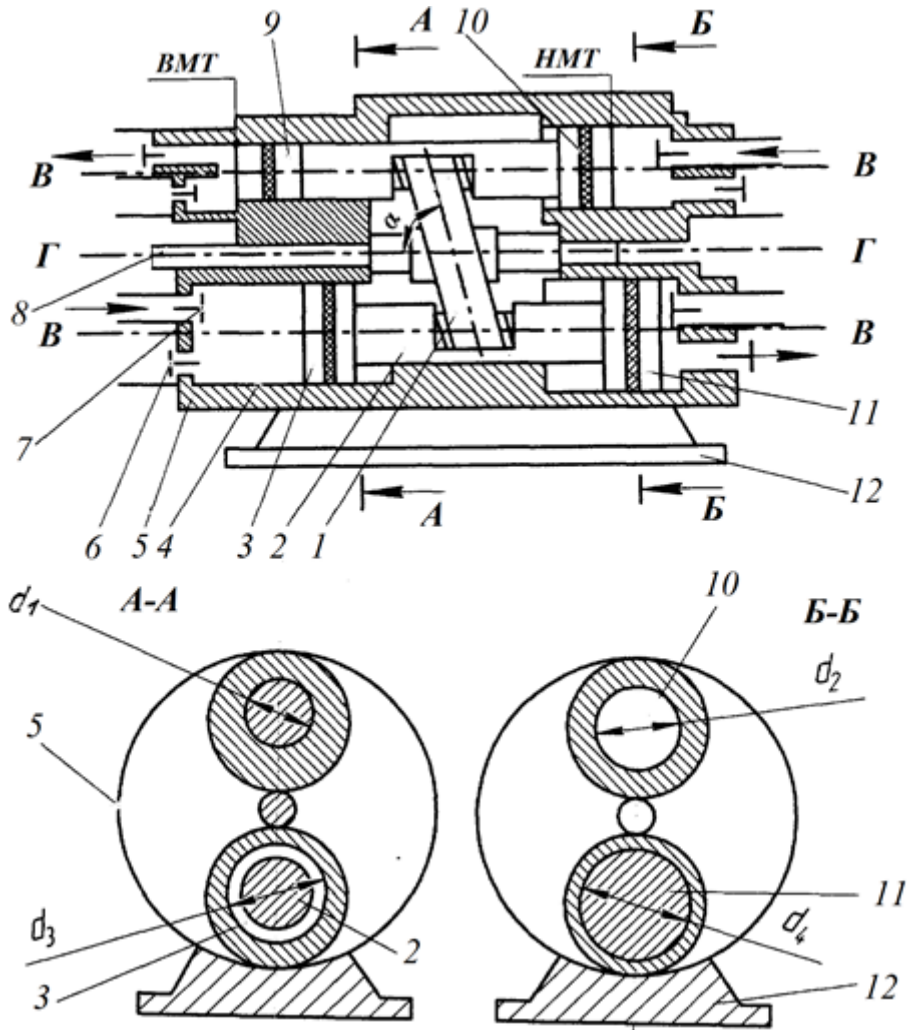


Рисунок 4 — Багатосекційний безкривошипно-шатунний поршневий насос:

1 — похилий диск; 2 — шток; 3, 9, 10 і 11 — поршині; 4 — циліндр; 5 — нерухомий блок; 6 — напірний клапан; 7 — впускний клапан; 8 — вал привода диска; 12 — станина; $d_4 > d_3 > d_2 > d_1$ — діаметри поршнів; В - В — геометричні осі прямолінійного руху поршнів; Г - Г — геометрична вісь обертання вала привода диска

Золотник зміщується вправо (позиція А накладається на позицію Б) і робоча рідина під тиском надходить по трубопроводу 11 до гідромотора 10, а з гідромотора надходить по трубопроводу 12 через зворотний клапан Г по трубопроводу 18 до насоса-дозатора, а зайва рідина може надходити по трубопроводу 16 у компенсаційний бачок 13. При цьому вал черв'яка 8 обертається, повертаючи черв'ячне колесо 7 і сошку 5, яка приводить в рух поперечну тягу 4 трапеції, а остання рульові важелі 3 і цапфи 2 напрямних коліс 1, які повертаються на певний кут, наприклад, праворуч. Напрямні колеса повертаються, поки оператор обертає рульове колесо. Якщо оператор не обертає рульове колесо, тобто не створює перепаду тисків на торцях золотника, останній під дією пружин повертається в нейтральне положення. При цьому порожнини насоса-дозатора і гідромотора запираються і поворот коліс припиняється.

Багатосекційний безкривошипно-шатунний поршневий насос. Багатосекційні насоси широко застосовують у нереверсивних некерованих об'ємних гідроприводах невеликої потужності активних виконуючих органів багатофункціональних машин. Так, на зернозбиральному комбайні «ЛАН» КЗС-1580 (Україна), використаний трисекційний шестеренний насос НШ-12-6-4 з робочими об'ємами 12, 6 і 4 см³. Такий насос змонтований на корпусі аксіально-плунжерного насоса об'ємного гідропривода ведучих коліс і привод насоса НШ-12-6-4 здійснюється від вала цього насоса.

Недоліком такого розташування багатосекційного насоса є те, що при виході з ладу однієї секції виникає необхідність у демонтажі аксіально-плунжерного насоса і всіх інших секцій. Останнє знижує технічну надійність усієї збиральної машини, що суттєво впливає на її продуктивність. Шестеренні насоси працюють при високих тисках, це, як правило, насоси круглого виконання,

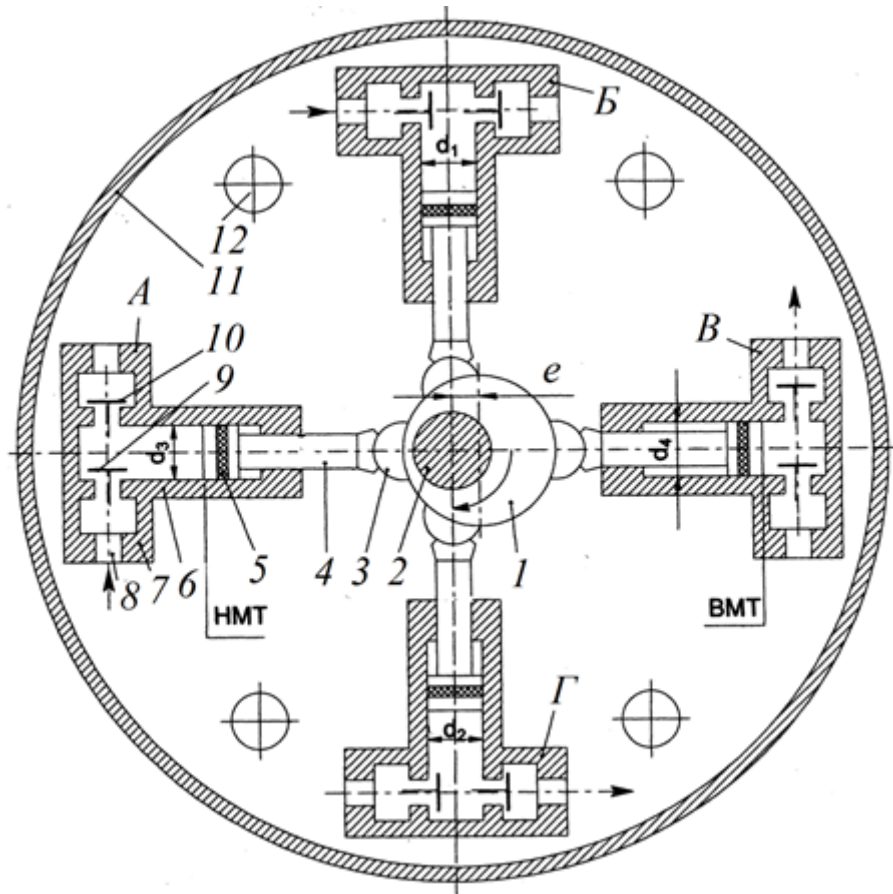


Рисунок 5 — Багатосекційний ексцентриковий радіально-поршневий насос

1 — ексцентрик; 2 — приводний вал; 3 — сферичний шарнір; 4 — шток; 5 — поршень; 6 — корпус циліндра; 7 — клапанна головка; 8 — отвір всмоктувального трубопроводу; 9 і 10 — відповідно впускний і напірний клапани; 11 — корпус насоса; 12 — отвір для болта чи шпильки; А, Б, В і Г — робочі секції; d_1, d_2, d_3, d_4 — діаметри циліндрів ($d_1 > d_2; d_3 > d_4$); НМТ і ВМТ — відповідно нижня і верхня мертві точки поршня

в яких застосовано значну кількість алюмінієвих сплавів і бронзи та гумових манжет. Тому все це призводить до збільшення їх вартості та зниження надійності.

Відомий також поршневий насос, з кривошипно-шатунним приводом, в якому передбачена зміна робочого об'єму завдяки регульованому радіусу кривошипа [8].

Недоліком застосування такого насоса як багатосекційного є громіздкість конструкції, через те, що виникає необхідність зрівноваження знакозмінних інерційних сил, що притаманно кривошипно-шатунному механізму.

У запропонованому багатосекційному насосі [6] використано безкривошипно-шатунний поршневий насос з різними діаметрами поршнів, завдяки чому робочий об'єм кожної секції різний при однакових ходах поршнів. Зворотно-поступальний рух поршнів здійснюється через похилий диск, або так звану косу шайбу. Будова такого насоса зображена на рисунку 4.

Працює безкривошипно-шатунний насос так. При обертанні приводного вала 8 навколо його геометричної осі Г-Г обертається і робочий диск 1 (рисунок 4), а штоки 2 поршнів 3 і 11, а також поршні 9 і 10, рухаються

прямолінійно зворотно-поступально по осях В — В, які паралельні осям Г-Г. У положенні похилого диска, як показано на рисунку 4, поршні 9 і 11 знаходяться у верхній мертвій точці (ВМТ), а поршні 3 і 10 — у нижній мертвій точці (НМТ). При положенні поршня 3 у НМТ робоча рідина надходить у циліндр 4 через відкритий впускний клапан 7, а напірний клапан 6 в цьому положенні буде закритим. Аналогічно процес всмоктування відбуватиметься і у циліндрі поршня 10, а процес нагнітання — у циліндрі поршня 9. При повороті вала водночас з ним і похилого диска на 180° процеси всмоктування і нагнітання у цих циліндрах змінюються на протилежні, тобто у циліндрах поршнів 9 і 11 відбуватиметься процес всмоктування, а у циліндрах поршнів 10 і 3 — процес нагнітання. При подальшому обертанні диска на кут 180° поршні займатимуть вихідне положення.

Багатосекційний ексцентриковий радіально-поршневий насос. Відомий багатосекційний ексцентриковий радіально-поршневий насос, що має нерухомі корпуси циліндрів, в яких розміщені поршні однакового діаметра,

що приводяться від ексцентрика і рухаються прямолінійно та зворотно-поступально. До корпусів циліндрів жорстко закріплені клапанні головки із впускними і напірними клапанами. У відомому такому насосі є можливість розмістити безліч ступенів нерухомих корпусів циліндрів з одним і тим же ексцентриковим валом [1]. Недоліком такого насоса як багатосекційного з різними робочими об'ємами є те, що в ньому всі циліндри мають однаковий об'єм.

Запропонований багатосекційний ексцентриковий радіально-поршневий насос, що має нерухомі корпуси циліндрів, в яких завдяки ексцентриковому валу прямолінійно і зворотно-поступально рухаються з однаковим ходом поршні різного діаметра. Таких секцій може бути велика кількість, усі вони мають різний робочий об'єм, а, відповідно, і різну подачу робочої рідини.

На рисунку 5 зображено схему – один ступінь чотирипоршневого багатосекційного радіально-поршневого насоса, вигляд зверху у перерізі.

Процес роботи багатосекційного ексцентрикового радіально-поршневого насоса відбувається таким чином. При обертанні приводного вала 2 обертається також і ексцентрик 1, який приводить у прямолінійний зворотно-поступальний рух шток 4 поршня 5, що переміщується у циліндрі 6. У положенні ексцентрика, як показано на рисунку 5, поршень 5 секції А буде знаходитися у нижній мертвій точці (НМТ) і при цьому закінчиться процес всмоктування робочої рідини крізь отвір 8 і відкритий впускний клапан 9, напірний клапан 10 в цей момент буде відкритим. У протилежній секції В поршень буде знаходитися у верхній мертвій точці (ВМТ) і закінчиться процес нагнітання. У секції Б відбуватиметься процес всмоктування, а у протилежній секції Г процес нагнітання. При повороті вала 2 на 90° у секції Б поршень буде знаходитися у НМТ, а у секції Г у ВМТ, у секції А відбуватиметься процес нагнітання, а у секції В — всмоктування. При повороті вала 2 на 180° поршень секції А буде знаходитися у ВМТ, а секції В — у НМТ.

Висновки

У запропонованому гідромеханічному рульовому керуванні для багатофункціонального малогабаритного мобільного енергозасобу поліпшуються умови роботи оператора і забезпечується кочення обох напрямних передніх коліс без ковзання при повороті.

У запропонованому багатосекційному насосі застосовано безкривошипно-шатунний поршневий насос з різними діаметрами поршнів, завдяки чому робочий об'єм кожної секції різний при однакових ходах поршнів. Зворотно-поступальний рух поршнів забезпечується похилим диском, так званою косою шайбою.

Запропоновано багатосекційний ексцентриковий багатоступеневий насос, в кожній ступені якого завдяки ексцентриковому валу прямолінійно і зворотно-

поступально рухаються поршні різного діаметра з однаковим ходом. У зв'язку з цим є можливість створити безліч секцій з різною подачею робочої рідини.

Запропоновані багатосекційні насоси вигідно відрізняються від шестеренних тандем-насосів, так як зменшується кількість кольорових металів, таких як алюмінієві сплави і бронзи, а також гумових ущільнень.

Література

1. Башта, Т.М. Объемные насосы и гидродвигатели гидросистем. Учебник / Т.М. Башта. — М.: Машиностроение, 1976. — 320 с.
2. Бендицкий, Э.Я. Рулевое управление колесных тракторов / Э.Я. Бендицкий. — М.: Россельхозиздат, 1987. — 124 с.
3. Крайнев, А.Ф. Словарь-справочник по механизмам / А.Ф. Крайнев. — М.: Машиностроение, 1981. — 280 с.
4. Гідропривод сільськогосподарської техніки. Навчальне видання / О.М. Погорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.П. Пастушенко; За ред. О.М. Погорілець. — К.: Вища освіта, 2004. — 368 с.
5. Патент 79415 України. Гідромеханічне рульове керування багатофункціонального малогабаритного енергетичного засобу / О.М. Погорілець, В.О. Мартиненко, Д.Г. Войтюк; заявник і власник охоронного документа НУБіП України; опубл. 25.04.2013. Бюл. №8.
6. Патент 72714 України. Багатосекційний безкривошипно-шатунний поршневий насос / О.М. Погорілець, М.С. Волянський, С.В. Смолінський, Ю.О. Гуменюк; заявник і власник охоронного документа НУБіП України; опубл. 27.08.2012. Бюл. №16.
7. Патент 78958 України. Багатосекційний ексцентриковий радіально-поршевий насос / О.М. Погорілець, В.О. Мартиненко, Д.Г. Войтюк; заявник і власник охоронного документа НУБіП України; опубл. 10.04.2013. Бюл. №7.
8. Патент 64057 України. Регульований поршневий насос / О.М. Погорілець, М.С. Волянський; заявник і власник охоронного документа НУБіП України; опубл. 25.10.2011. Бюл. №20.

References

1. Bashta, T.M. Ob'emnye nasosy i gidrodvigateli gidrosystem. Uchebnik / T.M. Bashta. — M.: Mashinostroyeniye, 1976. — 320 s.
2. Benditskiy, T.Ya. Rulevoye upravlenie kolesnykh traktorov / T.Ya. Benditskiy. — M.: Rosselkhozizdat, 1987. — 124 s.
3. Krainev, A.F. Slovar-spravochnik po mekhanizmam / A.F. Krainev. — M.: Mashinostroyeniye, 1981. — 280 s.
4. Hidroprivod silskogospodarskoi tekhniki. Navchalne vydannya / O.M. Pogorilets, M.S. Volyansky, V.D. Voytyuk, S.P. Pastushenko; Za red. O.M. Pogoriltsya. — K.: Vyshcha osvita, 2004. — 368 s.

5. Patent 79415 Ukrainy. Gidromechanichne rulyove bagatofunktsionalnogo malogabrytnogo energetychnogo zasobu / O.M. Pogorilets, V.O.Martynenko, V.D. Voytyuk; zayavnyk i vlasnyk okhoronnogo dokhumenta NUBiP Ukrainy; opubl. 25.04.2013. Byul. №8.

6. Patent 72714 Ukrainy. Bagatosektsiyniy bezkryvo-shypno-shatunniy porshneviy nasos / O.M. Pogorilets, M.S. Volyansky, S.V. Smolinskiy, Yu.O. Gumenyuk; zayavnyk i vlasnyk okhoronnogo dokhumenta NUBiP Ukrainy; opubl. 27.08.2012. Byul. №16.

7. Patent 78958 Ukrainy. Bagatosektsiyniy ekstsentrykoviy radialno-porshneviy nasos / O.M. Pogorilets, V.O.Martynenko, D.G. Voytyuk; zayavnyk i vlasnyk okhoronnogo dokhumenta NUBiP Ukrainy; opubl. 10.04.2013. Бюл. №7.

8. Patent 64057 Ukrainy. Reguliovanyi porshneviy nasos / O.M. Pogorilets, M.S. Volyansky; zayavnyk i vlasnyk okhoronnogo dokhumenta NUBiP Ukrainy; opubl. 25.10.2011. Byul. №20.

Надійшла 25.10.2014 року

УДК 62-515/62-822

Многофункциональное малогабаритное мобильное энергетическое средство с гидромеханическим рулевым управлением и многосекционными насосами

**А.М. Погорилец
М.С. Волянский**

Приведено описание и обоснование технического решения предложенного, изготовленного и апроби-

рованного многофункционального малогабаритного мобильного энергетического средства с предложенными гидромеханическим рулевым управлением и многосекционными насосами, защищенными декларационными патентами Украины.

Ключевые слова: малогабаритное энергетическое средство, гидромеханическое рулевое управление, многосекционные насосы, мобильное энергетическое средство.

UDC 62-515/62-822

Manufactured and multi-functional compact mobile energy tool with hydro-mechanical steering and multi sectional pumps

**A.M. Pogorilets
M.S. Volianskiy**

The description and justification of the proposed technical solution, manufactured and tested multi-functional compact mobile energy tool with the proposed hydro-mechanical steering and multi-sectional pumps, protected by the declaration of patents of Ukraine.

Keywords: multi-functional compact mobile energy tool, hydro-mechanical steering, multi-sectional pumps.