

Корисна модель відноситься до авіаційної техніки, зокрема до засобів гальмування літальних апаратів при посадці в обмежених умовах злітно-посадочної смуги, включаючи злітно-посадочні смуги авіаносних суден.

Відомі засоби гальмування літальних апаратів при посадці в обмежених умовах злітно-посадочної смуги, включаючи злітно-посадочні смуги авіаносних суден, що передбачають механічну взаємодію літального апарату з деякими гальмівними пристроями, встановленими на злітно-посадочній смузі і на борту літального апарату (наприклад, трос упоперек злітно-посадочної смуги - крюк на корпусі літального апарату, що зачіпляється за трос при посадці - гальмівний пристрій, наземний або встановлений на борту літального апарату. Прикладами таких засобів гальмування літальних апаратів є:

"Установка для аварійного гальмування літаків" (патент РФ № 2097282), "Гальмівний комплекс для швидкісного літального апарата" (патент РФ № 2075190), "Пристрій для аварійного гальмування літаків" (патент РФ № 1807660), "Фінішер для літака" (патент США № 2770431) та інші, що широко відомі з джерел науково-технічної та патентної інформації.

Відомі засоби гальмування літальних апаратів при посадці в обмежених умовах злітно-посадочної смуги, що передбачають дію на літальний апарат 4-їзичними чинниками (не механічними, тобто коли відсутні трособлочні системи і гальмівні механізми) з метою погашення швидкості літального апарату до стану спокою. З урахуванням особливостей рішення, що заявляється, саме такі засоби гальмування літаків представляють інтерес як аналоги.

Так, за патентом Російської Федерації № 2005669, МПК В64F 1/02, дата подання заявки 24.05.1991. відомий спосіб посадки літального апарата з газодинамічним гальмуванням.

Спосіб включає зниження літального апарата з подальшим газодинамічним гальмуванням та приземлення на посадочний майданчик, при цьому газодинамічне гальмування здійснюють повітряним потоком, який формують джерелами струменів, що розміщені на посадочному майданчику, які направляють на нижню частину крил і фюзеляжу літального апарата проти його посадочної швидкості, досягаючись її обнуління.

Для здійснення способу в пристрої для посадки літального апарата, що містить розміщені на посадочному майданчику джерела газових струменів, останні виконані у вигляді встановленого в центрі посадочного майданчика блоку компресорів, виходи яких з'єднані із загальним для всіх компресорів плоским соплом.

Спосіб забезпечує можливість посадки літального апарата на майданчик малої протяжності.

Загальними ознаками аналогу та рішення, що заявляється, є: спосіб гальмування літака при посадці, що включає дію на літак при його приземленні фізичними гальмуючими факторами (дія на літак зустрічним штучним повітряним потоком).

Створення штучних зустрічних струменів повітря з характеристиками, достатніми для ефективного газодинамічного гальмування літака, вимагає значних енерговитрат. Такий спосіб може бути прийнятим в аварійних ситуаціях, але не є доцільним для гальмування літака в штатних умовах його посадки на обмежену злітно-посадочну смугу, наприклад на палубу авіаносного судна.

За патентом Російської Федерації № 2110449, МПК В64D 17/80, В64F1/02 дата подання заявки 06.02.1996, відомий спосіб аварійного гальмування швидкісного літального апарата, що передбачає введення у повітряне середовище парашута, зв'язаного з літальним апаратом а потім речовини з підвищеною щільністю, що приводить до зміни середньої щільності повітряного середовища перед парашутом і підвищення аеродинамічного опору. що створюється парашутом. При цьому введення середовища з підвищеною щільністю можуть здійснювати уздовж злітно-посадочної смуги або вводити з літального апарату.

Для реалізації способу уздовж злітно-посадочної смуги розташовують трубопровід з отворами і при необхідності скорочення пробігу літального апарату подають через трубопровід водне середовище або пісок, які підвищують середню щільність повітряного середовища і збільшують аеродинамічний опір, що створюється парашутом. При посадці на випадковій місцевості введення середовища з підвищеною щільністю здійснюється з кормової частини літального апарату.

Реалізація даного способу проста, і він може застосовуватися на всіх експлуатованих літальних апаратах.

Загальними ознаками аналогу та рішення, що заявляється, є: спосіб гальмування літака при посадці, що включає дію на літак при його приземленні фізичними гальмуючими факторами (штучне підвищення щільності повітряного середовища).

Складність обладнання та значні енерговитрати виправдовують його використання в аварійних ситуаціях, але обмежують доцільність такого гальмування в штатних умовах посадки літака на обмежену злітно-посадочну смугу, наприклад на палубу авіаносного судна.

Сьогодні відомі розробки так званих "інтелектуальних матеріалів", які здатні адекватно новим умовам змінювати свої характеристики і самостійно регулювати ступінь своєї реакції на нові умови відповідно до рівня їх зміни.

Прикладами таких матеріалів є магнітореологічні рідини (МРР), які змінюють у магнітному полі свою в'язкість аж до затвердіння, та електрореологічні рідини (ЕРР), що змінюють свою в'язкість до стану затвердіння у електричному полі. При цьому їх міцність зсуву досягає  $2,5 \text{ кг/см}^2$  в стані затвердіння.

Сьогодні МРР та ЕРР широко використовуються в техніці, наприклад, в керованих амортизаторах та в демпферних пристроях, в першу чергу в автомобілебудуванні.

МРР знаходять застосування і в аерокосмічній техніці.

Так, відома програма NASA InSPACE (Investigating the Structure of Paramagnetic Aggregates from Colloidal Emulsions), яка направлена на вивчення магнітореологічних рідин - нового класу "інтелектуальних матеріалів", що можуть використовуватися для поліпшення існуючих або розробки нових посадкових систем літаків, демпферів вібрації (<http://www.novosti-kosmonavtiki.ru/content/numbers/276/05.shtml>).

Один із напрямків створення таких матеріалів є використання ЕРР в композитних матеріалах (<http://hghltd.yandex.net/yandbtm?url=http>).

В аерокосмічній техніці використання МРР та ЕРР відноситься до нанотехнологій (<http://hghltd.yandex.net/yandbtm?url=http>).

Відомо використання МРР та ЕРР для гальмування літальних апаратів при їх посадці.

Так, за патентом Російської Федерації № 2171212, МПК В64F 1/02, дата подання заявки 29.09.1998. відомий спосіб гальмування літака, що передбачає виконання в кінці злітно-посадочної смуги поглибленої ємності, що заповнена гальмівним середовищем в вигляді феромагнітної рідини (ФМР), в'язкість якої залежить від напруженості електромагнітного поля. На дні ємності по всій її площі встановлені електромагніти, сполучені з

джерелом постійного струму, яке, у свою чергу, сполучене з командним блоком з датчиками швидкості та маси літака, встановленими перед ємністю. Подачу і відкачування гальмівного середовища з ємності виконують насосною станцією. В різних зонах ємності в'язкість ферромагнітної рідини має своє значення і чим далі від злітно-посадочної смуги, тим вона більше.

У разі недостатньої довжини злітно-посадочної смуги або порушень в роботі штатних систем гальмування (реверс тяги, включення дискових гальм) літак, потрапляючи в зону пристрою, включає переднім колесом датчики швидкості та маси літака, сигнали від яких поступають на командний блок, зв'язаний з джерелом постійного струму, що живить електромагніти. Завдяки цьому створюється електромагнітне поле необхідної напруженості. У міру проходження літака по ємності швидкість його гаситься, оскільки на ФМР впливають електромагнітним полем, яке намагнічує ФМР, змінюючи її в'язкість. По довжині ємності в'язкість змінна, і величина її росте у міру просування літака по місткості. Завдяки поступовому регульованому збільшенню в'язкості ФМР на шляху руху літака значно зменшуються перевантаження, що сприймаються літаком, при ефективності зменшення його швидкості. Таким чином здійснюється плавне гальмування літака.

Спосіб та система надійно запобігають виникненню аварійної ситуації при зльотах літаків у разі недостатньої довжини злітно-посадочної смуги та при відмові двигуна на розгоні, а також при посадці, коли швидкість не встигає гаситися на відповідній довжині злітно-посадочної смуги.

Загальними ознаками прототипу та рішення, що заявляється, є: спосіб гальмування літака при посадці, що включає взаємодію літака з магнітореологічним середовищем, реологічними властивостями якого управляють генерацією магнітного поля за допомогою керованих електромагнітів, які розташовані з можливістю взаємодії генерованого ними магнітного поля з магнітореологічним середовищем.

Такий спосіб може бути прийнятним в аварійних ситуаціях (при порушеннях в роботі штатних систем гальмування), але не є доцільним для гальмування літака в штатних умовах його посадки на обмежену злітно-посадочну смугу, наприклад на палубу авіаносного судна.

За патентом України № 43383 на корисну модель, МПК В64Д 25/00, В64Д 45/00, дата подання заявки 08.04.2009, відомий спосіб аварійної посадки літака при відмові шасі, з використанням електрореологічної рідини (ЕРР).

Спосіб аварійної посадки літака на фюзеляж при відмові шасі передбачає створення шару іскроподавляючої піни між злітно-посадочною смугою і фюзеляжем літака шляхом подачі піни з борту літака при його приземленні через сопла, що виконані в нижній носовій частині фюзеляжу.

Піну готують на основі електрореологічної рідини, яка змінює у електричному полі свою в'язкість. Уздовж нижньої частини фюзеляжу при приземленні літака створюють електричне поле. Електричне поле створюють між електродами, які виконані в вигляді виступаючих ребер, що розташовані уздовж нижньої частини фюзеляжу літака. Величина напруженості електричного поля  $E$  регулюється екіпажем літака.

При аварійній посадці літака на фюзеляж екіпаж самостійно, без участі аеродромних служб, в необхідний момент приземлення літака включає систему подачі піни через сопла. Стрічним потоком повітря піна притискається до фюзеляжу, утворюючи пінний шар переважно в його нижній частині, виконуючий функції пінної «подушки» при приземленні літака на фюзеляж і його ковзанні по злітно-посадочній смузі до зупинки. В електричному полі уздовж нижньої частини фюзеляжу в'язкість піни збільшується, що сприяє гальмуванню літака при аварійній посадці на фюзеляж. Ефективність гальмування залежить від напруженості електричного поля, якою екіпаж управляє самостійно з борту літака.

Загальними ознаками аналогу та рішення, що заявляється, є: спосіб гальмування літака при посадці, що включає подачу з борту літака на злітно-посадочну смугу при приземленні літака піни з керованими реологічними властивостями, генерацією фізичного поля за допомогою керованих пристроїв, які розташовані з можливістю взаємодії генерованого ними фізичного поля з піною.

Створення пінної «подушки» з керованими реологічними властивостями між злітно-посадочною смугою і фюзеляжем літака при його приземленні на фюзеляж, ковзанні по злітно-посадочній смузі та гальмуванні до зупинки може бути прийнятним в аварійних ситуаціях (порушення в роботі штатних систем гальмування, відмова шасі), але не є доцільним для гальмування літака в штатних умовах його посадки на обмежену злітно-посадочну смугу, наприклад на палубу авіаносного судна.

Як прототип вибрано спосіб аварійної посадки літака, що відомий за патентом України № 43382 на корисну модель, МПК В64Д 25/00, В64Д 45/00, дата подання заявки 08.04.2009.

Спосіб аварійної посадки літака на фюзеляж передбачає створення шару іскроподавляючої піни між злітно-посадочною смугою і фюзеляжем літака. Шар іскроподавляючої піни створюють шляхом подачі піни з борту літака при його приземленні через сопла, що виконані в нижній носовій частині фюзеляжу літака.

Піну готують на основі магнітореологічної рідини (МРР), тобто рідини, яка змінює у магнітному полі свою в'язкість. Таким чином одержують магнітореологічну піну. Уздовж нижньої частини фюзеляжу при приземленні літака створюють магнітне поле. Магнітне поле створюють керованими електромагнітами, які розташовані уздовж нижньої частини фюзеляжу літака. Таке магнітне поле створюють, наприклад, за допомогою двох прямих електромагнітів, різноіменні полюси  $N$ ,  $S$  яких мають однакову намагніченість і направлені назустріч один відносно другого. Кожний електромагніт включає сердечник і котушку, яка підключена до керованого джерела напруги. Величина напруженості магнітного поля  $H$  регулюється величиною струму в котушці електромагніту. Час намагнічування становить  $10^{-7}$  с.

Засоби отримання магнітореологічної піни розташовані на борту літака і включають ємності з магнітореологічною рідиною і піноутворюючими компонентами, які сполучені з піногенератором. Вихід піногенератора сполучений з соплами. Витрата піни визначається типом літака і залежить в першу чергу від посадочної швидкості, геометрії і розмірів фюзеляжу.

При аварійній посадці літака на фюзеляж екіпаж самостійно, без участі аеродромних служб, в необхідний момент приземлення літака включає систему подачі магнітореологічної піни через сопла. Стрічним потоком повітря піна притискається до фюзеляжу, утворюючи пінний шар переважно в його нижній частині, виконуючий функції пінної «подушки» при приземленні літака на фюзеляж і його ковзанні по злітно-посадочній смузі до зупинки. Пінна «подушка» знижує динамічні навантаження на фюзеляж, поглинає теплову енергію, перешкоджає іскроутворенню в період ковзання фюзеляжу по злітно-посадочній смузі. В магнітному полі уздовж нижньої частини фюзеляжу в'язкість магнітореологічної піни збільшується, що сприяє гальмуванню літака при аварійній

посадці на фюзеляж. Ефективність гальмування залежить від напруженості магнітного поля  $H$ , якою екіпаж управляє самостійно з борту літака.

Використання магнітореологічної піни та можливість свідомого управління величиною в'язкості магнітореологічної піни між фюзеляжем літака і злітно-посадочною смугою при аварійній посадці на фюзеляж забезпечує ефективне гальмування літака при його ковзанні по злітно-посадочній смузі, що підвищує безпеку аварійної посадки.

Загальними ознаками прототипу та рішення, що заявляється, є: спосіб гальмування літака при посадці, що включає подачу з борту літака на злітно-посадочну смугу магнітореологічної піни при приземленні літака, генерацію магнітного поля за допомогою керованих електромагнітів, які розташовані з можливістю взаємодії генерованого ними магнітного поля з магнітореологічною піною.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу гальмування літака при посадці, в якому за рахунок особливостей подачі магнітореологічної піни та розміщення електромагнітів підвищується ефективність гальмування літака в штатних умовах його посадки на обмежену злітно-посадочну смугу, в тому числі на палубу авіаносного судна.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі гальмування літака при посадці, який включає подачу з борту літака на злітно-посадочну смугу магнітореологічної піни при приземленні літака, генерацію магнітного поля за допомогою керованих електромагнітів, які розташовані з можливістю взаємодії генерованого ними магнітного поля з магнітореологічною піною, відповідно до корисної моделі, магнітореологічну піну подають на злітно-посадочну смугу перед гальмовими колесами шасі літака, а керовані електромагніти розміщують уздовж злітно-посадочної смуги з можливістю створення магнітного поля в зонах контакту гальмових коліс шасі літака з злітно-посадочною смугою.

Вказані ознаки складають сутність корисної моделі.

Доцільно керовані електромагніти включати по чергові по мірі пересікання літаком місця їх дислокації в процесі гальмування літака.

Суттєві ознаки корисної моделі знаходяться в причинно-наслідковому зв'язку з технічним результатом, що досягається.

Так, відмітні ознаки корисної моделі (магнітореологічну піну подають на злітно-посадочну смугу перед гальмовими колесами шасі літака, а керовані електромагніти розміщують уздовж злітно-посадочної смуги з можливістю створення магнітного поля в зонах контакту гальмових коліс шасі літака з злітно-посадочною смугою) в сукупності з істотними ознаками, загальними з прототипом, забезпечують підвищення ефективності гальмування літака в штатних умовах його посадки на обмежену злітно-посадочну смугу, в тому числі на палубу авіаносного судна.

Пояснюється це наступним.

Подача магнітореологічної піни з борту літака на злітно-посадочну смугу локально перед гальмовими колесами шасі літака та створення локального магнітного поля в зонах контакту гальмових коліс шасі літака з злітно-посадочною смугою керованими електромагніти, що розміщені уздовж злітно-посадочної смуги, забезпечують:

істотне зменшення витрат магнітореологічної піни для гальмування літака і, як наслідок, зменшення запасу магнітореологічної рідини на борту літака та спрощення генератора піни, який розташований на борту літака, що дуже важливо для зменшення баластної ваги літака;

розміщення електромагнітів на злітно-посадочній смузі (тобто переведення електромагнітів із статуту бортового обладнання до статуту наземного обладнання) спрощує бортові системи літака та також зменшує баластну вагу літака;

переведення електромагнітів до статуту наземного обладнання дозволяє підключити їх до централізованого наземного блоку управління системою посадки, оснащеного сучасними комп'ютерними засобами, що дозволяє централізовано, без участі екіпажу літака, враховувати численні фактори, що впливають на безпечність посадки, в тому числі погодні умови, стан злітно-посадочної смуги, тип літака, систему шасі та гальмування, посадочну вагу та швидкість літака і інші параметри посадки та гальмування літака в умовах обмеженої злітно-посадочної смуги.

Все зазначене забезпечує можливість безпечної посадки та ефективного гальмування літака з використанням магнітореологічного середовища в штатних умовах посадки літака на обмежену злітно-посадочну смугу, в тому числі на палубу авіаносного судна.

Нижче приводиться докладний опис способу гальмування літака при посадці, що заявляється, з посиланнями на креслення, на яких показано:

Фіг. 1 - Спосіб гальмування літака при посадці, схема літака з засобами подачі магнітореологічної піни.

Фіг. 2 - Спосіб гальмування літака при посадці, схема подачі магнітореологічної піни.

Фіг. 3 - Спосіб гальмування літака при посадці, схема злітно-посадочної смуги з виділеними зонами контакту гальмових коліс шасі літака з злітно-посадочною смугою.

Фіг. 4 - Спосіб гальмування літака при посадці, схема створення магнітного поля.

Фіг. 5 - Спосіб гальмування літака при посадці, схема розташування електромагнітів на злітно-посадочній смузі.

Спосіб гальмування літака при посадці, що заявляється, включає при приземленні літака 1 подачу з борту літака 1 на злітно-посадочну смугу 2 перед гальмовими колесами 3 шасі літака 1 магнітореологічної піни 4, генерацію магнітного поля 5 за допомогою керованих електромагнітів 6, що розміщені уздовж злітно-посадочної смуги 2 з можливістю створення магнітного поля 5 в зонах 7 контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2. При цьому магнітне поле 5 взаємодіє з магнітореологічною піною 4 в місці контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2.

На фіг. 1 показана схема літака 1 з засобами подачі магнітореологічної піни 4, що включають ємність 8 для магнітореологічної рідини, генератор 9 магнітореологічної піни 4, плоскі сопла 10 для подачі з борту літака 1 на злітно-посадочну смугу 2 перед гальмовими колесами 3 шасі літака 1 магнітореологічної піни 4.

На фіг. 2 показана схема подачі магнітореологічної піни 4. Магнітореологічну піну 4 подають на злітно-посадочну смугу 2 перед гальмовим колесом 3 через плоске сопло 10, що з'єднане з генератором 9 магнітореологічної піни 4 і закріплено на стійці 11 гальмового колеса 3.

На фіг. 3 показана схема злітно-посадочної смуги 2 з виділеними зонами 7 контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2.

На фіг. 4 показана схема створення магнітного поля 5 за допомогою керованих електромагнітів 6. Магнітне поле 5 може бути створено, наприклад, за допомогою двох прямих електромагнітів 6, різнойменні полюси N, S яких мають однакову намагніченість і направлені назустріч один відносно другого. Електрична схема включає електромагніти 6, різнойменні полюси N, S яких мають однакову намагніченість і направлені назустріч один відносно другого. Кожний електромагніт 6 включає сердечник 12 і котушку 13 електромагніту 6, яка підключена до керованого джерела напруги U (не показано). Стрілками 14 зазначено напрямки магнітних силових ліній прямого магнітного потоку, стрілками 15 - зворотного магнітного потоку. Величина напруженості магнітного поля H регулюється величиною струму в котушці 13 електромагніту 6. Час намагнічування становить  $10^{-7}$  с. Слід відмітити, що описаний спосіб утворення магнітного поля є відомим і використовується, наприклад, в магнітореологічному виконавчому органі формування керуючих моментів космічного апарату за патентом Російської Федерації № 2051840.

На фіг. 5 показана схема розташування електромагнітів 6 на злітно-посадочній смузі 2. Електромагніти 6 послідовно з заданою періодичністю, що визначається їх характеристиками, розташовані по обидві сторони зон 7 контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2. Також, уздовж зон 7 контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2 розміщені датчики 16, що контролюють знаходження літака 1 відносно електромагнітів 6 в процесі його посадки і гальмування. Електромагніти 6 і датчики 16 контролю знаходження літака 1 на злітно-посадочній смузі 2 в процесі його посадки і гальмування з'єднані керуючими лініями 17 з централізованим наземним блоком 18 управління системою посадки.

В процесі посадки літака 1 в штатних умовах на обмежену злітно-посадочну смугу 2, в тому числі на палубу авіаносного судна, при приземленні літака 1 екіпажем включається (або автоматично включається) система подачі магнітореологічної піни 4 з борту літака 1 на злітно-посадочну смугу 2 перед гальмовими колесами 3 шасі літака 1. Централізований наземний блок 18 управління системою посадки за сигналами датчиків 16, що контролюють знаходження літака 1 відносно електромагнітів 6 в процесі його посадки і гальмування, включає відповідні електромагніти 6. Електромагніти 6 генерують електромагнітне поле 5 напруженістю H в зонах 7 контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2, яке взаємодіє з магнітореологічною піною 4 перед гальмовими колесами 3 шасі літака 1, змінюючи в'язкість магнітореологічної піни 4. Величина напруженості магнітного поля H задається централізованим наземним блоком 18 управління системою посадки з врахуванням погодних умов, стану злітно-посадочної смуги, типу літака, посадочну вагу та швидкість літака і інші параметри посадки та гальмування літака в умовах обмеженої злітно-посадочної смуги.

Величина напруженості магнітного поля H задається з урахуванням відомих залежностей:

$$L = mv^2/2F, F = Kv\eta, L = mv/2K\eta,$$

де:

L - довжина шляху гальмування;

m - посадочна маса літака 1;

v - посадочна швидкість літака 1;

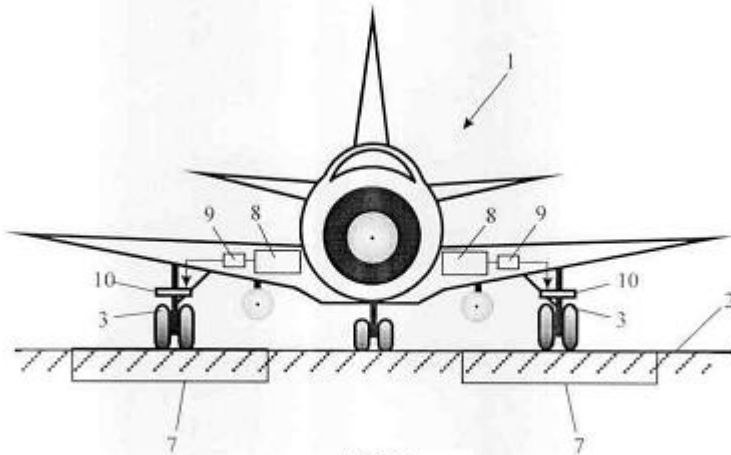
F - сила опору руху літака 1;

K - експериментальний коефіцієнт, що враховує конструктивні особливості гальмових коліс 3 шасі літака 1;

$\eta$  - в'язкість магнітореологічної піни 4.

Керовані електромагніти 6 включають по чергові по мірі пересікання літаком 1 місця їх дислокації, що контролюється датчиками 16 в процесі гальмування літака 1. Після виключення електромагнітів 6 магнітореологічна піна 4 стікає в вигляді магнітореологічної рідини з злітно-посадочної смуги 2 в відповідні приймачі, що розташовані уздовж зон 7 контакту гальмових коліс 3 шасі літака 1 з злітно-посадочною смугою 2 (не показані).

Зазначені особливості способу, що заявляється, забезпечують можливість безпечної посадки та ефективного гальмування літака з використанням магнітореологічного середовища в штатних умовах посадки літака на обмежену злітно-посадочну смугу, в тому числі на палубу авіаносного судна.



Фіг. 1

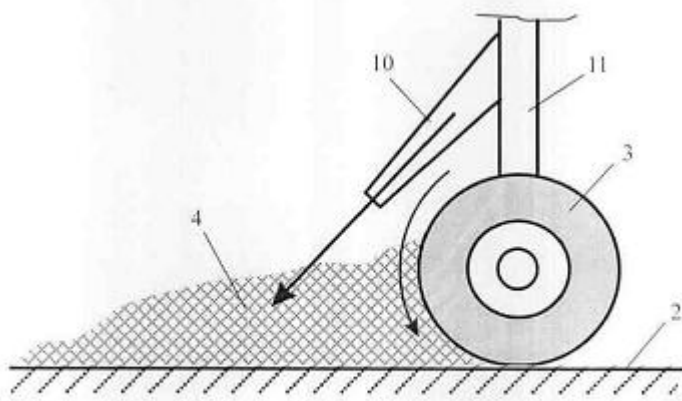


Fig. 2

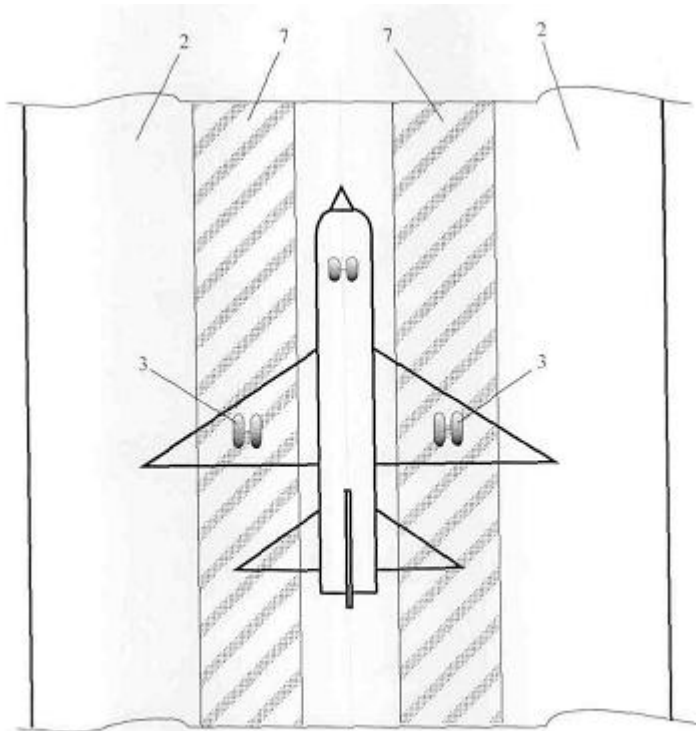
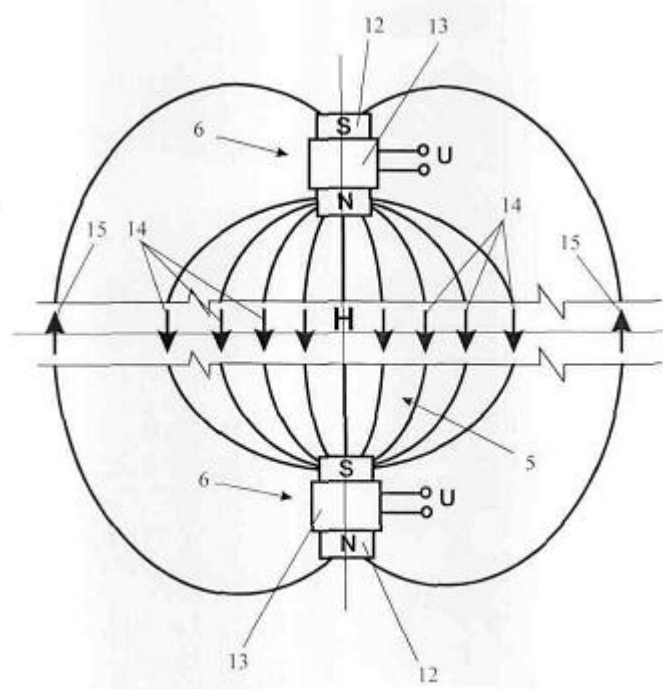
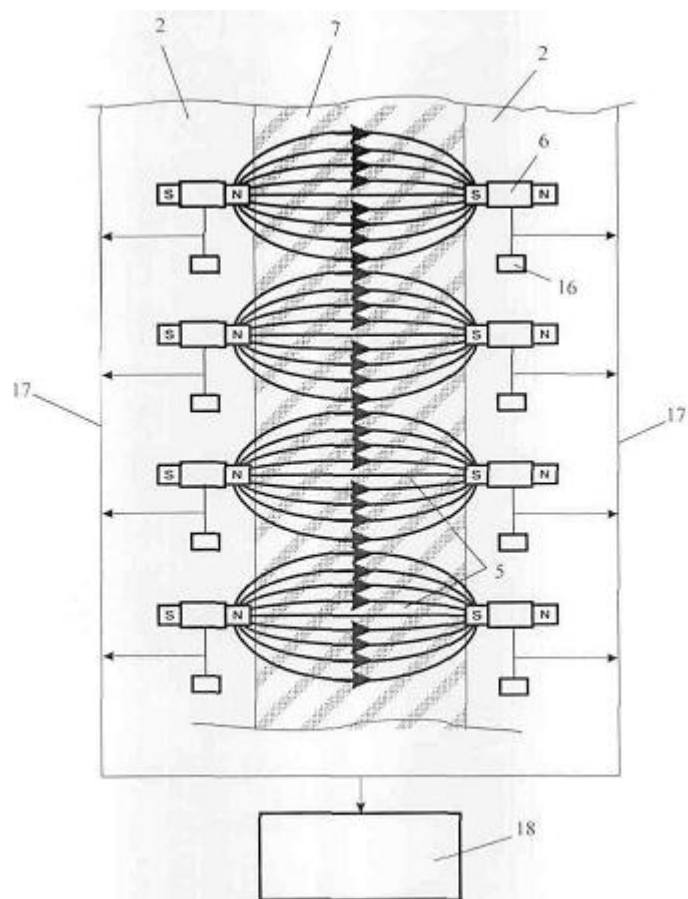


Fig. 3



Φir. 4



Φir. 5