



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **120957** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
B64F 5/00
B64C 1/00

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

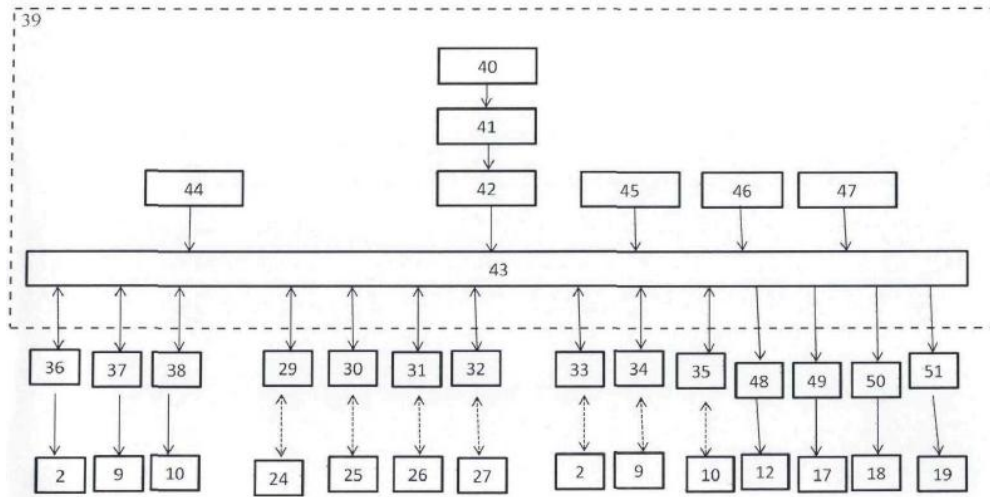
(21) Номер заявки: u 2017 05192	(72) Винахідник(и): Коцюба Олександр Анатолійович (UA), Лупкін Борис Володимирович (UA), Бичков Сергій Андрійович (UA), Корольков Юрій Якимович (UA)
(22) Дата подання заявки: 29.05.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.11.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.11.2017, Бюл.№ 22	(73) Власник(и): Коцюба Олександр Анатолійович, вул. Б. Хмельницького, 61, кв. 90, м. Київ, 01054 (UA), Лупкін Борис Володимирович, вул. Маршала Тимошенка, 11-а, кв. 117, м. Київ, 04212 (UA), Бичков Сергій Андрійович, вул. Котельникова, 35, кв. 37, м. Київ, 03115 (UA), Корольков Юрій Якимович, вул. Вишгородська, 46-б, кв. 3, м. Київ, 04114 (UA)

(54) АВТОМАТИЗОВАНИЙ СТЕНД ДЛЯ СКЛАДАННЯ ПАНЕЛІ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

(57) Реферат:

Автоматизований стенд для складання панелі повітряного судна належить до літакобудування, а саме до технологічного устаткування для складання панелей одинарної кривизни повітряного судна і реалізує його безплазовий метод збирання. В автоматизованому стенді збирання панелей повітряного судна панель, призначену для складання, разом з її каркасом, встановлюють в стенді на відповідний ложемент і здійснюють кероване переміщення свердлильно-зенкувального пристрою, з функцією установки заклепок, і пристрою для утворення замикаючої головки заклепки в місце її постановки, і здійснюють постановку кожної з заклепок. При цьому послідовно свердлять отвір, здійснюють його зенкування, встановлюють заклепку і утворюють замикаючу головку, відповідно до корисної моделі, перед постановкою заклепки панель разом з ложементом керовано повертають по напрямних, профіль яких виконаний з можливістю збігу осі розташування засобів постановки заклепки з нормаллю до обшивки панелі в цьому місці.

UA 120957 U



Фиг. 3

Заявлена корисна модель належить до літакобудування, а саме до технологічного устаткування для складання панелей одинарної кривизни повітряного судна, і реалізує його безплатовий метод збирання (БПМЗ).

БПМЗ базується на реалізації ІПВ-технологій (ІПВ - Інформаційна Підтримка життєвого циклу Виробів), що є за своєю суттю система цифрових технологій, які беруть участь на всіх етапах життєвого циклу повітряного судна, в тому числі в процесі загального складання агрегатів фюзеляжу, так і складання самих агрегатів і його вузлів, в тому числі каркасних панелей, які потребують розробки відповідної технології і оснащення.

Відомо, що для повітряного судна характерно, з-за його габаритів і складних зовнішніх обводів, панелювання, під яким розуміється технологічне членування агрегатів, відсіків і секцій на каркасні або монолітні панелі (1). У свою чергу каркасні панелі складаються з обшивки і силових елементів каркаса (частини стрингерів, частини шпангоутів) і для їх складання необхідна спеціалізована оснастка, така як стапель збірки, під ручне складання або автоматизований стенд складання.

Відомий автоматичний стенд для збірки панелі, який містить верхній і нижній портали, виконаних з можливістю автоматизованого керованого переміщення уздовж стенда, при цьому на верхньому порталі розташовано свердильно-зенкувальний пристрій з функцією установки заклепки в підготовлений отвір, а на нижньому порталі розташовано пристрій для утворення замикаючої головки заклепки. Згадані пристрої виконані з можливістю автоматизованого керованого переміщення по відповідних порталах (поперек стенда) і автоматизованого керованого позиціонування відносно поверхні обшивки збирається панелі і їх повороту відносно місця постановки заклепки (2).

Недоліком даного стенда є конструктивна складність для забезпечення точності позиціонування пристроїв призначених для установки заклепок.

Задачею, яка вирішене в заявленій корисній моделі, є удосконалення автоматичного стенда, що реалізує спосіб складання панелей повітряного судна, шляхом спрощення позиціонування виконавчих пристроїв з використанням ІПВ-технологій, забезпечити точність, продуктивність її складання і універсальність складального стенда.

Поставлена задача вирішена в автоматизованому стенді для складання панелі повітряного судна, який містить ложемент із закріпленою на ньому обшивкою панелі, портал складається з вертикальних стійок і верхньої та нижньої балок. При цьому портал виконаний з можливістю автоматизованого керованого переміщення уздовж стенда над панеллю. На верхній балці розташовано свердильно-зенкувальний пристрій з функцією установки заклепки в підготовлений отвір, а на нижній балці розташований пристрій для утворення замикаючої головки заклепки. Згадані вище пристрої виконані з можливістю автоматизованого керованого позиціонування відносно поверхні обшивки панелі по відповідних балках (поперек стенда), відповідно до корисної моделі, нижня балка порталу виконана роззнімною з вертикальними стійками порталу. Ложемент має цапфи, розташовані по його кутах. На кожній з виступаючих цапф закріплені верхні частини автоматизовано керованих приводів перекидання панелі, через відповідні шарніри, а нижні їх частини закріплені на основі стенда, також через шарніри. На основі стенда також закріплені направляючі, які мають кінематичний зв'язок з відповідними цапфами (з їх периферійними частинами). Профілі направляючих мають вигляд монотонної кривої, описаної точкою, розташованою на осі цапфи ложементу (співпадаючою з крайньою утворюючою панелі), і отриманої шляхом обкатування контуру поверхні обшивки панелі повітряного судна по прямій. У кожному кутку панелі розміщені реперні лазерні відбивачі. На основі стенда розміщені, в районі кутів ложементу, в зоні прямої видимості з відповідними реперними лазерними відбивачами, керовані лазерні трекери. Автоматизовано керовані: портал; свердильно-зенкувальний пристрій з функцією установки заклепок; пристрій для утворення замикаючої головки заклепки - обладнані відповідними датчиками їх переміщень. Складальний стенд містить також системний блок управління, виконаний, наприклад, на базі мікропроцесорної техніки і містить послідовно з'єднані: - блок введення математичної моделі панелі повітряного судна в системі координат XYZ (на підставі загальної математичної моделі повітряного судна в системі координат XYZ (будівельні осі повітряного судна)); - блок визначення масиву координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат XYZ; - блок перетворення координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат будівельних осей стенда $X^C Y^C Z^C$, при вибраному положенні місця розташування центру системи координат $X^C Y^C Z^C$ на складальному стенді, і приєднані до програмно-апаратний блока. До нього приєднані також: - блок введення даних розташування в складальному стенді чотирьох лазерних трекерів в системі координат $X^C Y^C Z^C$ - блок визначення масиву координат розташування в кутах

ложемента реперних лазерних відбивачів для кожної встановлюваної заклепки на обшивці панелі, через відповідні лазерні треки в системі координат $X^C Y^C Z^C$. До багатопозиційного виходу програмно-апаратного блока системного блока управління під'єднані: виконавчий пристрій переміщення порталу; виконавчий пристрій переміщення свердлильно-зенкувального пристрою з функцією установки заклепок; виконавчий пристрій переміщення пристрою для утворення замикаючої головки заклепки; лазерні треки; датчики переміщень відповідно порталу, свердлильно-зенкувальний пристрій з функцією установки заклепок, пристрій для утворення замикаючої головки заклепки; засіб візуалізації процесу постановки заклепок; блок введення програмних продуктів для здійснення постановки заклепок. Датчики переміщень порталу, свердлильно-зенкувальний пристрій з функцією установки заклепок, пристрій для утворення замикаючої головки заклепки виконані безконтактними. Керовані приводи переміщення: порталу; свердлильно-зенкувального пристрою з функцією установки заклепок на панелі; пристрій для утворення замикаючої головки заклепки; приводів перекидання панелі з ложементом виконані гідравлічного або електромеханічного типів.

Сукупність суттєвих ознак наведеної в розділі опису "Суть корисної моделі" дозволяє здійснити поворот ложементу разом із закріпленою на ньому панеллю з кривизною першого порядку по направляючих, що мають розрахункову геометрію. Це дасть можливість підводити пристрої призначених для установки заклепок на те місце на обшивці панелі, де необхідно її встановити, з особливою точністю і дає можливість реалізувати наведений технічний результат.

Заявлена корисна модель ілюстрована наступними графічними матеріалами:

на фігурі 1 приведена кінематична схема загального вигляду автоматизованого складального станда, в ізометричній аксонометрії;

на фігурі 2 наведено вигляд А (див. фіг. 1) в ізометричній аксонометрії;

на фігурі 3 приведена блок-схема системного блока управління автоматизованим стендом:

на фігурі 4 приведена розрахункова схема побудови геометрії профілю направляючої;
на фігурі 5 приведена кінематична схема загального вигляду автоматизованого складального станда, в ізометричній аксонометрії в початковий момент його роботи (попередня розстановка пристроїв складального станда);

на фігурі 6 зображена виноска І на фігурі 1.

Автоматизований складальний стенд 1 (див. фігури 1-6) містить портал 2, що складається з вертикальних стійок 3 і 4, верхньої балки 5 і нижньої балки 6, яка виконана рознімною з вертикальними стійками 3 і 4. Спочатку нижня балка 6 змонтована на основі стенда 1, на тимчасових стійках 7 і 8, окремо (див. фігуру 5). На верхній балці 5 розташовано свердильно-зенкувальний пристрій 9 з функцією установки заклепок. А на нижній балці 6 розташований пристрій 10 для утворення замикаючої головки заклепки.

У зоні складання розміщений ложемент 28, виконаний з можливістю закріплення на ньому панелі 11 і має цапфи 12, 13, 14, 15 циліндричної форми, розташовані по його кутах, осі яких співпадають відповідно з крайніми утворюючими поверхні обшивки панелі. На них закріплені, через шарніри виконаних у вигляді охоплюють навколо цапф втулок, верхні частини керованих приводів повороту 16, 17, 18, 19 панелі 11, а нижні їх частини закріплені на основі стенда 1, також через шарніри. На основі стенда 1 закріплені направляючі 20, 21, 22, 23, які кінематично пов'язані з відповідними циліндричними цапфами 12, 13, 14, 15 (з їх периферійними частинами) виконаними, наприклад, через підшипник кочення 53 (див. фіг. 6). Профілі направляючих 20, 21, 22, 23 мають вигляд монотонної кривої, описаної точкою, розташованою на осі цапфи ложемента 28, і отриманої шляхом обкатування контуру поверхні обшивки панелі повітряного судна по прямій. Наприклад, якщо контуром обшивки є частина кола (з радіусом R), то при її обкатуванні по прямій, наприклад прямою к-к. точка В (див. фіг. 4), що знаходиться на ній, описує траєкторію відповідно евольвенти (3). Траєкторію даної евольвенти розраховують відповідно до рівняння евольвенти, яка має вигляд (див. фіг. 4):

$$r_v = R / \cos \alpha_v$$

$$\text{inva}_v = \text{tga}_v - \alpha_v,$$

де:

r_y - радіус довільного кола з центром в т О;

α_v - кут між радіусом-вектором поточної точки на евольвенті і дотичній до неї в цій точці;

$\text{inv}\alpha_v$ - полярний кут поточної евольвенти;

Для панелі з обшивкою радіусом $R=2000$ мм і шириною рівною 1000 мм розрахункова довжина евольвенти як підйомна гілка, так і гілка, що опускається, рівні близько 285 мм.

У кожному кутку панелі розміщені реперні лазерні відбивачі 24, 25, 26, 27, наприклад, сферичний відбивач компанії FARO діаметром 22 мм.

На основі стенда 1 розміщені в районі кутів ложементу 28, в зоні прямої видимості з відповідними реперними лазерними відбивачами 24, 25, 26, 27, керовані лазерні трекари 29, 30, 31, 32, за які використовується, наприклад, FARO Laser Tracker Vantage (або інших марок з аналогічними експлуатаційними параметрами) в режимі ADM (Absolute Distance Measurement), що дозволяє відстежувати поворот ложементу 28 разом з панеллю 11 по засобу візуалізації 46, наприклад, з комп'ютерного монітора.

Керовані: портал 2; свердлильно-зенкувальний пристрій 9 з функцією установки заклепок; пристрій для утворення замикаючої головки заклепки 10 - обладнані (див. фіг. 4) датчиками їх переміщень, відповідно 33, 34, 35, за які, наприклад, використовується, наприклад, оптичні датчики відстаней фірми SICK AG, серії DS60, а також обладнані керованими виконавчими пристроями, відповідно 36, 37, 38 (див. фіг. 3).

До того ж для автоматизованого управління всіма пристроями стенда, що беруть участь в процесі складання каркасної панелі, стенд містить (див. фіг. 4) також системний блок управління 39, виконаний, наприклад, на базі мікропроцесорної техніки і містить послідовно з'єднані:

блок 40 введення математичної моделі панелі повітряного судна, призначеної для складання, в системі координат XYZ (на підставі загальної математичної моделі повітряного судна в системі координат будівельних осей повітряного судна XYZ);

блок 41 визначення масиву координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат XYZ;

блок 42 перетворення координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі з системи координат будівельних осей повітряного судна XYZ в систему координат будівельних осей стенда $X^C Y^C Z^C$, при вибраному положенні місця розташування центру системи координат $X^C Y^C Z^C$ на складальному стенді. При цьому останній блок приєднаний до програмно-апаратного блока 43, до якого, в свою чергу, приєднані:

блок 44 введення даних розташування в складальному стенді чотирьох лазерних трекерів в системі координат $X^C Y^C Z^C$;

блок 45 визначення масиву координат розташування в кутах панелі реперних лазерних відбивачів для кожної встановлюваної заклепки на обшивці панелі, через відповідні лазерні трекари в системі координат $X^C Y^C Z^C$.

До багатопозиційного виходу програмного апаратного блока 43 системного блока управління 39 під'єднані:

виконавчий пристрій 36 переміщення порталу 2;

виконавчий пристрій 37 переміщення свердлильно-зенкувальної головкою 9 з функцією установки заклепок;

виконавчий пристрій 38 переміщення пристрою для утворення замикаючої головки заклепки 10;

лазерні трекари 29, 30, 31, 32;

датчики переміщень 33, 34, 35 відповідно порталу 2, свердлильно-зенкувального пристрою 9 з функцією установки заклепок, пристрою для утворення замикаючої головки заклепки 10;

засіб візуалізації 46 процесу постановки заклепок, призначеного для використання оператором складання при постійному контролі й ручній корекції процесу в окремих екстремальних випадках;

блок введення 47 програмних продуктів для здійснення постановки заклепок;

виконавчі пристрої 51, 52, 53, 54 відповідних керованих приводів повороту 12, 13, 14, 15 панелі.

А до програмних продуктів можна віднести:

програму визначення масиву координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат XYZ;

програму перетворення координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат $X^C Y^C Z^C$, при вибраному положенні місця розташування центру системи координат $X^C Y^C Z^C$ на складальному стенді;

програму визначення масиву координат розташування в кутах панелі реперних лазерних відбивачів для кожної заклепки.

Функціонує наведений вище автоматизований стенд наступним чином, в кілька етапів.

Після проведеної підготовки автоматизованого стенду до процесу складання оператор включає системний блок управління 39. При цьому оператор за допомогою програмно-апаратного блока 43 подає сигнал на генерування керуючого впливу на відповідні елементи стенда, а саме:

спершу портал 2 переміщують по направляючих 52 складального стенда 1, за допомогою виконавчого пристрою 36 уздовж нього до стикування з нижньої балкою 6 і закріплюють її з вертикальними стійками 3, 4 порталу 2;

5 далі портал 2 переміщують по сигналу від програмно-апаратного блока 43 та датчика його переміщення 33, за допомогою виконавчого пристрою 36, до відповідного ряду встановлення заклепок;

по верхній балці 5 свердлильно-зенкувальний пристрій 9 з функцією установки заклепок переміщують по сигналу від програмно-апаратного блока 43, за допомогою виконавчого пристрою 37 та датчика його переміщення 34 до місця установки заклепки;

10 по нижній балці 6 пристрій 10 для утворення замикаючої головки заклепки переміщують по сигналу від програмно-апаратного блока 43, за допомогою виконавчого пристрою 38 та датчика його переміщення 35 до місця установки заклепки;

15 програмно-апаратний блок 43 корегує взаємне розташування свердлильно-зенкувального пристрою 9 з функцією установки заклепок та пристрій 10 для утворення замикаючої головки заклепки таким чином, щоб координати по осях X^C та Z^C співпадали і цю інформацію виводиться на засіб візуалізації 46 для оператора з метою корегування в разі помилки в їх розташуванні;

20 використовуючи керуючий вплив від системного блока управління 39 відповідно до робочої програми позиціонування і з урахуванням баз даних, закладених в програмно-апаратний блок 43, кожним з лазерних трекерів виробляють свій захват реперного лазерного відбивача (лазерний трекер 20 - реперний лазерний відбивач 24, лазерний трекер 21 - реперний лазерний відбивач 25, лазерний трекер 22 - реперний лазерний відбивач 26, лазерний трекер 23 - реперний лазерний відбивач 27);

25 за даними від системи орієнтації, лазерний трекер - реперний лазерний відбивач, за допомогою приводів повороту 16, 17, 18, 19 ложемент, що несе панель, переміщують цапфи ложементу 12, 13, 14, 15 по направляючих 20, 21, 22, 23 на запрограмовану величину таким чином, щоб нормаль до поверхні в місці постановки заклепки збігалася з віссю свердлильно-зенкувального пристрою 9 і пристрою 10 для утворення замикаючої головки.

30 після цього здійснюють постановку заклепки в даному місці (свердління отвору, його зенкування і установку заклепки - свердлильно-зенкувальним пристроєм 9 і отримання замикаючої головки заклепки пристроєм 10).

Аналогічно роблять постановку інших заклепок. Постійний контроль автоматизованого процесу складання панелі здійснюють через засоби візуалізації 46 і в разі виникнення нештатної ситуації, відхід від запрограмованого процесу складання, оператор має можливість втручатися в хід збирання.

35 Джерела інформації:

1. Технология сборки самолётов: Учебник для студентов авиационных специальностей вузов / В. И. Ершов, В. В. Павлов, М. Ф. Каширин, В. С. Кухорев. - М.: Машиностроение, 1986. - 456 с.

40 2. Публікація: WO 2017/025497.

3. Рашевский П.К. Курс дифференциальной геометрии. Изд. 3-е, перераб. - М-Л., ГИТТЛ, 1950.-428 с.

45 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

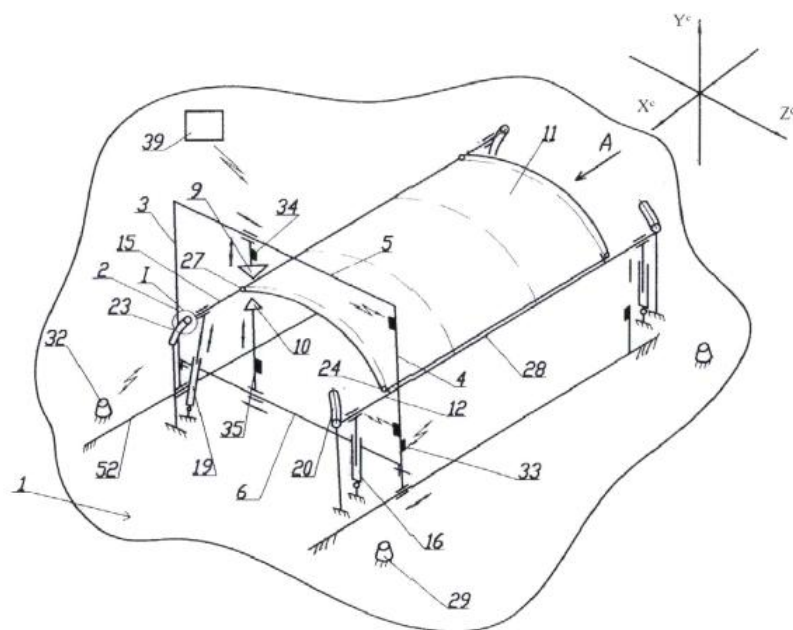
1. Автоматизований стенд для складання панелі повітряного судна, що містить ложемент із закріпленою на ньому обшивкою панелі, портал (2), що складається з вертикальних стійок (3) і (4), верхньої (5) і нижньої (6) балок, при цьому портал (2) виконаний з можливістю автоматизованого керованого переміщення уздовж стенда над панеллю, при цьому на верхній балці (5) розташовано свердлильно-зенкувальний пристрій з функцією установки заклепки (9) в підготовлений отвір, а на нижній балці (6) розташований пристрій (10) для утворення замикаючої головки заклепки,

50 згадані вище пристрої виконані з можливістю автоматизованого керованого позиціонованого переміщення відносно поверхні обшивки панелі по відповідних балках (5), (6) (поперек стенда), який відрізняється тим, що

55 нижня балка (6) виконана рознімною з вертикальними стійками (3), (4), а ложемент (28) має цапфи (12), (13), (14), (15), розташовані по його кутах,

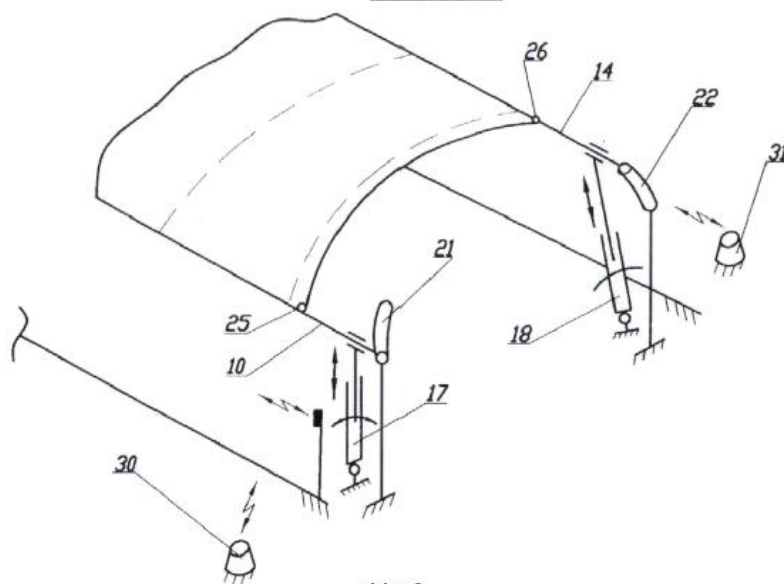
на кожній з виступаючих цапф (12), (13), (14), (15) закріплені верхні частини автоматизовано керованих приводів повороту (16), (17), (18), (19) панелі, через відповідні шарніри, а нижні їх частини закріплені на основі стенда (1), також через шарніри,

- на основі стенда також закріплені направляючі (20), (21), (22), (23), які мають кінематичний зв'язок з відповідними цапфами (12), (13), (14), (15) (з їх периферійними частинами), при цьому їх осі співпадають з відповідними крайніми утворюючими панелі, при цьому профілі направляючих (20), (21), (22), (23) мають вигляд монотонної кривої, описаної
- 5 точкою, розташованою на осі цапфи ложементу, і отриманої шляхом обкатування контуру поверхні обшивки панелі повітряного судна по прямій лінії, в кожному кутку панелі розміщені реперні лазерні відбивачі (24), (25), (26), (27), на основі стенда (1) розміщені в районі кутів ложементу (28), в зоні прямої видимості з відповідними реперними лазерними відбивачами (24), (25), (26), (27), керовані лазерні трекари
- 10 (29), (30), (31), (32), автоматизовано керовані: портал (2); свердлильно-зенкувальний пристрій (9) з функцією установки заклепок; пристрій для утворення замикаючої головки заклепки (10) - обладнаний відповідними датчиками їх переміщень (33), (34), (35), стенд містить також системний блок управління (39), виконаний, наприклад, на базі мікропроцесорної техніки, і містить послідовно з'єднані:
- 15 блок (40) введення математичної моделі панелі повітряного судна в системі координат XYZ (на підставі загальної математичної моделі повітряного судна в системі координат XYZ (будівельні осі повітряного судна)); блок (41) визначення масиву координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат XYZ;
- 20 блок (42) перетворення координат розташування, потрібних для постановки, заклепок на обшивці панелі в системі координат будівельних осей стенда $X^C Y^C Z^C$, при вибраному положенні місця розташування центру системи координат $X^C Y^C Z^C$ на складальному стенді, під'єднані до програмно-апаратного блоку (43), до якого приєднані:
- 25 блок (44) введення даних розташування в складальному стенді чотирьох лазерних трекерів в системі координат $X^C Y^C Z^C$; блок (45) визначення масиву координат розташування в кутах ложементу реперних лазерних відбивачів для кожної заклепки на обшивці панелі, через відповідні лазерні трекари в системі координат $X^C Y^C Z^C$,
- 30 а до багатопозиційного виходу програмно-апаратного блоку (43) системного блоку управління (39): виконавчий пристрій (36) переміщення порталу (2); виконавчий пристрій (37) переміщення свердлильно-зенкувального пристрою (9) з функцією установки заклепок;
- 35 виконавчий пристрій (39) переміщення пристрою для утворення замикаючої головки заклепки (10); лазерні трекари (29), (30), (31), (32); датчики переміщень (33), (34), (35) відповідно порталу (2), свердлильно-зенкувального пристрою (9) з функцією установки заклепок, пристрою для утворення замикаючої головки заклепки (10);
- 40 засіб візуалізації (46) процесу постановки заклепок; блок введення (47) програмних продуктів для здійснення постановки заклепок.
2. Автоматизований стенд за п. 1, який **відрізняється** тим, що датчики переміщень (33), (34), (35) порталу (2), свердлильно-зенкувального пристрою (9) з функцією установки заклепок,
- 45 пристрою для утворення замикаючої головки заклепки (10) виконані безконтактними.
3. Автоматизований стенд за п. 1, який **відрізняється** тим, що керовані приводи переміщення: порталу (2); свердлильно-зенкувального пристрою (9) з функцією установки заклепок на панелі (11); пристрою для утворення замикаючої головки заклепки (10); приводів повороту (16), (17), (18), (19) панелі з ложементом - виконані гідравлічного або електромеханічного типів.

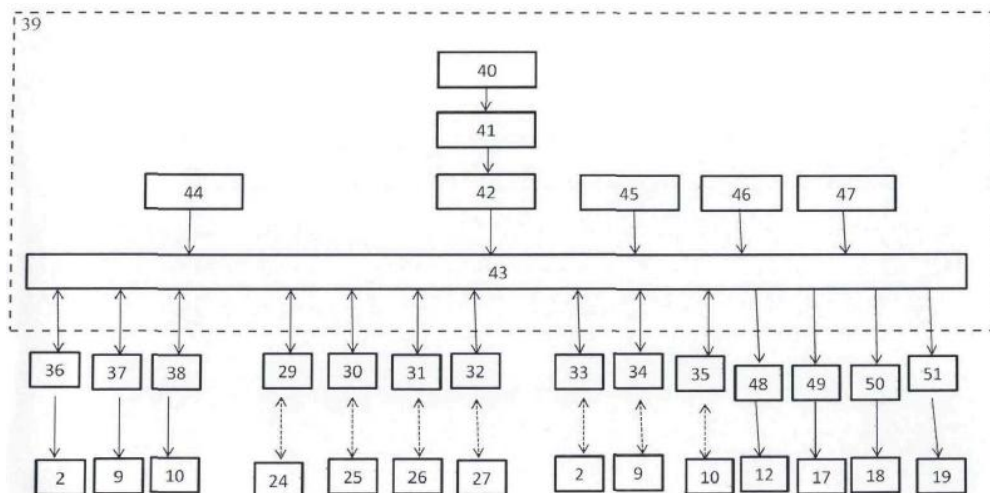


Фиг. 1

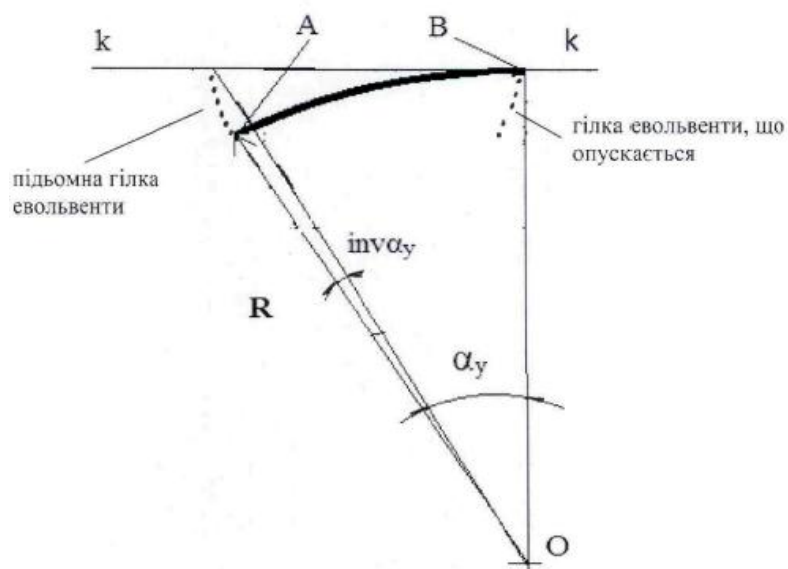
Вид А



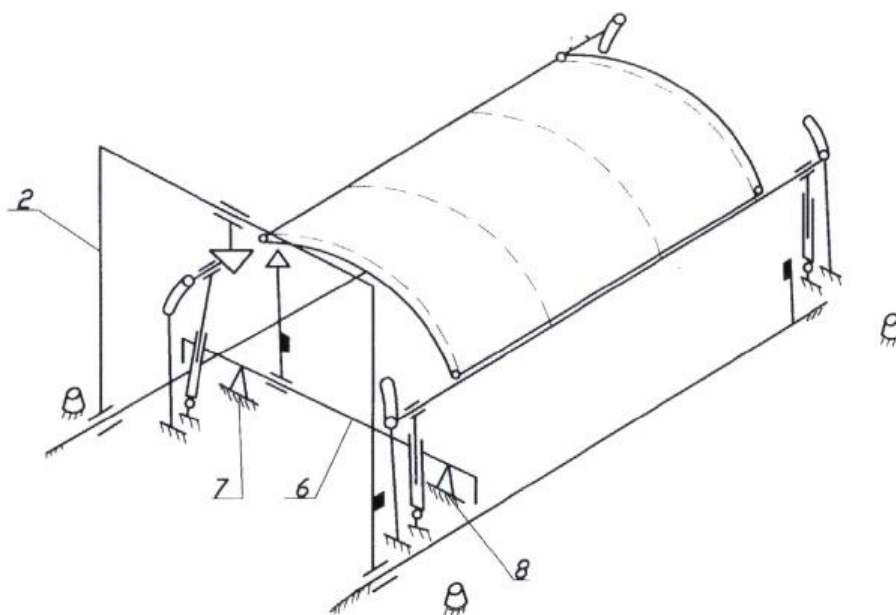
Фиг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4



Фіг. 5

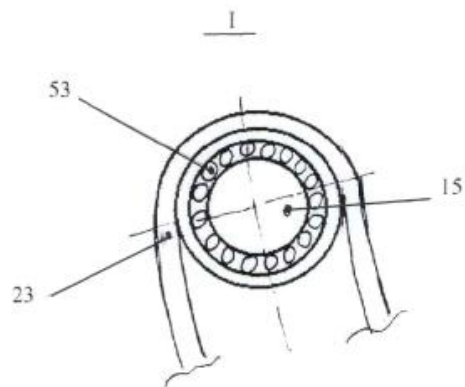


Fig. 6

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601