



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 01132**

(22) Data de depozit: **21/12/2018**

(41) Data publicării cererii:

30/06/2020

BOPI nr. 6/2020

(71) Solicitant:

• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000 IHP -
FILIALA INSTITUTUL DE CERCETĂRI,
PENTRU HIDRAULICĂ ȘI PNEUMATICĂ,
STR. CUȚITUL DE ARGINT NR.14,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• POPESCU TEODOR COSTINEL,
STR. ALMAȘU MIC NR.14, BL. B 20, SC.3,
AP.24, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• DUMITRESCU IONAȘ CĂTĂLIN,
STR. RÂUL DOAMNEI NR. 1, BL. M1, SC. A,
ET. 3, AP. 22, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;
• RĂDOI RADU IULIAN, ȘOS. SĂLAJ
NR. 136, BL. 49, SC. 1, ET. 3, AP. 9,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO

(54) STAND CU VAD DE APĂ BASCULANT PENTRU TESTAREA MICROTURBINELOR HIDRAULICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un stand cu vad de apă basculant pentru testarea microturbinelor hidraulice. Standul, conform invenției, este format dintr-un rezervor (1) de apă, un modul (2) de pompare cu debit regabil, care aspiră de la partea inferioară a rezervorului și refulează la capătul din stânga al unui vad (3) de apă cu secțiune constantă, montat la partea superioară a rezervorului (1), prevăzut, la capătul opus alimentării sale cu apă, cu un dispozitiv (4) de simulare a sarcinii, cu posibilitatea de basculare reglabilă, cu maxim 9°, spre dreapta față de poziția orizontală, în jurul unui ax (5) cu două lagăre și două distanțiere (10), atunci când se acționează manual un mecanism (8) șurub-piuliță, care deplasează o traversă (7) de ridicare, montată la partea superioară a capătului din dreapta al vadului, față de o traversă (6) de ridicare, montată la partea superioară a capătului din dreapta al rezervorului (1) de apă, ambele traverse (6 și 7) fiind prevăzute cu câte două lagăre fiecare, axul (5) de basculare al vadului (3) și cele două traverse (6 și 7) fiind asigurate la capete, contra desprinderii din lagăre, prin câte două șuruburi (11) și două piulițe (12), standul mai conține un alt mecanism (9) șurub-piuliță, care acționează o stavilă plană, care reglează nivelul apei amonte de ea, în vad (3), standul mai putând regla fin atât debitul de probare, prin reglarea succesivă a nivelului și a unghiului de

basculare al vadului (3) și debitului modulului (2), cât și sarcina cu care se încarcă turbina probată, prin reglarea unui drosel (4.7) cu ac, montat pe conducta de refulare a pompei cu roți dințate a dispozitivului (4), antrenată printr-o transmisie (4.3) cu curea dințată, de rotorul turbinei.

Revendicări: 3

Figuri: 5

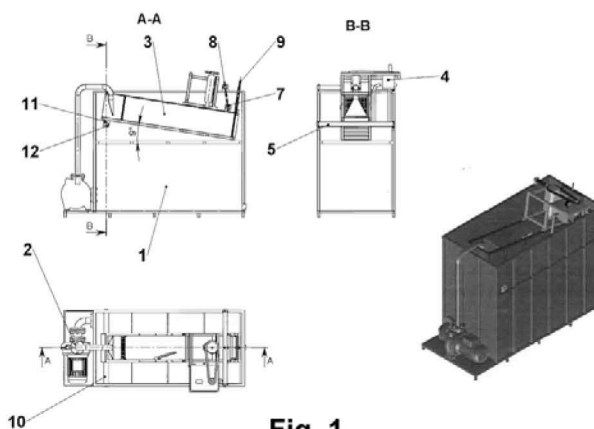


Fig. 1



Stand cu vad de apă basculant pentru testarea microturbinelor hidraulice

Invenția se referă la un stand, de gabarit mic, utilizat la testarea experimentală a modelelor la scară, cu dimensiuni și mase reduse, ale rotoarelor de turbine hidraulice axiale, cu ax vertical sau orizontal. Standul este destinat activității de cercetare experimentală din laboratoarele universităților și institutelor, cu preocupări în domeniul cercetării hidroagregatelor energetice.

Sunt cunoscute mai multe tipuri de standuri pentru încercarea rotoarelor de turbine hidraulice. Acestea prezintă, de regulă, următoarele dezavantaje:

- au un gabarit relativ mare, fie pe direcție orizontală, în cazul utilizării energiei cinetice a unui volum de apă pompat într-un tunel orizontal, de secțiune constantă, fie pe direcție verticală, în cazul utilizării energiei potențiale a aceluiași volum de apă, ridicat prin pompare la o anumită cotă;
- în cazul standurilor care funcționează pe principiul energiei cinetice a unui volum de apă, categorie din care face parte și standul conform invenției, reglajul debitului de apă pe un interval de variație se realizează fie grosier, cu costuri mici (cu vană sau cu o singură pompă mare, cu debit reglabil), fie mai fin, cu costuri mai mari (cu mai multe pompe mici, cu debit reglabil, cuplate în paralel);
- pentru încărcarea rotorului probat cu moment rezistent variabil standurile de încercare a rotoarelor de turbine hidraulice conțin dispozitive scumpe de simulare a sarcinii, de tipul frânelor cu pulberi magnetice, frânelor hidraulice, frânelor mecanice. Reglajul fin pe un interval larg de variație a sarcinii se realizează, de regulă, prin împărțirea intervalului în subintervale și utilizarea succesivă a mai multor frâne.

Standul cu vad de apă basculant, conform invenției, promovează o soluție mai simplă și ieftină de reglaj fin al debitului, care se realizează în trei pași succesivi, respectiv: reglarea nivelului de apă în vadul poziționat inițial orizontal, prin reglarea deschiderii unei stavile plane amplasate la ieșirea din vad, la valoarea impusă de gabaritul turbinei testate, vadul fiind alimentat, pe capătul său de intrare, cu debitul minim al unei singure pompe centrifuge reglabile; reglarea unghiului de înclinare a vadului de apă, funcție de viteza apei la care se testează turbina; reglarea debitului pompei centrifuge, de la debitul minim spre debitul maxim, în vederea menținerii aceluiași nivel în vad, indiferent de variația înclinării sale în intervalul $0^\circ \dots 9^\circ$.

Standul cu vad de apă basculant, conform invenției, promovează o soluție mai simplă și ieftină de reglaj fin al sarcinii de încărcare al rotorului de turbină probat. Ea constă în utilizarea unei pompe cu roți dințate, care este antrenată de turbina probată și are montat pe conducta de refulare un drosel reglabil cu ac, capabil să varieze fin secțiunea sa de deschidere.

Față de aceste modele de standuri pentru încercarea rotoarelor de turbine hidraulice, soluția propusă prezintă următoarele avantaje:

- oferă posibilitatea de testare pe același mijloc de probare atât a modelelor de rotoare de turbine hidraulice cu ax vertical, cât și a celor cu ax orizontal;
- are gabarit redus, ceea ce-i permite montarea și funcționarea în spații restrânse;
- promovează soluții simple de reglaj fin pentru debitul de probare al turbinelor hidraulice și pentru sarcina de încărcare a acestora.

Standul, conform invenției, admite următoarele constrângeri:

- în cazul testării rotoarelor de turbine hidraulice cu ax orizontal trebuie aduse mici modificări constructive dispozitivului de simulare a sarcinii;

- pentru reglajul debitului se admite o abatere a nivelului apei în vad de $\pm 5\%$, la poziționarea înclinată a vadului față de poziționarea sa orizontală. Deoarece reglajul unghiului de înclinare al vadului de apă este mai precis decât reglajul debitului pompei, debitul real de probare este dat de viteza și nivelul apei măsurate în vad cu traductoare.

În cele ce urmează se dă un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...5, care reprezintă:

- **fig.1**- desen de ansamblu-montaj al standului; vedere izometrică stand;
- **fig.2**- desen de ansamblu-montaj al rezervorului de apă; vedere izometrică rezervor;
- **fig.3**- desen de ansamblu-montaj al modulului de pompare; vedere izometrică modul;
- **fig.4**- desen de ansamblu-montaj al vadului de apă; vedere izometrică vad;
- **fig.5**- desen de ansamblu-montaj al dispozitivului de simulare a sarcinii; vedere izometrică dispozitiv.

Standul de testare microturbine hidraulice cu vad de apă basculant, conform invenției, este format dintr-un rezervor de apă 1, un modul de pompare cu debit reglabil 2, care aspiră de la partea inferioară a rezervorului și refulează la capătul din stânga al unui vad de apă cu secțiune constantă 3, sub formă de jgheab, montat la partea superioară a rezervorului, vadul de apă fiind prevăzut, la capătul opus alimentării sale cu apă, cu un dispozitiv de simulare a sarcinii 4, și având posibilitatea de basculare reglabilă, cu maxim 9° , spre dreapta față de poziția orizontală, în jurul unui ax 5, prevăzut cu două lagăre și două distanțiere 10, atunci când se acționează manual un mecanism șurub-piuliță 8, care deplasează traversa de ridicare 7, montată la partea superioară a capătului din dreapta al vadului, față de traversa de ridicare 6, montată la partea superioară a capătului din dreapta al rezervorului de apă, ambele traverse fiind prevăzute cu câte două lagăre fiecare. Axul de basculare al vadului 5 și cele două traverse de ridicare 6 și 7 sunt asigurate la capete, contra desprinderii din lagăre, prin câte două șuruburi 11 și două piulițe 12 fiecare, iar standul mai conține și un alt mecanism șurub-piuliță 9, care acționează o stavilă plană, ce reglează nivelul apei amonte de ea, în vadul 3.

Rezervorul de apă 1, construit din bucăți de tablă de inox, sudate pe o structură de rezistență din profile metalice 1.1, este prevăzut la partea superioară, la aproximativ jumătate din înălțimea sa, cu un capac format din patru plăci de tablă, din care trei întregi, 1.4 și una găurită, 1.5. Rezervorul este prevăzut cu patru suporti pentru lagăre, 1.2, din care două, pentru axul de basculare al vadului, sunt poziționate în partea stângă deasupra capacului, iar celelalte două, pentru traversa de ridicare a vadului, sunt poziționate în partea dreaptă. În partea stângă, aproape de fundul rezervorului, este poziționată flanșa de aspirație a modulului de pompare.

Modulul de pompare 2 este format dintr-o electropompă 2.1, cu debit reglabil prin variația frecvenței curentului de alimentare al motorului electric de antrenare, prevăzută pe conducta de aspirație cu un racord antivibrații 2.2, un racord cu flanșă 2.5, șuruburi 2.6 și piulițe 2.7, iar conducta de refulare 2.4 conține două cote sudate și un difuzor de curgere a apei (nepoziționat) în vad. Talpa pompei este fixată pe un postament, prin intermediul a două amortizoare de vibrații 2.3 și a patru șuruburi 2.6.

Vadul de apă 3 conține un cadru basculant 3.1, pe care se sudează un jgheab de apă 3.2, de formă paralelipipedică și format din bucăți de tablă de inox, care este închis frontal, în partea stângă, cu o placă 3.4, iar la capătul opus cu o stavilă plană 3.7, pentru reglarea nivelului de apă în jgheab. Vadul mai este prevăzut cu patru lagăre 3.3, două montate în partea stângă-jos și două montate în partea dreaptă-sus, un ecran perforat din tablă de inox pentru liniștirea curgerii 3.5, montat transversal, cu două patine 3.6, în interiorul jgheabului și o clapetă 3.8 de deviere a cursului spre turbina probată, prevăzută cu o pârghie de reglare a unghiului 3.9, cu găuri transversale străpunse, ce poate fi blocată pe poziția dorită cu ajutorul unui șurub 3.10 și a unei piulițe fluture 3.11.



Dispozitivul de simulare a sarcinii **4** este format dintr-un suport **4.1**, pe care se montează turbina ce urmează a fi testată, axul turbinei fiind introdus în lagărul **4.2**, prevăzut la partea inferioară cu o flanșă de prindere a rotorului turbinei, iar la partea superioară cu o roată de diametru mare pentru o transmisie cu curea dințată **4.3**, cu raport de transmisie 10:1, între axul turbinei și axul unei pompe cu roți dințate (nepoziționată), care aspiră și refulează din /în rezervorul de apă, atunci când este antrenată de turbina probată, prin intermediul transmisiei cu curea dințată, sarcina pompei fiind realizată prin strângerea unui drosel reglabil cu ac (rezistență hidraulică) **4.7**, montat pe conducta de refulare a pompei cu roți dințate, iar presiunea creată de sarcină fiind citită pe un manometru (nepoziționat). Dispozitivul de simulare a sarcinii se fixează patru șuruburi **4.5**

și patru piulițe **4.6** de marginea superioară a vadului de apă **3**, pe care este sudat un cornier cu găuri străpunse pentru șuruburi.

Funcționarea standului și modul de realizare a încercărilor:

Înainte de pornirea standului se fac următoarele operațiuni pregătitoare:

- se poziționează orizontal vadul de apă **3**, prin acționarea mecanismului șurub-piuliță **8-9** și se deschide total stavila plană **3.7**;
 - se montează rotorul turbinei hidraulice de probat în lagărul și flanșa dispozitivului de simulare a sarcinii **4**;
 - se fixează dispozitivul de simulare a sarcinii **4** pe rama vadului de apă **3**, cu cele patru șuruburi **4.5** și patru piulițe **4.6**;
 - funcție de tipul turbinei probate (rotor Pelton, sau rotor de turbină cu reglaj de deschidere a palei aparatului director) se deviază cursul vadului de apă **3**, prin poziționarea adecvată a clapetei **3.8**, urmată de fixarea ei pe poziție cu șurubul **3.10** și piulița fluture **3.11**;
 - se umple rezervorul cu apă curată și filtrată de la rețea, cu un volum egal cu $\frac{3}{4}$ din volumul maxim, delimitat de pereții laterali, fund și capac;
 - se pornește și se aerisește pompa prin deșurubarea/strângerea bușonului de aerisire.
- După pornire pompa centrifugă a electropompei **2.1** funcționează în circuit închis, respectiv ea aspiră din rezervorul **1**, prin racordul cu flanșă **2.5**, refulează în vadul de apă cu suprafață liberă **3**, prin difuzorul de curgere, apoi volumul de apă "curge" prin vad, trece pe sub stavilă, se scurge pe capacul rezervorului și ajunge în rezervor,*
- se verifică reglajul debitului pompei centrifuge cu ajutorul convertizorului de frecvență, în domeniul 20 Hz, corespunzător debitului minim și 50 Hz, corespunzător debitului maxim;
 - se verifică reglarea ușoară, fără înțepeniri, a unghiului de înclinare al vadului de apă **3**, prin acționarea mecanismului șurub-piuliță **8-9**.

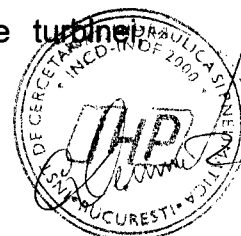
Determinarea caracteristicilor funcționale ale modelelor de rotoare de turbine hidraulice:

Pentru realizarea încercărilor standul se echipează cu trei traductoare (nepoziționate): unul de turație, care măsoară turația în axul turbinei testate, unul de viteză și unul de nivel, care măsoară viteza / nivelul apei în vad.

Debitul de probare se măsoară indirect prin intermediul traductoarelor de viteză și de nivel. El se exprimă cu relația: $Q_p = v \cdot S = v \cdot l \cdot h$, în care Q_p este debitul de probare [m^3/s]; v este viteza apei în vad [m/s]; S este secțiunea de curgere a apei în vad [m^2];

Sarcina cu care se încarcă turbina testată se măsoară indirect cu ajutorul manometrului (nepoziționat) de pe dispozitivul de simulare a sarcinii **4**. Ea se exprimă prin relația: $M_r = p \cdot c$, în care M_r este momentul (cuplul) rezistent cu care dispozitivul încarcă turbina probată [Nm]; p este presiunea pe conducta de refulare a pompei dințate a dispozitivului, citită pe manometru și reglată din droselul cu ac **4.7** [$10^5 \cdot bar$]; c este capacitatea pompei cu roți dințate a dispozitivului [$10^{-6} \cdot cm^3/rot$].

Se pot determina pe stand două caracteristici experimentale ale turbinei respectiv:



1) *Caracteristica $n=f(Q)$ la $M_r=const.$, respectiv turația la axul rotorului funcție de debit la sarcină constantă. Se menține sarcina constantă, se variază debitul în vadul de apă și se măsoară turația la axul turbinei;*

2) *Caracteristica $n=f(M_r)$ la $Q=const.$, respectiv turație funcție de sarcină la debit constant. Se menține în vad debitul constant, se variază sarcina în axul turbinei și se măsoară turația la axul turbinei.*

Variația debitului, în cadrul determinării primei caracteristici, se realizează în doi pași, respectiv:

- stabilirea unui nivel al apei în amonte de stavila **3.7** la valoarea minimă a debitului grupului de pompare **2** și pentru poziția orizontală a vadului **3**;
- menținerea nivelului prestabilit, la poziționarea orizontală a vadului, pentru poziționarea înclinată a acestuia. *În acest sens bascularea vadului cu un unghi cuprins în intervalul $1...9^\circ$ va fi urmată de creșterea debitului grupului de pompare în intervalul $Q_{min}... Q_{max}$, prin variația frecvenței de alimentare a motorului electric în intervalul $20...50$ Hz;*

Prin reglajul unghiului de înclinare al vadului, cu pasul de 1° , în intervalele $0^\circ...9^\circ$ și $9^\circ...0^\circ$, urmat de reglajul debitului pompei centrifuge astfel încât nivelul apei în vad să rămână constant (cu toleranță de $\pm 5\%$), se pot obține 18 valori distincte ale debitului de probare a turbinei.

Variația sarcinii, în cadrul celei de-a doua caracteristici, se realizează prin acționarea droselului cu ac **4.7** al dispozitivului de simulare a sarcinii **4**. Droselul cu ac are o caracteristică fină de reglaj (presiunea pe refularea pompei cu roți dințate funcție de deschiderea droselului) care-i permite dispozitivului de simulare a sarcinii să realizeze un reglaj fin al sarcinii de încărcare a turbinei probate.



Revendicări

1. Stand de testare microturbine hidraulice cu vad de apă basculant, format dintr-un rezervor de apă (1), un modul de pompare cu debit reglabil (2), care aspiră de la partea inferioară a rezervorului și refulează la capătul din stânga al unui vad de apă cu secțiune constantă (3), sub formă de jgheab, montat la partea superioară a rezervorului, **caracterizat prin aceea că** vadul de apă este prevăzut, la capătul opus alimentării sale cu apă, cu un dispozitiv de simulare a sarcinii (4), și are posibilitatea de basculare reglabilă, cu maxim 9° , spre dreapta față de poziția orizontală, în jurul unui ax (5), prevăzut cu două lagăre și două distanțiere (10), atunci când se acționează manual un mecanism șurub-piuliță (8), care distanțează traversa de ridicare (7), montată la partea superioară a capătului din dreapta al vadului, față de traversa de ridicare (6), montată la partea superioară a capătului din dreapta al rezervorului de apă, ambele traverse fiind prevăzute cu câte două lagăre fiecare, iar axul de basculare (5) și cele două traverse de ridicare (6), (7) sunt asigurate la capete, contra desprinderii din lagăre, prin câte două șuruburi (11) și două piulițe (12) fiecare și standul mai conține un al doilea mecanism șurub-piuliță 9, care acționează o stavilă plană, care reglează nivelul apei amonte de ea, în vadul 3.

2. Stand de testare microturbine hidraulice cu vad de apă basculant, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** poate dirija cursul apei, dacă este cazul, spre jumătate din diametrul rotorului probat, prin intermediul unei clapete (3.8) de deviere a cursului, prevăzută cu o pârghie de reglare a unghiului (3.9), cu găuri transversale străpunse, ce poate fi blocată pe poziția dorită cu ajutorul unui șurub (3.10) și a unei piulițe fluture (3.11) și este capabil să realizeze un reglaj fin al debitului, pornind de la debitul minim, Q_{\min} , spre debitul maxim, Q_{\max} , al modulului de pompare (2), prin stabilirea unui nivel necesar testării turbinei, în poziție orizontală a vadului (3) și la Q_{\min} al modulului de pompare (2), funcție de gabaritul acesteia, cu ajutorul unei stavile plane (3.7), montată la capătul de ieșire al apei din vadul (3), prin acționarea manuală a mecanismului șurub-piuliță (9), urmată de bascularea vadului de apă, prin acționarea unui alt mecanism șurub-piuliță (8) și de mărirea debitului modulului de pompare, astfel încât nivelul apei în vad să rămână constant, cu o toleranță de $\pm 5\%$, în poziția înclinată, față de poziție orizontală.

3. Stand de testare microturbine hidraulice cu vad de apă basculant, conform revendicărilor 1 și 2 **caracterizat prin aceea că** poate încărca rotorul turbinei probate cu o sarcină reglabilă, prin acționarea unui drosel reglabil cu ac (4.7), cu caracteristică fină de reglaj și montat pe conducta de refulare a unei pompe cu roți dințate, care se utilizează ca dispozitiv de simulare a sarcinii (4) și care aspiră/refulează din/în rezervorul de apă (1), atunci când este antrenată de turbina probată, cu axul introdus în lagărul (4.2) al dispozitivului, prin intermediul unei transmisii cu curea dințată (4.3), cu raport de transmisie 10:1, realizată între axul turbinei probate și axul pompei cu roți dințate a dispozitivului.

6

Desene

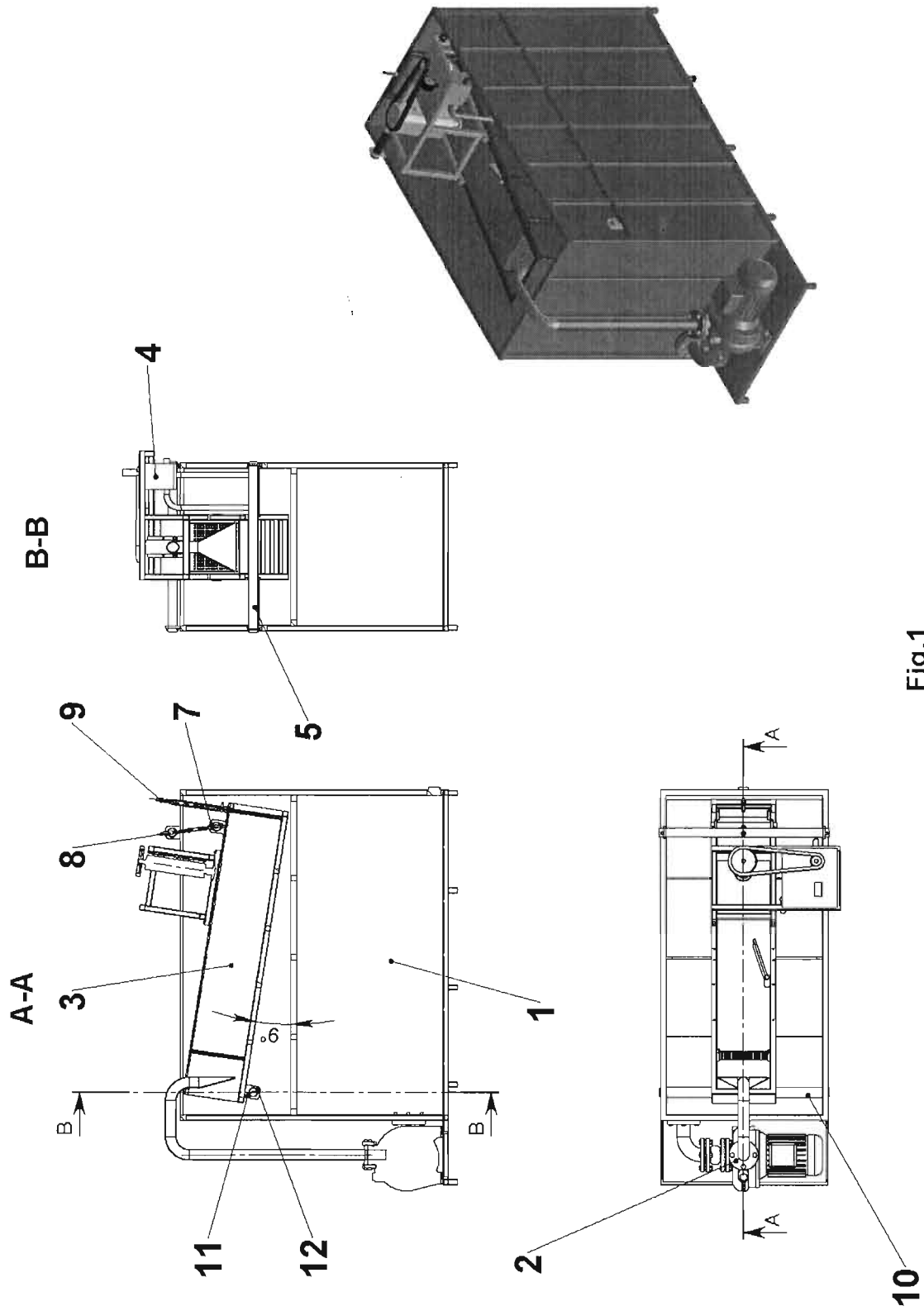


Fig.1

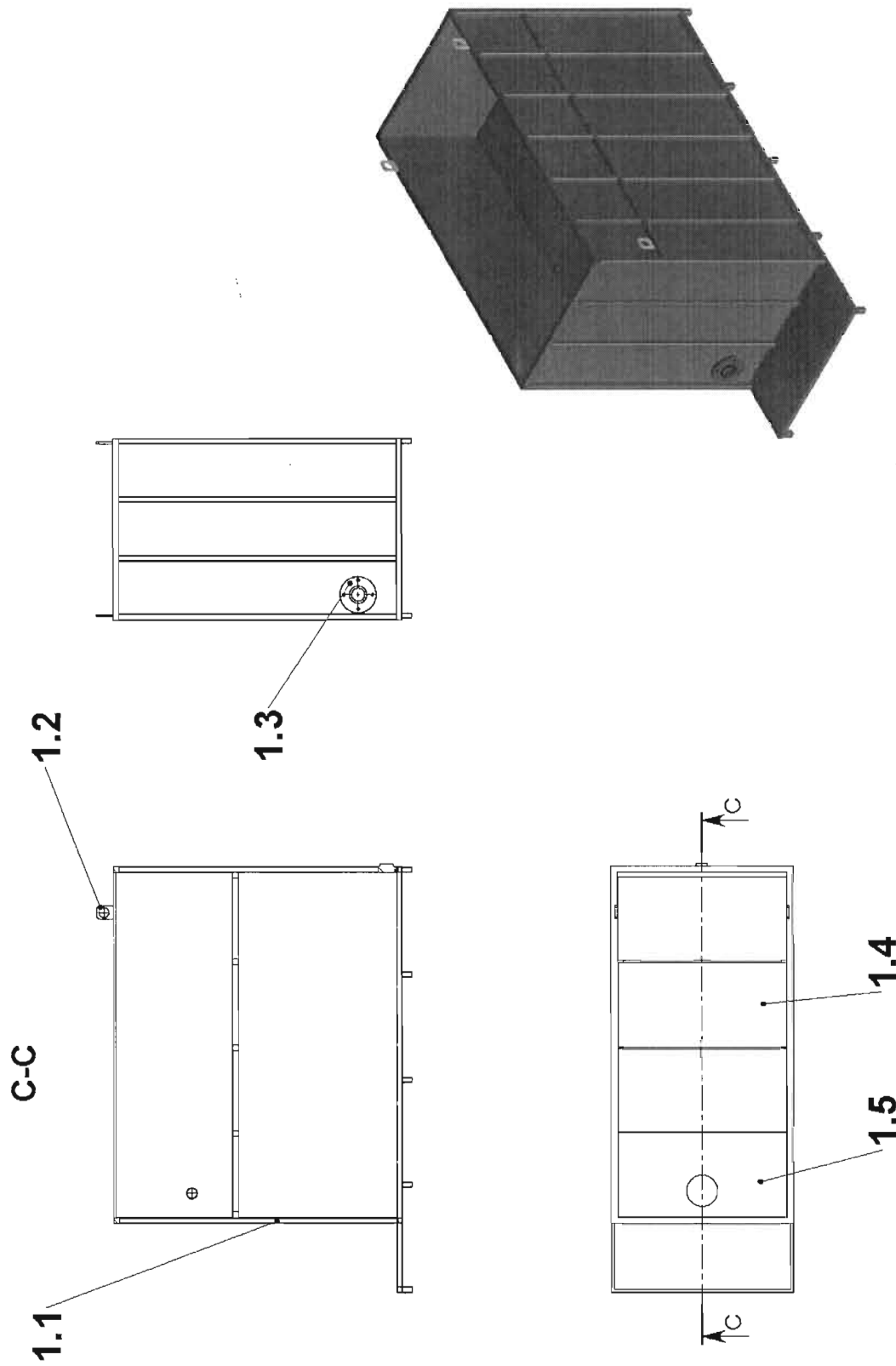


Fig.2

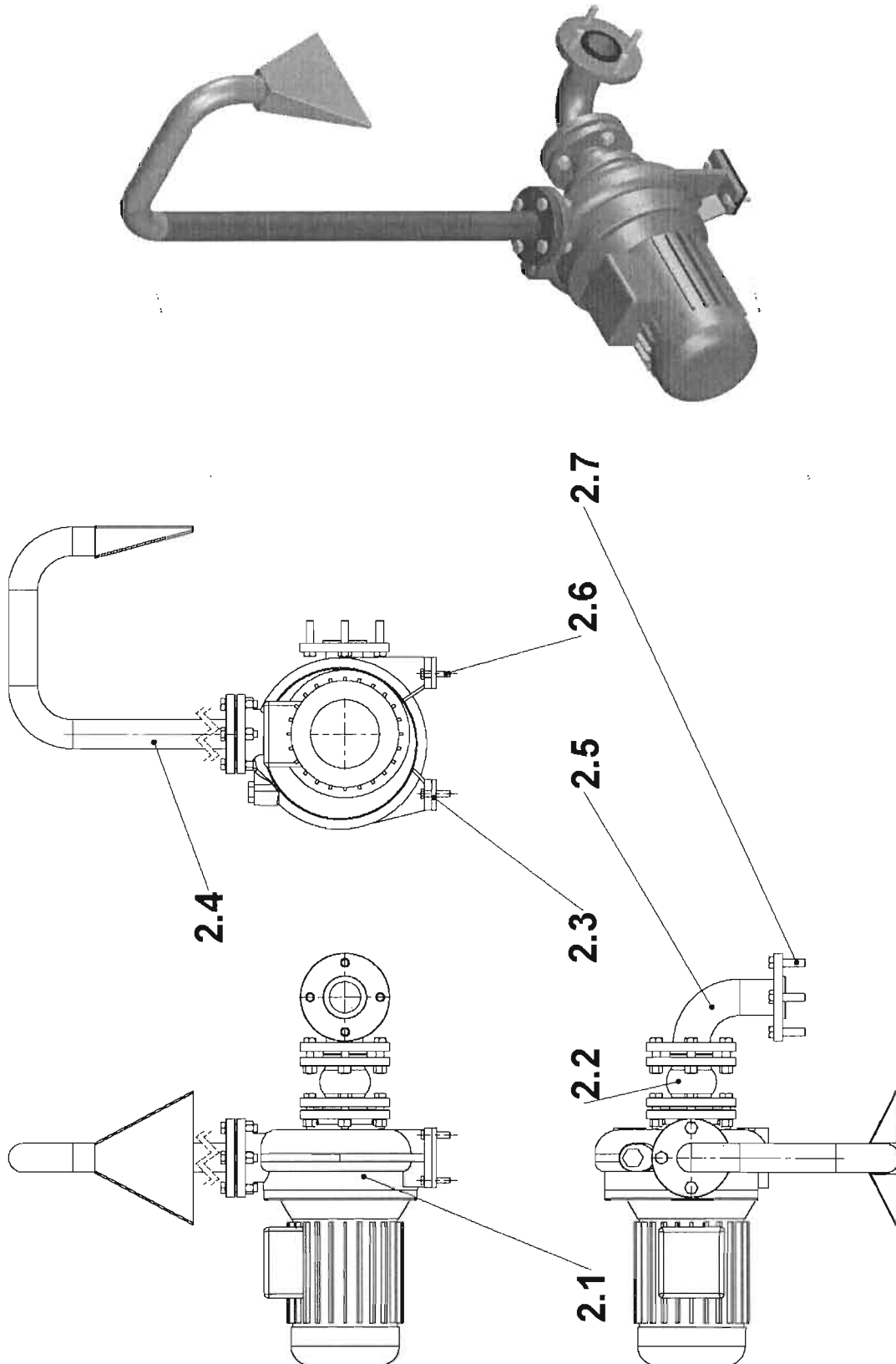


Fig.3

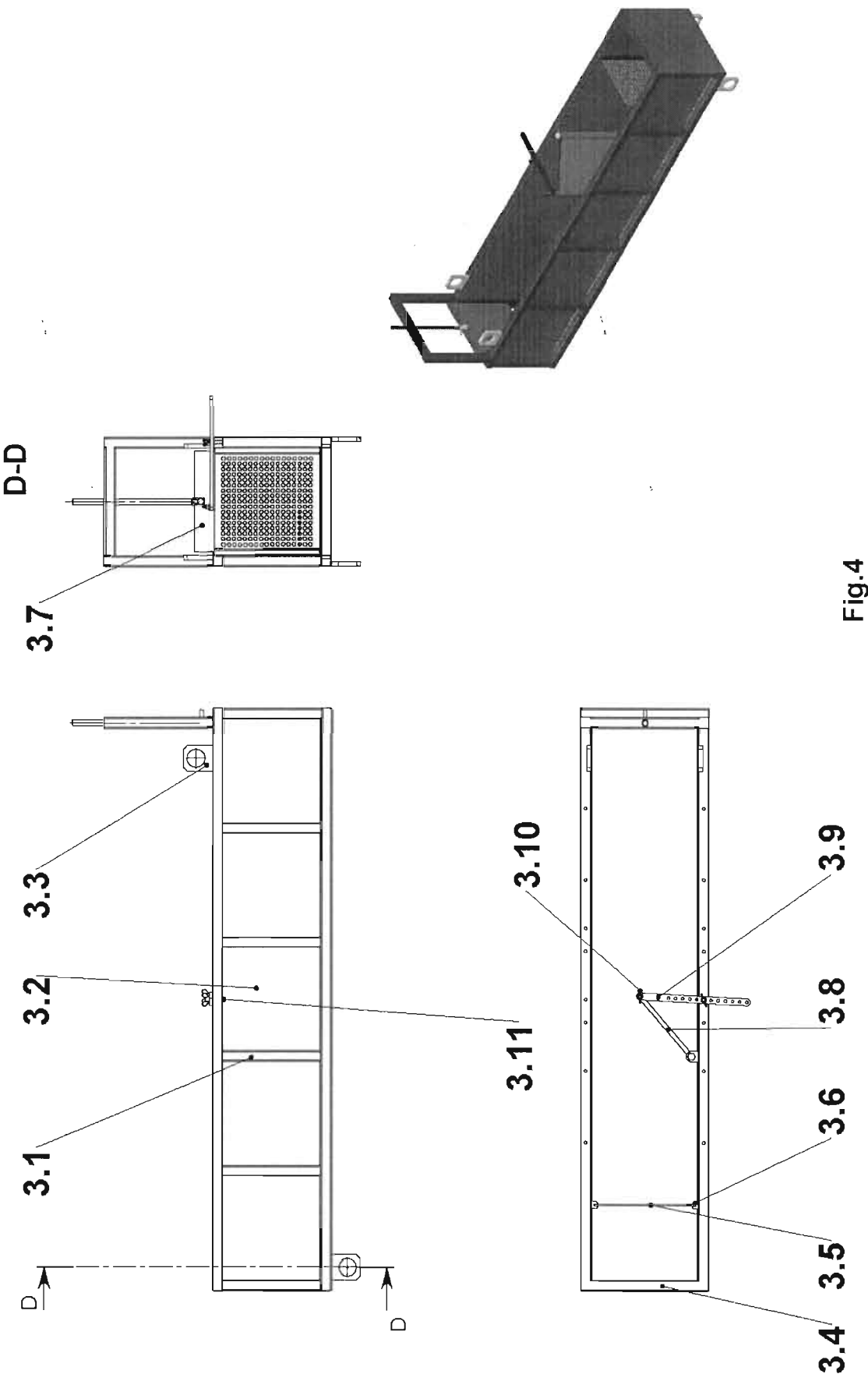


Fig.4



