

TEZĂ DE DOCTORAT

Conducător științific:
PROF. DR. ING. HEPUȚ TEODOR

Doctorand:
ING. BIRTOK BĂNEASĂ CORNELIU

HUNEDOARA
2019

TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA MATERIALELOR AVANSATE ÎN OPTIMIZAREA PROCESULUI DE ADMISIE A MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ

**Conducător științific:
PROF. DR. ING. HEPUȚ TEODOR**

**Doctorand:
ING. BIRTOK BĂNEASĂ CORNELIU**

**HUNEDOARA
2019**

PREFAȚĂ

În prezent, companiile specializate din industria auto, produc modele performante la intervale relativ scurte de timp. Acest fapt se datorează evoluției tehnologiei, cerințelor respectiv concurenței pe această piață. Modelele noi introduse, trebuie să se diferențieze de cele precedente atât prin performanțe, siguranță în exploatare, design exterior cât și interior etc. Producția din acest segment presupune un volum considerabil de materii prime și materiale respectiv tehnologii de fabricare inovative.

Industria auto este una dintre cele mai mari consumatoare de materii prime și materiale din economie. Utilizează produse obținute din aproape toate industriile: metalurgie, chimie, electronică, petrochimică, textile etc. Progresul tehnic, concurența din acest domeniu și exigențele impuse autovehiculelor necesită cunoașterea proprietăților materialelor, dezvoltarea de noi materiale și tehnologii de prelucrare. Alegerea optimă a materialelor se stabilește în funcție de reglementările în vigoare, condițiile de utilizare, procesele de prelucrare, solicitările la care sunt supuse, arhitectură și de cost.

În contextul dezvoltării durabile a unor resurse sustenabile de materii prime, precum și a problemelor de mediu cauzate de materialele utilizate în mod curent producători de automobile sunt mereu în căutarea unor noi materiale, metalice sau nemetalice, în special materiale compozite, cu impact redus asupra mediului. De asemenea, se pune accent și pe economia circulară, se încearcă găsirea de soluții care să utilizeze deșeurile rezultate în urma altor procese de fabricație respectiv, componentele să fie ușor reciclabile și biodegradabile.

O importanță deosebită, se acordă reducerii consumului de combustibil și a emisiilor motoarelor cu ardere internă cu impact asupra factorilor de mediu.

Cercetările efectuate au fost orientate spre eficientizarea procesului de admisie a motoarelor cu ardere internă prin utilizarea filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice. S-a experimentat implementarea conceptelor proprii și anume: filtre de aer supraaspirante – diverse tipuri constructive: cilindrice, cilindrice cu difuzor intern, cilindrice cu radiatoare de răcire, cu captator extern de absorbție, directe, inversate (Brevet de invenție nr.125034/30.07.2013), supraliforme, supraaspirant (Brevet de invenție nr.126019/28.12.2012) și supraaspirant YXV, sistemul dinamic de transfer al aerului (Model de Utilitate nr.RO 2009 00028) și deflectorul termic integrat (Model de Utilitate nr.RO 2010 00026) realizate din materiale metalice, compozite, mase plastice etc.

S-au obținut rezultate notabile prin utilizarea filtrelor supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice în ceea ce privește efectul de captare și inversare a fluxului de aer, diminuarea rezistențelor gazodinamice, creșterea vitezei de curgere și transfer al aerului respectiv reducerea pierderilor termice. Materialele metalice sau compozite utilizate în construcția elementelor componente ale conceptelor menționate, permit realizarea unor forme geometrice eficiente cu consecințe pozitive asupra circulației aerului pe traseul de admisie a motoarelor cu ardere internă.

Cercetările s-au orientat și spre analiza fenomenului de dispersie a fluxului de căldură, din compartimentul motor asupra sistemului de admisie al motorizărilor din componența autoturismelor respectiv ale autoturismelor destinate competiției de drift.

Au fost realizate o serie de studii experimentale în condiții de laborator pe standuri concepute special de către autor și simulări privind influența coeficientului de transfer

termic a materialului galeriei de admisie asupra proceselor termodinamice în motoarele cu ardere internă.

Teza de doctorat, reprezintă rezultatele activității de studiu și de cercetare efectuate în cadrul Facultății de Inginerie Hunedoara – Universitatea Politehnica Timișoara, a numeroaselor participări în saloane de inventică naționale și internaționale (Geneva, Bruxelles, Moscova, Kuwait etc.), a implementării în practică a brevetelor de invenție precum și a realizării unor standuri experimentale specifice.

Cu ocazia definitivării lucrării, doresc să adresez mulțumiri tuturor celor care m-au îndrumat, sprijinit și mi-au împărtășit cunoștințele profesionale.

Teza de doctorat a fost realizată sub îndrumarea atentă și de înalt nivel științific a domnului Prof.dr.ing. Teodor Hepuț, căruia îi mulțumesc pe această cale pentru sprijinul acordat pe tot parcursul cercetărilor și studiilor doctorale.

Mulțumesc comisiei de îndrumare, doamnelor Prof.dr.ing. Socalici Ana Virginia, Conf.dr.ing. Ardelean Erika și domnului Șef lucrări dr.ing. Rațiu Sorin Aurel pentru susținerea și înțelegerea acordată. Sugestiile și discuțiile cu membrii comisiei de îndrumare respectiv în colectivul Departamentului de Inginerie și Management, au condus la îmbunătățirea permanentă a redactării lucrării respectiv elaborarea de articole științifice, în vederea publicării acestora.

De asemenea, mulțumesc doamnei Șef lucrări dr.ing. Budiul Berghian Adina și domnului Șef lucrări dr.ing. Puțan Vasile pentru sprijinul acordat în ceea ce privește acumularea datelor din trafic real, experimentările în condiții de laborator și prelucrarea datelor obținute, precum și pentru sfaturile oferite pe parcursul elaborării prezentei lucrări.

Țin, desigur, să mulțumesc tuturor specialiștilor și colaboratorilor mei din mediul universitar și privat: ICER Timișoara, INSEMEX Petroșani, Attac Tuning, Axe Design, ROLPLAST, RoDrift pentru sprijinul acordat.

Mulțumesc conducerii Universității Politehnica Timișoara, în mod special domnului Rector Prof.dr.ing. Șerban Viorel și a Facultății de Inginerie Hunedoara, domnului Decan Prof.dr.ing. Pănoiu Caius pentru sprijinul financiar acordat în vederea efectuării cercetărilor experimentale din cadrul tezei de doctorat.

Mulțumesc în mod deosebit familiei mele pentru susținerea necondiționată.

ing. Corneliu BIRTOK BĂNEASĂ

INTRODUCERE

Condițiile de calitate impuse autovehiculelor necesită îmbunătățirea proprietăților materialelor utilizate în construcția acestora respectiv dezvoltarea de noi materiale sau tehnologii de prelucrare. Alegerea materialului și a proceselor de prelucrare, influențează atât performanțele cât și costurile autovehiculelor. În prezent, în industria autovehiculelor, ponderea materialelor metalice este în scădere comparativ cu diverse materiale compozite, mase plastice, materiale cu memoria formei datorită avantajelor pe care acestea le prezintă dintre care se pot aminti cele mai semnificative: creșterea duratei de funcționare, reducerea gabaritului, absorbția zgomotului și a vibrațiilor, precum și preluarea energiei cinetice a șocurilor în caz de accident. Pentru modelele relativ noi apărute pe piață, se constată o diversificare a utilizării materialelor neconvenționale concomitent cu creșterea calității acestora.

Plan de desfășurare a experimentărilor și cercetărilor

Teza de doctorat reprezintă o contribuție în domeniul Ingineriei Materialelor datorită rezultatelor obținute cu privire la influența diferitelor materiale utilizate în construcția filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și deflectoarelor termice – concepție proprie, asupra eficienței procesului de admisie a aerului în motoarele cu ardere internă. De asemenea, sunt prezentate rezultatele implementării, pe diferite motorizări, a filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului respectiv a deflectoarelor termice și efectuarea unor teste de laborator și a monitorizării în trafic real. Cercetarea are un caracter experimental, iar rezultatele și concluziile cuprinse în lucrare reprezintă soluții cu privire la eficientizarea traseului de admisie.

Lucrarea prezintă simulări și rezultate privind transferul termic prin intermediul metodei cu element finit, softuri aferente, standurile folosite pentru efectuarea testelor (MAI Cristiani, ansamblul calorimetric, RIMS), respectiv aparatura utilizată pentru determinarea și măsurarea parametrilor specifici, determinarea caracteristicilor calitative ale materialelor utilizate în construcția componentelor sistemului de admisie, compararea rezultatelor experimentale cu simulările efectuate, concluziile generale și contribuțiile proprii. De asemenea, sunt prezentate propunerile și obiectivele identificate privind direcțiile de cercetare ulterioară.

În figura 1 este prezentată schema cercetării în vederea elaborării tezei de doctorat.

Scopul cercetării

Teza de doctorat și-a propus abordarea a 3 direcții de cercetare:

- Conceperea și realizarea unor elemente componente ale sistemului de admisie;
- Influența caracteristicilor de material a componentelor asupra dispersiei fluxului de căldură în compartimentul motor al autovehiculelor;
- Cercetări experimentale privind influența materialului galeriei de admisie asupra proceselor termodinamice în motoarele cu ardere internă.

Teza de doctorat are un predominant caracter aplicativ, rezultatele obținute fiind implementate în practică: filtre supraaspirante FSU destinate autoturismelor, filtre supraaspirante destinate autobuzelor, filtre supraaspirante YXV destinate motorizărilor de drift, captatoare aerodinamice axiale destinate camioanelor și deflectoare termice destinate autovehiculelor.

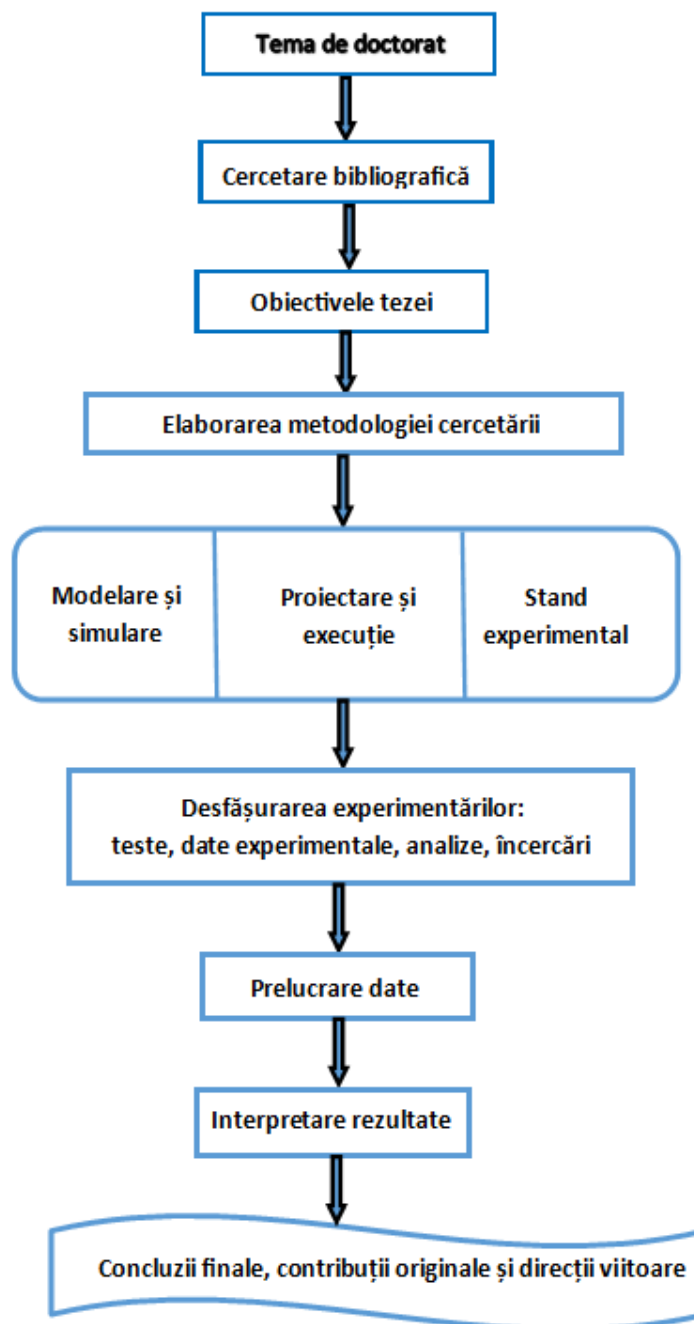


Figura 1. Schema cercetării pentru elaborarea tezei de doctorat

Obiectivele cercetării

Obiectivele cercetării întreprinse derivă din cele trei direcții de cercetare definite de scopul cercetării.

În activitățile de cercetare efectuate s-au urmărit realizarea următoarelor obiective:

- analiza stadiului actual a utilizării materialelor în industria auto;
- determinarea caracteristicilor materialelor utilizate în construcția sistemului de admisie a aerului pentru motoarele cu ardere internă;
- proiectarea, realizarea, dezvoltarea și optimizarea filtrelor supraaspirante, concepte proprii;
- standuri experimentale pentru determinarea influenței caracteristicilor materialelor utilizate la construcția galeriilor de admisie asupra pierderilor termice;

- simularea solicitărilor termice ale galeriei de admisie în funcție de valoarea coeficientului de transfer termic;
- implementarea unor soluții tehnice privind diminuarea pierderilor termice pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu;
- diseminarea și valorificarea rezultatelor.

Modul de lucru

Pentru îndeplinirea obiectivelor mai sus menționate, s-a efectuat o documentare bibliografică cu privire la stadiul actual respectiv a posibilității de dezvoltare / diversificare a materialelor utilizate în industria de autovehicule.

S-a realizat o analiză critică cu privire la avantajele și dezavantajele utilizării materialelor metalice în construcția filtrelor de aer clasice. S-au proiectat și realizat filtre de aer supraaspirante (concepte proprii), din materiale metalice sau compozite, de diferite dimensiuni, utilizând diferite tipuri de constituenți. Materialele folosite pentru realizarea filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice sunt: oțel DC01 (tablă, țevă), tablă expandată aplatizată, aliaj de aluminiu Al606, materiale compozite, mase plastice și carton microporos. Pentru a scoate în evidență, influența diferitelor materiale utilizate pentru fabricarea componentelor sistemului de admisie asupra transferului termic, s-au proiectat și realizat o serie de standuri experimentale, existente la Facultatea de Inginerie Hunedoara.

În vederea determinării pierderilor termice, pentru galeriile confecționate din aliaj de aluminiu respectiv poliamidă, s-a analizat procesul de admisie, prin metoda elementului finit cu ajutorul soft-ului specializat ANSYS.

Datele prelevate în urma încercărilor experimentale și a simulărilor efectuate, au stabilit necesitatea protejării galeriei de admisie din aliaj de aluminiu.

Au fost concepute, implementate și testate două măsuri corective în acest sens, și anume: protejarea galeriei cu un deflector particularizat în funcție de arhitectura acesteia, respectiv aplicarea unui strat termoizolator pe suprafața galeriei.

S-au efectuat verificări experimentale în scopul validării modelului propus și a relațiilor de calcul folosite.

Diseminarea rezultatelor obținute a constat în publicarea acestora în reviste de specialitate sau în volumele unor conferințe naționale și internaționale, participarea la conferințe (naționale și internaționale) și saloane de inventică.

Structura tezei de doctorat

Prezenta teză este structurată pe trei părți și șase capitole.

Introducere - se prezintă scopul și obiectivele cercetării, respectiv modul de lucru și structura tezei de doctorat.

Partea I-a STUDIU DIN LITERATURA DE SPECIALITATE PRIVIND UTILIZAREA MATERIALELOR ÎN INDUSTRIA DE AUTOVEHICULE

Capitolul 1 – Stadiul actual privind materialele utilizate în construcția autovehiculelor. În acest capitol s-a prezentat stadiul actual referitor la utilizarea materialelor și a tehnologiilor din industria de autovehicule, cu accent pe dezvoltarea conceptului *lowweight* în sensul reducerii greutateii, a sporirii confortului și a creșterii gradului de reciclabilitate, folosind soluții bazate pe materiale avansate.

Capitolul 2 – Transmiterea căldurii. Noțiuni de bază, mărimi caracteristice

În capitolul 2 sunt prezentate noțiuni teoretice specifice de transmitere a căldurii prin procese termice caracteristice: conducția termică, convecția termică, radiația termică.

Partea a II-a CERCETĂRI ȘI EXPERIMENTĂRI PRIVIND IMPLEMENTAREA UNOR CONCEPTE PROPRII PENTRU OPTIMIZAREA SISTEMULUI DE ADMISIE A MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ

Capitolul 3 – Elemente componente ale sistemului de admisie. Concepte proprii

În capitolul 3, studiile s-au concentrat asupra implementării unor noi concepte proprii privind filtrele multifuncționale denumite supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și deflectoarelor termice. Monitorizarea în exploatare respectiv experiența acumulată cu privire la procesele și caracteristicile motoarelor cu ardere internă, au condus la necesitatea optimizării sistemului de admisie din punct de vedere al pierderilor gazodinamice și termice, cu accent deosebit pe funcțiile filtrului de aer și materiale avansate utilizate în acest scop.

Scopul primordial al cercetărilor menționate anterior este reducerea emisiilor poluante, diminuarea utilizării materialelor deficitare, creșterea fiabilității, precum și scăderea poluării fonice.

Capitolul 4 – Dispersia fluxului de căldură în compartimentul motor al autovehiculelor. Studii de caz

În acest capitol se prezintă studii cu privire la influența fenomenului de dispersie a fluxului de căldură din compartimentul motor asupra sistemului de admisie al motoarelor cu ardere internă. Datele au fost prelevate cu o cameră cu termoviziune, în timp real, pentru diverse regimuri de exploatare ale autovehiculelor.

Rezultatele obținute în urma testărilor permit stabilirea parametrilor optimi cu privire la eficientizarea pierderilor termice pe traseul de admisie al motorului cu ardere internă în funcție de coeficientul de transfer termic al materialului.

Capitolul 5 – Cercetări experimentale privind influența materialului galeriei de admisie asupra proceselor termodinamice în motoarele cu ardere internă

În cadrul capitolului 5 se prezintă rezultatele obținute cu privire la influența materialului galeriei de admisie asupra proceselor termodinamice în motoarele cu ardere internă, simularea proceselor și validarea rezultatelor experimentale. În ceea ce privește reducerea transferului termic pe traseul de admisie, cu preponderență a galeriei din aliaj de aluminiu, s-au conceput un deflector termic particularizat din punct de vedere dimensional și un nou tip de material compozit cu caracter izolator, în a cărei compoziție sunt elemente naturale, organice și reciclabile.

Partea a III-a CONCLUZII FINALE RECAPITULATIVE ȘI EVIDENȚIEREA CONTRIBUȚIILOR PERSONALE PENTRU REZOLVAREA TEMEI DE DOCTORAT ȘI DIRECȚII DE DEZVOLTARE A CERCETĂRILOR

Capitolul 6 – Concluzii finale. Contribuții originale. Direcții de continuare a cercetărilor

În capitolul 6 se prezintă concluziile finale privind cercetarea efectuată, contribuțiile originale și direcțiile viitoare de cercetare precum și diseminarea rezultatelor.

Cuprins

CAPITOLUL 1**STADIUL ACTUAL PRIVIND MATERIALELE UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA AUTOVEHICULELOR**

1.1.Considerații generale.....	23
1.2.Evoluția filtrului de aer. Moduri de filtrare.....	29
1.2.1.Filtrarea aerului proaspăt la intrarea în motor. Rolul filtrului de aer.....	29
1.2.2.Materiale utilizate pentru construcția filtrelor de aer.....	29
1.3.Galeria de admisie – materiale și tehnologii.....	31
1.3.1.Galeria de admisie din aliaj de aluminiu realizată prin turnare.....	32
1.3.2.Galeria de admisie din aliaj de aluminiu realizată prin prelucrări mecanice...	35
1.3.3.Galeria de admisie din materiale compozite.....	37
1.4.Concluzii.....	41

CAPITOLUL 2**TRANSMITEREA CĂLDURII. NOȚIUNI DE BAZĂ, MĂRIMI CARACTERISTICE**

2.1.Generalități.....	42
2.2.Mărimi caracteristice ale transferului de căldură.....	42
2.3.Conducția termică.....	43
2.3.1.Legea lui Fourier.....	44
2.3.2.Conductivitatea termică.....	45
2.3.3.Ecuția diferențială generală a conducției termice.....	47
2.3.4.Conducția termică în regim staționar unidirecțional, fără surse interne de căldură.....	47
2.4.Trecerea căldurii (transferul global de căldură) în regim staționar unidirecțional, fără surse interne de căldură.....	49
2.5.Convecția termică.....	52
2.6.Radiația termică.....	53
2.7.Concluzii.....	54

CAPITOLUL 3**ELEMENTE COMPONENTE ALE SISTEMULUI DE ADMISIE. CONCEPTE PROPRII**

3.1.Considerații tehnice.....	56
3.2.Filtre de aer supraaspirante.....	57
3.2.1.Filtre supraaspirante cilindrice.....	57
3.2.2.Filtre supraaspirante cilindrice cu difuzor intern.....	58
3.2.3.Filtre supraaspirante cilindrice cu radiatoare de răcire.....	58
3.2.4.Filtre supraaspirante cu captator extern.....	59
3.2.5.Filtre supraaspirante directe.....	60
3.2.6.Filtre supraaspirante inversate - Brevet de invenție nr. 125034/30.07.2013; Cerere de brevet "Air Filter for Internal Combustion Engines,, nr. US 14/121674 (publicat 04/07/2016)	60
3.2.7.Filtre supraaspirante supliforme.....	61
3.2.8.Filtru de aer supraaspirant FSU- Brevet de invenție nr. 126019/28.12.2012, Produs certificat RAR-OPC nr. 3937/24.10.2012.....	63
3.2.9.Filtre supraaspirante YXV.....	64
3.3.Implementarea filtrelor supraaspirante.....	66
3.3.1. Implementarea filtrului supraaspirant YXV pe Ford Puma 1.7i.....	66
3.3.2.Implementarea filtrului supraaspirant YXV pe motorizărilor destinate autoturismelor de drift.....	67
3.4.Sistemul dinamic de transfer al aerului - Model de Utilitate Nr. RO200900028...	69
3.4.1.Considerații tehnice.....	69

3.4.2.Descrierea sistemului dinamic de transfer al aerului.....	70
3.4.3.Implementări privind sistemul dinamic de transfer a aerului (SDTA).....	71
3.4.4.Măsurători, în trafic real, a câmpurilor de presiune din SDTA și din regiunea filtrului supraaspirant.....	73
3.4.4.1.Înregistrarea datelor.....	73
3.4.4.2.Măsurători de temperatură pe suprafețele exterioare ale filtrului de aer clasic și supraaspirant cu SDTA.	74
3.5.Deflector Integrat pentru Radiațiile Termice Model de Utilitate Nr.RO201000026.....	76
3.5.1.Considerații tehnice.....	76
3.5.2.Aplicațiile deflectorului termic integrat.	79
3.6.Determinări privind efectul de captare în cazul filtrului supraaspirant inversat....	80
3.6.1.Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supraaspirant inversat.....	80
3.6.2.Prezentarea standului experimental.....	81
3.6.3.Măsurarea câmpurilor de presiune în cazul filtrului supraaspirant inversat....	82
3.6.4.Analiza datelor experimentale obținute și concluzii.....	83
3.7.Testarea îmbunătățirii admisiei aerului unui motor cu ardere internă.....	84
3.7.1.Prezentarea standului experimental.....	84
3.7.2.Rezultatele măsurătorilor experimentale.....	86
3.7.3.Concluzii.....	88
3.7.4.Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supliform.....	89
3.7.5.Suprafețe de concentrare – alternativă la SDTA.....	90
3.8.Captator aerodinamic axial pentru autocamioane.....	92
3.8.1.Argument.....	92
3.8.2.Captatorul aerodinamic axial.....	93
3.8.3.Standul experimental pentru realizarea măsurătorilor.....	93
3.8.4.Eficientizarea captatorului.....	94
3.9.Filtre supraaspirante destinate motoarelor de mare litraj.....	95
3.10.Testarea performanțelor funcționale ale filtrelor de aer supraaspirante FSU 70 și YXV „Air by Corneliu”	96
3.10.1.Descriere stand experimental.....	96
3.10.2.Metodologia experimentală.....	96
3.10.3.Interpretarea rezultatelor.....	97
3.11.Concluzii.....	98
CAPITOLUL 4	
DISPERSIA FLUXULUI DE CĂLDURĂ ÎN COMPARTIMENTUL MOTOR AL AUTOVEHICULELOR. STUDII DE CAZ	
4.1.Studiu de caz: FIAT PANDA 1.2i.....	100
4.1.1.Considerații tehnice.....	100
4.1.2.Condiții și măsurători.....	101
4.1.3.Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu camera cu termoviziune.....	102
4.1.4.Rezultate și concluzii.....	105
4.2.Studiu de caz – Ford Fiesta 1.4l.....	105
4.2.1.Considerații tehnice.....	105
4.2.2.Condiții și măsurători.....	106
4.2.3.Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu camera cu termoviziune.....	107
4.2.4.Rezultate și concluzii.....	111
4.3.Studiu de caz: motorizări de drift.....	112
4.3.1.Considerații tehnice.....	112
4.3.2.Condiții și măsurători.....	113

4.3.3.Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu camera cu termoviziune.....	114
4.3.4.Rezultate și concluzii.....	118
4.4.Studiu de caz BMW 4,4l V8.....	118
4.4.1.Considerații tehnice.....	118
4.4.2.Condiții și măsurători.....	119
4.4.3.Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu termoviziune.....	119
4.4.4.Rezultate și concluzii.....	121
4.5.Concluzii.....	123
CAPITOLUL 5	
CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA MATERIALULUI GALERIEI DE ADMISIE ASUPRA PROCESELOR TERMODINAMICE ÎN MOTOARELE CU ARDERE INTERNĂ	
5.1.Stabilirea parametrilor caracteristici curgerii aerului prin sistemul de admisie.....	125
5.2.Realizarea standului experimental RIMS.....	127
5.3.Studiu termodinamic a fluxului de aer prin galeria de admisie a motorului cu aprindere prin scânteie pe standul RIMS.....	129
5.3.1.Studiu comparativ al galeriilor de admisie confecționate din aliaj de aluminiu și poliamidă.....	129
5.3.2.Analiza tehnică a rezultatelor obținute.....	130
5.4.Simularea transferului termic.....	131
5.4.1.Elaborarea modelului numeric.....	131
5.4.2.Interpretarea rezultatelor obținute în urma simulării.....	133
5.4.3.Analiza tehnică comparativă.....	138
5.5.Implementarea deflectorului termic pe galeria de admisie din aliaj de aluminiu...	139
5.5.1.Stabilirea dimensiunilor deflectorului termic.....	139
5.5.2.Interpretarea rezultatelor experimentale.....	139
5.6.Conceperea unor materiale noi destinate reducerii pierderilor termice.....	141
5.6.1. Analiza topografică, morfologică și determinarea coeficientului de transfer termic a materialelor propuse.....	141
5.6.2.Principiul de bază al metodei de determinare.....	144
5.6.3.Prezentarea standului experimental.....	144
5.6.4.Interpretarea rezultatelor obținute.....	146
5.7.Reducerea pierderilor termice prin utilizarea strat termoizolator SPTI.....	147
5.7.1.Izolarea galeriei de admisie din aliaj de aluminiu.....	147
5.7.2.Interpretarea rezultatelor experimentale.....	147
5.8.Concluzii.....	148
CAPITOLUL 6	
CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DIRECȚII DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR	
6.1.Concluzii finale.....	151
6.2.Contribuții originale.....	153
6.3.Direcții de continuare a cercetărilor.....	154
DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR.....	154
Bibliografie	157
Anexa 1.....	162
Anexa 2.....	163
Anexa 3.....	166
Anexa 4.....	167
Anexa 5.....	171
Anexa 6.....	172

Anexa 7.....	174
Anexa 8.....	175
Anexa 9.....	177
Anexa 10.....	178
Anexa 11.....	179
Anexa 12.....	180
Anexa 13.....	181
Anexa 14.....	182
Anexa 15.....	183
Anexa 16.....	184
Anexa 17.....	185
Anexa 18.....	191

Listă figuri

- Figura 1.1. Corvette C1 1953
- Figura 1.2. Corvette C3 1968
- Figura 1.3. Aplicațiile materialelor compozite [3]
- Figura 1.4. Utilitatea materialelor compozite [3]
- Figura 1.5. Filtru de aer Ford T brevet US1438553/1922 inventator James P. Guam
- Figura 1.6. Ford Model T 1928
- Figura 1.7. Ford Model A 1929
- Figura 1.8. Ford V8 1932
- Figura 1.9. Ford Mustang I 1964
- Figura 1.10. Ford Mustang II 1974
- Figura 1.11. Ford Mustang GT 1982
- Figura 1.12. Ford Mustang 1994
- Figura 1.13. Filtrul de aer de tip panel
- Figura 1.14. Galerie de admisie
- Figura 1.15. Galerie de admisie obținută prin turnare
- Figura 1.16. Turnarea sub presiune înaltă
- Figura 1.17. Turnarea la presiune joasă
- Figura 1.18. Turnarea în matrițe permanente
- Figura 1.19. Turnarea în forme temporare
- Figura 1.20. Galerie de admisie din aliaj de aluminiu realizată prin prelucrări mecanice
- Figura 1.21. Semifabricat din aliaj de aluminiu
- Figura 1.22. Prelucrarea pe CNC a componentelor galeriei All-Billet
- Figura 1.23. Componentele galerie All-Billet
- Figura 1.24. Tipuri de galerii de admisie All-Billet
- Figura 1.25. Poliamidă PA66
- Figura 1.26. Galeria de admisie din poliamidă
- Figura 1.27. Metoda miezului pierdut
- Figura 1.28. Galeria de admisie din poliamidă
- Figura 1.29. Elemente de legătură
- Figura 1.30. Galerie de admisie realizată prin lipire
- Figura 2.1. Reprezentarea unui punct din spațiu în coordonate
- Figura 2.2. Legea lui Fourier
- Figura 2.3. Spectrul de valori pentru conductivitatea termică a diverselor categorii de substanțe
- Figura 2.4. Perete plan omogen
- Figura 2.5. Conducția printr-un perete cilindric omogen
- Figura 2.6. Conducția printr-un perete cilindric neomogen
- Figura 2.7. Conducția printr-un perete sferic omogen
- Figura 2.8. Trecerea căldurii prin pereți plani neomogeni
- Figura 2.9. Trecerea căldurii prin pereți cilindrici neomogeni
- Figura 3.1. Filtre supraaspirante cilindrice
- Figura 3.2. Filtre supraaspirante cu difuzor intern
- Figura 3.3. Filtre supraaspirante cu radiatoare de răcire
- Figura 3.4. Filtre supraaspirante de tip unicaptator
- Figura 3.5. Filtru supraaspirant de tip pluricaptator
- Figura 3.6. Filtre supraaspirante directe
- Figura 3.7. Filtre supraaspirante inversate
- Figura 3.8. Filtru supraaspirant supliform cu o singură arie de filtrare și captator extern
- Figura 3.9. Filtru supraaspirant supliform cu arie dublă de filtrare

- Figura 3.10. Filtrul supliform
- Figura 3.11. Filtrul de aer supliform cu o singură arie de filtrare
- Figura 3.12. Filtrul supraaspirant F1 cu carcasă perforată și con intern
- Figura 3.13. Filtrul supraaspirant YXV
- Figura 3.14. Difuzorul frontal al filtrului
- Figura 3.15. Suprafața laterală cu celule directe
- Figura 3.16. Complexul difuzor extern – difuzor intern
- Figura 3.17. Interiorul asamblat al filtrului YXV
- Figura 3.18. Filtrul supraaspirant YXV
- Figura 3.19. Implementare filtru supraaspirant YXV
- Figura 3.20. Filtrul supraaspirant YXV destinat competițiilor de Drift
- Figura 3.21. Filtrul supraaspirant YXV BMW E36 V8
- Figura 3.22. Sistemul dinamic de transfer al aerului (SDTA)
- Figura 3.23. SDTA variante constructive
- Figura 3.24. Difuzoare de captare
- Figura 3.25. SDTA – componente
- Figura 3.26. Implementare SDTA
- Figura 3.27. SDTA Nissan 350Z
- Figura 3.28. Sistem dinamic de transfer al aerului
- Figura 3.29. Sistem dinamic de transfer al aerului, BMW E36
- Figura 3.30. Măsurarea presiunii din zona SDTA
- Figura 3.31. Valorile câmpurilor de presiune relativă a aerului pentru diferite viteze de deplasare ale autovehiculului
- Figura 3.32. SDTA valorile temperaturilor
- Figura 3.33. Ford Focus
- Figura 3.34. Deflectorul integrat
- Figura 3.35. Modelul virtual, realizat în AutoDesk Inventor, al deflectorului integrat
- Figura 3.36. Izolația din polietilenă expandată ROFLEX
- Figura 3.37. Izolațiile din polietilenă expandată RadiantX DL
- Figura 3.38. Deflector termic
- Figura 3.39. Deflector termic integrat amplasat în zona filtrului de aer supraaspirant
- Figura 3.40. Valorile temperaturilor aerului de admisie din proximitatea filtrului de aer
- Figura 3.41. Vedere de ansamblu a standului experimental
- Figura 3.42. Filtrul supraaspirant inversat
- Figura 3.43. Numerotarea prizelor de presiune
- Figura 3.44. Filtru supraaspirant inversat
- Figura 3.45. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, pentru diferite distanțe față de ventilator, în absența conului
- Figura 3.46. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, pentru diferite distanțe față de ventilator, în prezența conului
- Figura 3.47. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, la 20 cm față de ventilator
- Figura 3.48. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, la 40 cm față de ventilator
- Figura 3.49. Stand experimental
- Figura 3.50. Racord de legătură
- Figura 3.51. Aparat de măsură
- Figura 3.52. Încercarea pe stand a filtrului original
- Figura 3.53. Testarea filtrului supraaspirant cu difuzor intern
- Figura 3.54. Testarea filtrului supraaspirant supliform
- Figura 3.55. Testarea sistemului dinamic de transfer al aerului (SDTA)
- Figura 3.56. Testarea filtrului supraaspirant cu arie extinsă de filtrare
- Figura 3.57. Filtrul clasic. Variația presiunii relative funcție de turația motorului
- Figura 3.58. Filtrul supraaspirant cu difuzor intern. Variația presiunii relative funcție de

turația motorului

- Figura 3.59. Filtrul supraaspirant supliform. Variația presiunii relative funcție de turația motorului
- Figura 3.60. Variația presiunii relative de-a lungul traseului de admisie în funcție de turație
- Figura 3.61. Evoluția zgomotului funcție de turația motorului
- Figura 3.62. Evoluția presiunii relative pe traseul de admisie în funcție de turație
- Figura 3.63. Evoluția presiunii relative pe traseul de admisie în funcție de turație
- Figura 3.64. Standul experimental
- Figura 3.65. Valorile comparative ale presiunii relative pentru prizele în funcție de poziția de montaj
- Figura 3.66. Implementarea suprafețelor de concentrare
- Figura 3.67. Curgerea aerului în prezența suprafețelor de concentrare
- Figura 3.68. Testarea conceptului SC
- Figura 3.69. Valori ale presiunii înregistrate
- Figura 3.70. Camion Volvo FH 440
- Figura 3.71. Captator SDTA
- Figura 3.72. Standul experimental
- Figura 3.73. Rezultatele măsurărilor efectuate
- Figura 3.74. Captator SDTA
- Figura 3.75. Variația consumului specific pentru camionul Volvo FH 440
- Figura 3.76. Filtru supraaspirant particularizat
- Figura 3.77. Monitorizare consum specific
- Figura 3.78. Prezentarea standului experimental
- Figura 3.79. Filtre de aer testate
- Figura 3.80. Poziția clapetei de accelerație
- Figura 3.81. Presiunea în galeria de admisie în funcție de turație
- Figura 3.82. Temperatura aerului în galeria de admisie în funcție de turație
- Figura 3.83. Consumul orar de combustibil
- Figura 4.1. Fiat Panda
- Figura 4.2. Circulația aerului
- Figura 4.3. Vedere de ansamblu motor
- Figura 4.4. Câmpul termic în compartimentul motor
- Figura 4.5. Câmpul termic pe suprafața racordului de intrare a filtrului de aer
- Figura 4.6. Câmpul termic în zona colectorului de evacuare
- Figura 4.7. Câmpul termic pe carcasa filtrului de aer
- Figura 4.8. Câmpul termic în zona galeriei de admis
- Figura 4.9. Câmpul termic în compartimentul motor
- Figura 4.10. Câmpul termic pe suprafața racordului de intrare a filtrului de aer
- Figura 4.11. Câmpul termic în zona colectorului de evacuare
- Figura 4.12. Câmpul termic pe carcasa filtrului de aer
- Figura 4.13. Câmpul termic în zona galeriei de admisie
- Figura 4.14. Câmpul termic în partea superioară a motorului
- Figura 4.15. Reprezentarea grafică a temperaturilor maxime în cele două situații
- Figura 4.16. Autoturismul FORD Fiesta
- Figura 4.17. Filtrul de aer
- Figura 4.18. Galeria de admisie
- Figura 4.19. Măsurători efectuate pe suprafața capotei
- Figura 4.20. Măsurători efectuate la nivelul compartimentului motor
- Figura 2.21. Măsurători efectuate pe suprafața galeriei de admisie
- Figura 4.22. Măsurători efectuate pe suprafața filtrului de aer
- Figura 4.23. Măsurători efectuate în zone critice la nivelul carcasei filtrului de aer
- Figura 4.24. Măsurători efectuate pe suprafețele racordurilor

- Figura 4.25. Evoluția temperaturii galeriei de admisie pentru fiecare regim de funcționare
- Figura 4.26. Câmpul de temperaturi corespunzător galeriei de admisie la fiecare regim de funcționare
- Figura 4.27. Valorile câmpului termic pentru fiecare componentă, în cazul regimului D
- Figura 4.28. Variația temperaturilor fiecărei componente pentru regimul D
- Figura 4.29. Autoturisme destinate competiției de DRIFT
- Figura 4.30. Galerii de admisie
- Figura 4.31. Filtre de aer [12]
- Figura 4.32. Caz I – Nissan 350Z
- Figura 4.33. Caz II – Nissan Silvia
- Figura 4.34. Caz III - Toyota Celica
- Figura 4.35. Caz IV – BMW E36
- Figura 4.36. Caz V – BMW E46
- Figura 4.37. Caz VI – BMW E36
- Figura 4.38. Variația temperaturilor pentru fiecare caz
- Figura 4.39. Filtrul de aer supraaspirant YXV simulare virtuală amplasament SDTA
- Figura 4.40. Compartiment motor – amplasament deflector termic integrat
- Figura 4.41. Filtrul de aer sport
- Figura 4.42. Compartiment motor – amplasament filtru de aer sport
- Figura 4.43. Câmpul termic în compartimentul motor captat cu o cameră cu termoviziune
- Figura 4.44. Câmpul termic în zona filtrului de aer captat cu o cameră cu termoviziune
- Figura 4.45. Câmpul termic pe suprafața galeriei de admisie
- Figura 4.46. Reprezentarea grafică a temperaturilor maxime
- Figura 5.1. Amplasamentul galeriei de admisie
- Figura 5.2. Dispersia fluxului de căldură în compartimentul motor captat cu o cameră de termoviziune
- Figura 5.3. Standul experimental RIMS
- Figura 5.4. Elementele componente ale standului
- Figura 5.5. Corpul clapetei de accelerație
- Figura. 5.6. Soft CASSY LAB 2
- Figura 5.7. Galerii de admisie
- Figura 5.8. Evoluția temperaturii pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu
- Figura 5.9. Evoluția temperaturii pentru galeria de admisie din poliamidă (PA)
- Figura 5.10. Valori ale temperaturii aerului
- Figura 5.11. Valorile temperaturii aerului la ieșirea din galeriile de admisie (T_3)
- Figura 5.12. Valori comparative ale temperaturilor măsurate în cele trei puncte
- Figura 5.13. Modelul virtual al galeriei de admisie
- Figura 5.14. Domeniul de analiză cu condiții limită
- Figura. 5.15. ANSYS interfața
- Figura 5.16. Suprafețe definite
- Figura 5.17. Temperatura și liniile de curent
- Figura 5.18. Viteza fluxului de aer
- Figura 5.19. Variația temperaturilor
- Figura 5.20. Distribuția temperaturilor în cazul galeriei din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C
- Figura 5.21. Valorile temperaturilor pentru cele trei cazuri studiate (Al30°C, PA50°C, Al50°C)
- Figura 5.22. Distribuția temperaturilor în cazul galeriei din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C pentru o viteză de curgere de 0,5m/s
- Figura 5.23. Valorile temperaturilor pentru galeria din aliaj de aluminiu în funcție de viteza de curgere (1,7m/s, 0,5m/s)
- Figura 5.24. Dimensiunile deflectorului termic în funcție de aria de protecție
- Figura 5.25. Montajul deflectorului termic pe galeria de admisie din aliaj de aluminiu

- Figura 5.26. Variația temperaturii în funcție de timp
Figura 5.27. Variația temperaturii în funcție de timp
Figura 5.28. Valorile comparative ale temperaturilor pentru cele patru categorii de deflectoare
Figura 5.29. Probele de material supuse testării
Figura 5.30. Stand experimental
Figura 5.31. Camera calorimetrică
Figura 5.32. Variația conductibilității termice în funcție de timp, pentru cele 6 probe
Figura 5.33. Valori comparative ale conductibilității termice pentru cele 6 probe
Figura 5.34. Galerie de admisie din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI
Figura 5.35. Variația temperaturilor în punctele T_1 , T_2 , T_3 , în cazul galeriei din aliaj de aluminiu protejată cu SPTI
Figura 5.36. Valori ale temperaturii aerului la o distanță de 2 mm față de peretele galeriilor de admisie (T_1), galeria din aliaj de aluminiu/galeria din aliaj de aluminiu protejată cu SPTI
Figura 5.37. Valori ale temperaturii aerului

Anexa 2

- Figura 1. Modelul galeriei
Figura 2. Cutie modelaj
Figura 3. Aplicarea prafului de talc pe model
Figura 4. Prepararea nisipului formeii temporare
Figura 5. Introducerea nisipului în cutia de modelare
Figura 6. Forma temporară partea superioară
Figura 7. Modelarea miezului inferior
Figura 8. Miezul inferior
Figura 9. Realizarea miezului galeriei
Figura 10. Miezul galeriei de admisie
Figura 11. Realizarea părții inferioare
Figura 12. Partea inferioară a formeii temporare
Figura 13. Asamblarea formeii temporare
Figura 14. Turnarea galeriei de admisie
Figura 15. Finalizarea galeriei de admisie

Anexa 4

- Figura 1. Nissan 350Z - autoturism de drift
Figura 2. Filtre supraaspirante YXV
Figura 3. Motor W12 6.0l
Figura 4. Montajul filtrelor YXV
Figura 5. Orientarea filtrelor supraaspirante YXV
Figura 6. Campionatul Național de DRIFT etapa a II-a, 2017, circuit Prejmer
Figura 7. Prelevarea datelor referitoare la dispersia căldurii la nivelul compartimentului motor
Figura 8. Prelevarea datelor referitoare la dispersia căldurii pe suprafața filtrului de aer YXV

Anexa 17

- Figura 1. Proba 1
Figura 2. Proba 2
Figura 3. Proba 3
Figura 4. Proba 4
Figura 5. Proba 5
Figura 6. Proba 6

Listă tabele

- Tabel 1.1. Materiale din componența autovehiculelor
Tabel 1.2. Materiale din componența unui autoturism produs de General Motors
Tabel 1.3. Proprietăți mecanice
Tabel 3.1. Valori ale temperaturilor suprafețelor exterioare ale filtrelor de aer
Tabel 3.2. Valori ale temperaturilor pe suprafața filtrului de aer supraaspirant
Tabel 3.3. Valorile presiunii în funcție de unghiul de montaj
Tabel 4.1. Temperaturi înregistrate în punctele de măsurare
Tabel 5.1. Parametrii înregistrați cu anemometrul
Tabel 5.2. Parametrii înregistrați cu anemometrul pe standul experimental
Tabel 5.3. Parametrii utilizați pentru generarea modelului numeric de simulare a fluxului de aer prin galeria de admisie din aliaj aluminiu și poliamidă
Tabel 5.4. Compoziția probelor de material
Tabel 5.5. Probe materiale - analiza topografică și morfologică
Tabel 5.6. Parametrii caracteristici ai ansamblului calorimetric
Tabel 5.7. Coeficienți transfer termic

Anexa 5

- Tabel 1. Măsurători în trafic real a câmpurilor de presiune din SDTA și din regiunea filtrului supraaspirant
Tabel 2. Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supraaspirant inversat. Valorile presiunii în cazul filtrului cu con intern
Tabel 3. Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supraaspirant inversat. Valorile presiunii în cazul filtrului fără con intern

Anexa 6

- Tabel 1. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer original
Tabel 2. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant cu difuzor intern
Tabel 3. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant supliform
Tabel 4. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant cu difuzor intern și SDTA
Tabel 5. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant cu arie extinsă

Anexa 7

- Tabel 1. Valorile presiunii pentru suprafețele de concentrare în funcție de varianta de montaj
Tabel 2. Valorile presiunii pentru suprafețele de concentrare în funcție de unghi
Tabel 3. Valorile presiunii pentru SDTA camion în funcție varianta de montaj
Tabel 4. Consumul de combustibil în cazul camionului Volvo în varianta cu SDTA și varianta originală
Tabel 5. Consumul de combustibil în cazul autobuzului Guleryuz în varianta cu FSU și varianta originală

Anexa 8

- Tabel 1. Testarea performanțelor funcționale ale filtrului de aer original
Tabel 2. Testarea performanțelor funcționale ale filtrului de aer FSU 70
Tabel 3. Testarea performanțelor funcționale ale filtrului de aer FSU 70YXV

Anexa 9

- Tabel 1. Valorile temperaturii Fiat Panda
Tabel 2. Valorile temperaturii Ford Fiesta în funcție de regimul de circulație
Tabel 3. Valorile temperaturii pe suprafața filtrului de aer Ford Fiesta

Anexa 10

Tabel 1. Valorile temperaturii pe racordurile filtrului de aer Ford Fiesta

Tabel 2. Valorile temperaturii ale zonelor critice de pe filtrul de aer Ford Fiesta

Tabel 3. Valorile temperaturii pentru BMW 4.4l V8

Anexa 11

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu

Anexa 12

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din poliamidă

Anexa 13

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A_1

Anexa 14

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A_2

Anexa 15

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A_3

Anexa 16

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A_4

Anexa 18

Tabel: Valorile temperaturii în punctele T_1 , T_2 , T_3 , pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu protejată cu SPTI

Lista simbolurilor utilizate

A	suprafața de schimb de căldură între fluid și perete, [m ²];
a	difuzivitatea termică, [m ² /s];
α_c	coeficient de convecție, [W/(m ² K)];
β	coeficient de dilatare termică liniară, [1/K];
c	căldura specifică, [J/(kgK)];
ΔT	diferența de temperatură, [K];
Δt	diferența de temperatură, [°C];
$\Delta \tau$	interval de timp, [s];
λ	conductivitate termică, [W/mK];
ν	coeficientul de contracție transversală a lui Poisson, [-];
k	coeficient global de trecere de căldură, [W];
\dot{Q}	flux de căldură – (flux termic)
\dot{q}	densitatea fluxului termic la cazul general, [W/m ²];
\dot{q}_L	densitate liniară de flux termic, [W/m];
ρ	densitate, [kg/m ³];
S	suprafața în general, [m ²];
S_m	suprafața exterioară a materialului supus încălzirii, [m ²];
σ_1, σ_2	tensiuni normale principale, [N/mm ²];
T	temperatură, [K];
t	temperatură, [°C];
t_p	temperatura peretelui, [K] sau [°C];
t_f	temperatura fluidului, [K] sau [°C];
τ	timp, [s];
x, y, z	coordonate carteziene : abscisa, [m]; ordonata, [m] și respectiv cota, [m];
r, φ, z	coordonate cilindrice : raza, [m]; latitudinea, [rad] și respectiv cota, [m];
r, φ, ψ	coordonate sferice : raza, [m]; latitudinea, [rad] și respectiv azimutul, [rad].

Lista acronimelor utilizate

CAD	computer-aided design
CAM	computer-aided manufacturing
CFD	computational fluid dynamics
CNC	computer numerical control
EF	element filtrare
EGR	exhaust gas recirculation
FSU	filtru supraaspirant universal
FSU70	filtru supraaspirant universal cu diametrul de cuplare 70mm
GDI	gasoline direct injection
LTC	low temperatures combustion
m.a.i.	motor cu ardere internă
MPI	multi-point injection
PA	poliamidă
PBS	polybutylene succinate
PCL	polycaprolactone
PE	polietilenă expandată
PFI	port fuel injection
PHA	polyhydroxyalkanoates
PP	polipropilenă
RIMS	Resource Intake Manifolds Stand
SA	filtru supraaspirant
SC	suprafețele de concentrare și direcționare
SDTA	sistem dinamic de transfer al aerului
SMC	Sheet Molding Compound
SPTI	Silicone Polyurethane Thermo-Insulating

Partea I-a

**STUDIU DIN LITERATURA DE SPECIALITATE PRIVIND
UTILIZAREA MATERIALELOR ÎN INDUSTRIA DE
AUTOVEHICULE**

CAPITOLUL 1

STADIUL ACTUAL PRIVIND MATERIALELE UTILIZATE ÎN CONSTRUCȚIA AUTOVEHICULELOR

1.1. Considerații generale

La începutul erei construcției de autovehicule, așteptările clienților privind performanțele și calitatea automobilelor, erau relativ scăzute. Automobilele erau confecționate din materiale convenționale ale aceluși timp. Aproximativ 80% din masa automobilului era constituită din componente confecționate din fontă și oțel. În prezent, situația s-a schimbat complet; autovehiculele moderne trebuie să satisfacă vaste varietăți de cerințe adiționale. Dintre acestea, cele mai importante sunt [1]: *siguranța, impactul automobilului asupra mediului înconjurător, conservarea resurselor, confortul respectiv prețul favorabil.*

Tehnologia materialelor moderne joacă un rol foarte important în dezvoltarea domeniului autovehiculelor. Numeroase exemple (caroserie, suspensie, componente ale grupului moto-propulsor) arată că tehnologiile *lowweight*, îndreptate în sensul reducerii greutății, a sporirii confortului și a creșterii gradului de reciclabilitate pot fi atinse folosind soluții bazate pe materiale avansate [1].

Se constată, extinderea utilizării în construcția de mașini în general, aerospațială și de autovehicule în special, a materialelor avansate (compozite ranforsate cu fibre din carbon și organice, ceramică tehnică, materiale inteligente, nanomateriale, etc.), ceea ce implică și noi tehnologii de fabricație, de asigurare și control a calității. Paleta metodelor și tehnicilor elaborate în acest scop este deosebit de largă, însumând aspecte de concepție și proiectare impuse de obținerea produsului finit, de necesitatea dezvoltării unor programe de calcul adecvate complexității lor structurale și funcționale, a unor tehnologii corespunzătoare pentru toate etapele de producție și verificare a calității.

Aceste cerințe, importante pentru ingineria autovehiculelor, pot fi îndeplinite numai prin utilizarea corespunzătoare a materialelor și tehnologiilor avansate. Componența pe materiale a unui autovehicul s-a schimbat semnificativ de-a lungul ultimelor decenii (tabelul 1.1.). În ultimii ani, proporția oțelului și fontei a scăzut la aproximativ 51%, 15% sunt metale ușoare, 12% sunt materiale plastice. Majoritatea materialelor folosite în construcția vehiculelor moderne au fost dezvoltate datorită cerințelor din industria de automobile [2].

Tabel 1.1. Materiale din componența autovehiculelor

Nr.crt	Material	%	Nr.crt	Material	%
1	Oțel	70	6	Plumb	0,5
2	Fontă	14	7	Sticlă	2
3	Aluminiu	2	8	Cauciuc	4
4	Cupru	1	9	Materiale combustibile (carton, textile, mase plastice)	4
5	Zinc	2	10	Materiale necombustibile (pământ, vată, ceramice etc)	0,5
			Total	100%	

Implementarea în practică a unor tehnologii moderne de elaborare, turnare și prelucrare a aliajelor de aluminiu, a condus la o serie de avantaje de ordin tehnico-economic. În acest sens, se poate aminti pentru repere din aceste aliaje: bună rezistență la coroziune, conductibilitate termică ridicată, greutate redusă comparativ cu aliajele feroase și aspect plăcut. Dintre cele mai reprezentative repere se menționează: blocurile motor, chiulasele, pistoanele și cilindrii. [2]

Firma Mercedes, pentru turnarea blocului motor din aliaj hipereutectic pe bază de aluminiu cu 17% siliciu, a adoptat tehnologia elaborată de Reynolds Metals. Pistoanele și cilindrii se execută din aluminiu tratat special împotriva coroziunii, iar cămășile cilindrilor sunt finisate după leuire cu scule diamantate și supuse ulterior decapării electrochimice. Tot din asemenea aliaje, se produc radiatoarele, carcasa cutiilor de viteze, ambreiajelor, diferențialelor, punților și alternatoarelor, accesoriilor sistemelor de frânare și direcție, elementele de caroserie și ornamentele, jantele etc [2].

Temperatura ridicată la exploatare a motoarelor Diesel cu turaj mare, precum și aciditatea crescută a uleiurilor întrebuințate la ungerea acestora, impun folosirea unui aliaj special aluminiu-siliciu pentru lagărele de alunecare ale arborelui cotit [2].

Prima generație Corvette a fost lansată pe 17 ianuarie 1953 (figura 1.1.), în cadrul expoziției Motorama organizată de către General Motors la hotelul Waldorf Astoria din New York. În momentul lansării, Corvette C1 a fost primul autovehicul de serie cu o caroserie produsă integral din material compozit (matrice polimerică ranforsată cu fibre de sticlă), iar toate versiunile acestei generații au fost decapotabile. Exemplarele fabricate în primii doi ani, erau propulsate de motorul Chevrolet cu 6 cilindri în linie, iar din al treilea an de producție s-a optat pentru legendarul V8 Small Block.

A treia generație a fost și cea mai longevivă, Corvette C3 s-a lansat în anul 1968 (figura 1.2.). În anul 1975, pentru fabricarea caroseriei acestei generații s-a optat pentru un nou material compozit laminat denumit Sheet Molding Compound (SMC).



Figura 1.1. Corvette C1 1953



Figura 1.2. Corvette C3 1968

O tendință ce se manifestă, în domeniul materialelor din care se execută piesele de autovehicule, este aceea a înlocuirii fontei cu aluminiul și aliajele sale, mase plastice și materiale compozite (ponderea greutății materialelor ce intrau în construcția unui autoturism produs de General Motors în anul 1988 se prezintă în tabelul 1.2.) [2].

Tabel 1.2. Materiale din componența unui autoturism produs de General Motors

Nr.crt	Denumire material	%	Nr.crt	Denumire material	%
1	Fontă	10,5	6	Zinc	0,3
2	Oțel	60,00	7	Sticlă	2,7
3	Aluminiu	6,7	8	Cauciuc	2,8
4	Plumb	0,7	9	Materiale plastice	9,0
5	Cupru	1,0	10	Alte materiale	6,3
TOTAL			100%		

În prezent, pentru a satisface exigențele manifestate față de calitatea, costul și performanțele autovehiculelor, preocupările specialiștilor sunt îndreptate în direcția valorificării în practică a celor mai noi cuceriri ale științei, prin elaborarea de tehnologii revoluționare în domeniul metalurgiei metalelor și aliajelor feroase și neferoase, prelucrării metalelor și nemetalelor prin procedee neconvenționale, automatizării și robotizării proceselor de fabricație și montaj, conceperii și realizării unor sisteme de proiectare, încercare, reparare și control al producției asistate de calculator [2].

Materialele compozite se dovedesc a fi competitive, atât sub aspectul prețului cât și al posibilităților de înlocuire și/sau completare cu succes a materialelor tradiționale (metal, ceramică, sticlă). Cercetările în vederea utilizării materialelor compozite au ca scop nu numai înlocuirea acestor materiale tradiționale dar și aplicații specifice datorate proprietăților particulare pe care le prezintă [3].

Materialul compozit reprezintă o combinație între doi sau mai mulți constituenți de același tip sau diferiți, din punct de vedere fizic și chimic menținându-și identitatea separată în compozit. Combinarea lor oferă materialului compozit proprietăți și caracteristici diferite de cele ale constituenților. Materialul de bază se numește matrice, iar celălalt constituenț poartă numele de armătură. Armătura este sub formă de fibre sau particule și se adaugă matricei (practic este înglobată) pentru a-i îmbunătăți calitățile. Rolul unei matrice a unui material compozit, este de a asigura un mediu relativ rigid, capabil să transfere efortul la componenții fibroși ai materialului.

În formarea compozitelor, un aspect important al combinării matricei și armăturii, este formarea unei legături chimice. Adaosurile tehnologice au rol de catalizator, de accelerator, de ignifugare, de protecție împotriva razelor ultravioletoare, etc.

Materialele compozite fac parte din categoria „noilor materiale” și sunt create pentru a răspunde unor exigențe referitoare la [3]:

- rezistența la acțiunea agenților chimici;
- rezistența la coroziune;
- rezistența mecanică și rigiditatea;
- rezistența la solicitări variabile;
- rezistența la șoc și la uzură;
- stabilitatea dimensională;
- greutatea scăzută.

Materialele compozite au devenit materie primă în execuția organelor importante, de greutate mică, specifică pieselor de motor, dar și de transmisie, suspensie. Pentru unele elemente de structură din construcția autovehiculelor, se utilizează materiale laminate mixte din metal-materiale plastice denumite și tip „sandwich” (simplu sau multistratificat). Aceste laminate, se compun dintr-un material plastic cuprins între două straturi metalice (oțel sau aluminiu), laminarea realizându-se la cald, sub presiune destinate înlocuirii oțelului, fiind în competiție cu aluminiul, deoarece reprezintă o combinație între greutatea redusă a materialului plastic (polipropilena sau polietilena) și rezistența, rigiditatea oțelului respectiv a aluminiului.

De asemenea, aceste materiale posedă bune proprietăți anticorozive și de izolare termică, precum și o reducere a prețului de 2-3 ori față de cel al oțelului (figura 1.3.). Analizând implicațiile înlocuirii metalelor cu astfel de materiale, trebuie menționat că avantajul nu se rezumă numai la reducerea greutății, ci și la o funcționare optimă [3].

Elementele caroseriei noilor generații de autovehicule sunt realizate din materiale compozite în proporție de 56%: aripi, uși, pavilioane, capote etc. respectiv elemente din structura șasiului, din sistemul de suspensie, reperi ale motorului și ale transmisiei (figura 1.4.).

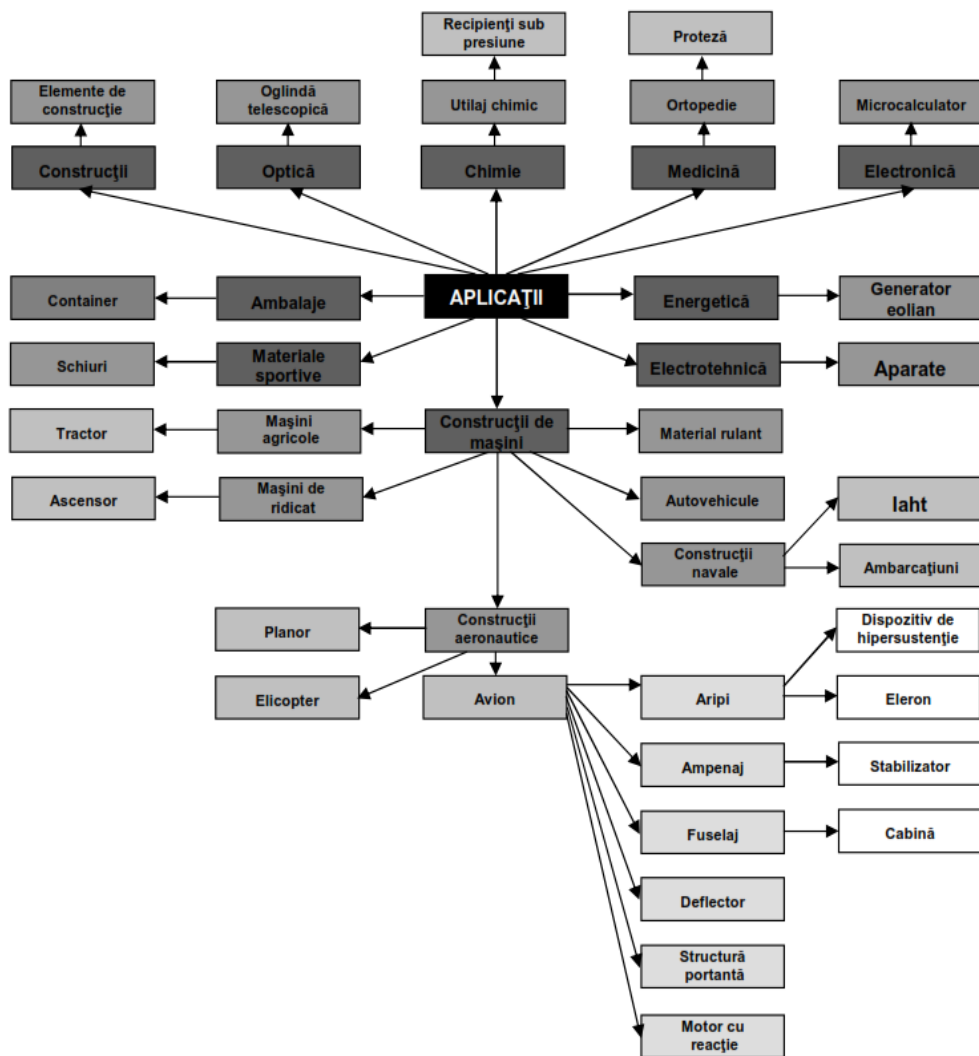


Figura 1.3. Aplicațiile materialelor compozite [3]



Figura 1.4. Utilitatea materialelor compozite [3]

Sistemele de admisie sunt confecționate din mase plastice, carcasa filtrului de aer respectiv racorduri din polipropilenă (PP) și galeria de admisie din poliamidă (PA).

În cazul acestei variante constructive, s-a obținut reduceri de greutate de până la 15%, rezistență mare la solicitări mecanice, stabilitate termică ridicată precum și performanță acustică mai bună [3].

Firma General Motors intenționează să extindă utilizarea componentelor cu masă redusă pentru autovehicule, prin înlocuirea pentru anumite piese a oțelului și aluminiului cu magneziu. Aceasta va contribui la reducerea substanțială a masei autovehiculelor, cu consecințe benefice asupra reducerii consumului de combustibil și poluării. Magneziul este cu 33% mai ușor decât aluminiul și cu 75% mai puțin decât oțelul, ceea ce înseamnă că potențialul de reducere a masei autovehiculului este unul important. Asociația pentru Materiale Utilizate în Industria Auto din Statele Unite ale Americii, estimează că până în anul 2020 pentru fiecare autovehicul vor fi folosite 159,09kg de magneziu în locul a 227,27kg de oțel și a 59,09 kg de aluminiu, obținându-se o reducere cu 15% a masei totale a autovehiculului. Această reducere de masă va contribui la o reducere a consumului de combustibil între 9 și 12% [2-5].

Motorul HOLTZBERG (fabricat în SUA) cu 4 cilindri și puterea de 234kW (316CP), are 60% din piese (colectorul de admisie, bielele, fustele pistoanelor, părți ale supapelor, carterele, capacele, pinioanele) fabricate din materiale plastice speciale (TORLON – un polimer cu rezistență foarte ridicată la tracțiune) [6, 7]: motorul model 234 al firmei Polimotor Research (SUA), cu putere de 130kW (177CP) la 5800rpm (4 cilindri, cilindreea totală 2,3dm³, 16 supape) introdus în fabricația de serie, are blocul și chiulasa din materiale plastice.

Materialele inteligente, precum aliajul cu memoria formei, oferă noi posibilități în ceea ce privește componentele mobile ale autovehiculelor. Aceste noi materiale, fac posibil designul inovator și noi caracteristici îmbunătățite la prețuri mai accesibile comparativ cu motoarele și dispozitivele de acționare tradiționale [7]. Aliajele cu memoria formei, (formate de obicei din cupru-aluminiu-nichel sau nichel-titan) sunt materiale care își pot modifica forma, rezistența și/sau rigiditatea prin activare la căldură, sarcină, câmp magnetic sau tensiune electrică. Aliajele cu memoria formei "își amintesc" forma originală și revin la aceasta după dezactivare [7]. Aliajul cu memoria formei contribuie la reducerea greutății, îmbunătățind performanțele autovehiculelor și consumul de combustibil. Dispozitivul de acționare din cablaj, utilizat la noul model Corvette, este cu aproximativ 0,5 kilograme mai ușor decât un sistem motorizat obișnuit. Deoarece, într-un autovehicul obișnuit, există aproximativ 200 de componente motorizate mobile care pot fi înlocuite cu materiale inteligente cu greutate redusă, General Motors are în vedere pe viitor o reducere semnificativă a greutății autovehiculelor [7].

La fabricarea noului model Corvette, un cablaj din aliaj cu memoria formei deschide orificiul de ventilație de fiecare dată când portbagajul este deschis, utilizând căldura generată de curentul electric în mod similar lămpilor de iluminare a portbagajului. Când este activat, cablajul se contractă și deplasează un braț de pârghie care deschide orificiul de ventilație, facilitând astfel închiderea portbagajului. După închiderea portbagajului, curentul electric este oprit, cablajul se răcește și revine la forma inițială, ceea ce determină închiderea orificiului de ventilație pentru a menține temperatura din habitacul [8].

Pașii rapizi, efectuați în domeniul nanotehnologiei, au avut ca rezultat inventarea mai multor produse pentru aplicații de larg consum, dintre care multe au migrat deja din laboratoarele de cercetare în rafturile magazinelor și la consumatori, acasă. Nanomaterialele au fost din ce în ce mai mult încorporate în produse de larg consum, cu toate că acest domeniu este la început și încă nu s-au descoperit toate oportunitățile și impactul probabil asupra economiei mondiale.

Anvelope rezistente la uzură, caroserii auto realizate din materiale nano care sunt mai ușoare și mai puternice, sunt doar câteva exemple care asigură o eficiență mai bună a motorului și a consumului de combustibil. Accentul principal este pus pe reducerea greutății, pentru a îmbunătăți economia de combustibil. Înlocuirea parbrizelor de sticlă cu polimeri și utilizarea materialelor termoplastice, rezistente la rugină, sunt alte recente progrese în acest domeniu. În mod similar, nanoparticule sunt folosite pentru a proteja anvelopele, jantele dar și caroseria autovehiculului, cu scopul principal de a scădea cheltuielile de exploatare [8]. Pe lângă îmbunătățirea eficienței totale și a performanței autovehiculului, nanotehnologiile din sectorul auto oferă accesarea unui domeniu inovativ și ușurința de utilizare.

Materialele ceramice, cum sunt nitruurile și carburile de siliciu, carburile și nitruurile de bor, titanatul de aluminiu, oxidul de zirconiu, silicatul de magneziu-aluminiu etc., datorită conductibilității și dilatării termice reduse, bune porozități și calităților antifricțiune acceptabile, precum și simplității tehnologiilor de execuție a pieselor, se extind ca înlocuitoare ale celor tradiționale în construcțiile supapelor, scaunelor și ghidurilor de supape, camerelor de ardere divizate, izolatorului termic al capului pistonului, colectoarelor de evacuare, rotoarelor turbinei etc. [8].

Pentru confecționarea caroseriilor automobilelor moderne, se folosește tabla Monogal (protejată galvanic prin zincare pe una din fețe și acoperită pe cealaltă cu o peliculă protectoare de pulbere de fier și aliaj de zinc) sau tabla Zincrometal. Zincrometalul este un sistem bistrat aplicat continuu pe o tablă de oțel laminată la rece. Primul strat (DACROMET), cu grosimea de 2μm, este realizat dintr-o soluție apoasă ce conține ca elemente principale acidul cromic și pudra de zinc, iar al doilea (ZINCROMET) este o rășină bogată în zinc, special studiată pentru a permite sudarea prin rezistență [8].

Proiectarea ecologică, poate fi definită prin considerarea mediului înconjurător în etapa de proiectare a unui produs, pentru a-i reduce amprenta asupra mediului pe întreaga durată a ciclului său de viață cu păstrarea identică a performanțelor calitative și funcțiilor produsului sau serviciului oferit [9,10].

În anumite sectoare industriale, metodologia analizei ciclului de viață poate fi folosită ca și criteriu, permițând proiectantului alegerea materialelor [11,12]. O altă metodă, este promovarea și dezvoltarea produselor cu amprentă diminuată asupra mediului. Dar analiza trebuie făcută pe durata întregului ciclu de viață al produsului. Această a doua abordare se numește „abordarea produs”. Evident, în cadrul aplicării oricărei dintre metode, se impune evaluarea amprentei asupra mediului înconjurător.

O importanță deosebită trebuie acordată următoarelor aspecte în contextul dezvoltării durabile: epuizarea resurselor, atât materialele regenerabile cât și cele neregenerabile și energiile neregenerabile, obținute cu ajutorul combustibililor fosili respectiv poluarea datorită activităților umane (apă-aer-sol).

Analizând materialele utilizate în construcția autovehiculelor, rezultă următoarele:

- atât oțelul cât și fonta sunt materialele cu o largă utilizare în toate sectoarele industriale respectiv și în industria autovehiculelor;
- tendința pe termen lung este de a utiliza materiale mai ușoare, mai rezistente și mai durabile;
- o problemă importantă o constituie utilizarea rațională a materiilor prime;
- inginerii din domeniul autovehiculelor, se preocupă de alegerea optimă a combinării materialelor și a tehnologiilor specifice care se impun, în condițiile unor cheltuieli minime, a îmbunătățirii constante a calității, prin procedee nepoluante pentru mediul înconjurător.

1.2. Evoluția filtrului de aer. Moduri de filtrare

1.2.1. Filtrarea aerului proaspăt la intrarea în motor. Rolul filtrului de aer

Filtrarea corectă a aerului, ce pătrunde în interiorul cilindrilor unui motor cu ardere internă, este esențială în prelungirea duratei de funcționare a acestuia. Împiedicarea admisiei diverselor impurități odată cu aerul din atmosferă, micșorează semnificativ uzura în timp, a părților în mișcare relativă a motorului [13].

Un dezavantaj major pe care îl prezintă, pe lângă funcția de filtrare a aerului aspirat din atmosferă, filtrul de aer – ca piesă distinctă în componența motorului - reprezintă o rezistență gazo-dinamică semnificativă, interpusă pe traseul de admisie. În cazul în care acesta nu este curățat periodic, iar autovehiculul circulă frecvent în zone cu mult praf, presiunea de admisie se diminuează consistent și coeficientul de umplere suferă penalizări [13].

Filtrele de aer destinate filtrării aerului aspirat, necesar funcționării motoarelor cu ardere internă, sunt realizate în mai multe variante constructive ce diferă în funcție de principiul de filtrare [13]:

- filtre cu element filtrant;
- filtre prin inerție;
- filtre combinate.

Aceste variante, utilizate pe autovehicule, prezintă următoarele *dezavantaje* [13]:

- existența elementului de filtrare în interiorul carcasei, impune rezistență gazo-dinamică mărită aerului absorbit (rezultând astfel fenomenul de absorbție insuficientă);
- depozitarea de impurități în interiorul filtrului, incomodează proprietatea de autocurățire a elementului de filtrare;

- imposibilitatea de vizualizare a elementului de filtrare, fără demontarea în prealabil a filtrului, pentru verificarea gradului de încărcare cu impurități a acestuia;
- incapacitatea filtrului de aer de a crește considerabil viteza aerului absorbit;
- incapacitatea filtrului de aer de a prerăci aerul absorbit în interiorul acestuia;
- imposibilitatea filtrului de aer de a crea un ușor efect de supraalimentare în timpul deplasării autovehiculului.

Filtrarea aerului se caracterizează prin următorii parametri:

- *eficiența medie de reținere* – măsura aptitudinii filtrului de a capta praful sau alte impurități din aerul pe care-l filtrează, exprimată în [%];
- *clasa de filtrare* – capacitatea materialului filtrant de a reține particule de dimensiuni minime precizate.

1.2.2. Materiale utilizate pentru construcția filtrelor de aer

Materialele utilizate în confecționarea primelor variante de filtre de aer, au fost oțel laminat de calitate pentru carcasa filtrului, oțel inoxidabil pentru elementul filtrant respectiv aliaje de aluminiu pentru elementele de racordare a acestuia cu traseul de admisie (figura 1.5.) [14]. Elementul filtrant, era alcătuit din site suprapuse, în 5 până la 10 straturi, iar forma acestuia, respectiv a filtrului de aer, în majoritatea cazurilor era cilindrică (figurile 1.5.-1.8.). În cazul motorizărilor de competiție, având carburatoarele montate pe fiecare cilindru, s-a constatat lipsa filtrului de aer, motorul aspirând aerul direct din compartimentul motor, realizându-se doar o filtrare grosieră prin intermediul unei singure site.

După anii 1950, elementul filtrant devine un consumabil, înlocuindu-se la intervale de rulare stabilite de fiecare producător, aspirația aerului se realizează în funcție de anotimp: vara din exteriorul compartimentului motor, iar iarna din zona galeriilor de evacuare (figurile 1.9.-1.12.), cu efect pozitiv asupra coeficientului de umplere respectiv a performanțelor de consum și noxe [13].

Elementul filtrant utilizat în prezent, sub forma cartonului microporos sau textil, apare mult mai târziu într-o varietate mare de forme, cea mai răspândită fiind panelul (figura 1.13.) [13].

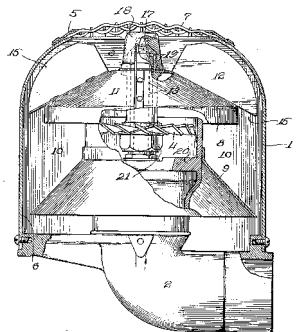


Figura 1.5. Filtru de aer Ford T brevet US1438553/1922 inventator James P. Guam



Figura 1.6. Ford Model T 1928



Figura 1.7. Ford Model A 1929



Figura 1.8. Ford V8 1932



Figura 1.9. Ford Mustang I 1964



Figura 1.10. Ford Mustang II 1974



Figura 1.11. Ford Mustang GT 1982



Figura 1.12. Ford Mustang 1994



Figura 1.13. Filtrul de aer de tip panel

Arhitectura filtrului de aer s-a modificat în timp, de la forma inițială (cilindrică) la o formă prismatică în urma experienței acumulate. Modificarea formei a fost determinată, pe considerente ca de exemplu: suprafața de filtrare, gabarit, amplasament, etc. Materialele utilizate în obținerea carcaselor respectiv a racordurilor filtrului de aer sunt cu preponderență mase plastice (polietilenă, polipropilenă, poliamidă).

1.3. Galeria de admisie – materiale și tehnologii

Funcția principală a galeriei de admisie, este distribuția în mod uniform a fluidului proaspăt (amestec aer, combustibil sau aer), pentru fiecare cilindru al motorului cu ardere internă (figura 1.14.) [15].

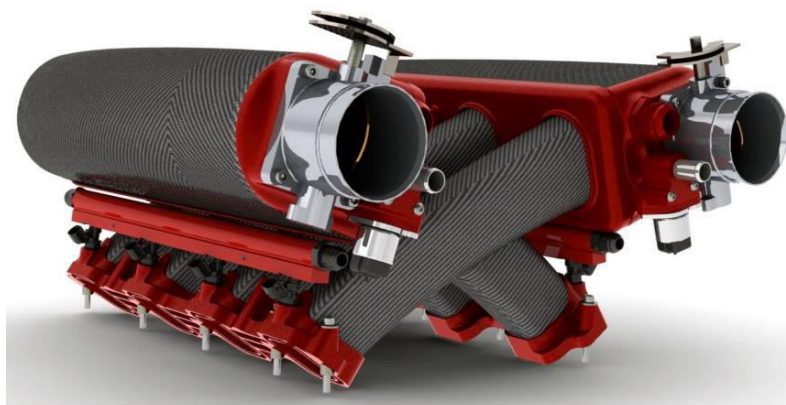


Figura 1.14. Galerie de admisie

Distribuția uniformă, este importantă pentru a optimiza eficiența și performanța motorului. Galeria de admisie poate servi drept suport pentru carburator, corpul clapetei de accelerație, injectoare de combustibil și alte componente ale motorului [15].

În funcție de material, semifabricat, respectiv tehnologia de fabricație, se disting cinci categorii principale de galerii de admisie disponibile pe piață:

- turnată din aliaj de aluminiu (319F Aluminiu);
- din tablă, aliaj de aluminiu;
- din bare de aliaj de aluminiu (All-Billet intake);
- hibride din tablă și bare, aliaj de aluminiu;
- din materiale compozite / mase plastice (PA6 sau PA66).

1.3.1. Galeria de admisie din aliaj de aluminiu realizată prin turnare

În mod curent, aliajele de aluminiu sunt utilizate pe scară largă în industria automobilelor, datorită excelenței lor ca stabilitate, rezistență la coroziune, precum și rezistență ridicată în raport cu greutatea [16-20].

Aluminiu 319F este un aliaj format din 6% siliciu și 3,5% cupru și fier sub 1%, cu proprietăți excelente pentru obținerea prin turnare. Are o foarte bună rezistență la coroziune și sudabilitate, proprietățile sale putând fi îmbunătățite prin tratament termic, Anexa 1.

Aluminiu 319.0 este un aliaj de aluminiu, destinat produselor fabricate prin turnare, conform standardizării Asociației de Aluminiu (AA).

În figura 1.15., se prezintă galeria de admisie obținută prin turnare din aliaj de aluminiu [21].



Figura 1.15. Galerie de admisie obținută prin turnare

Turnarea este una dintre tehnologiile de formare a aliajelor de aluminiu în produse, existând în acest sens trei metode și anume: turnarea sub presiune, turnarea în matrițe permanente respectiv turnarea în forme temporare.

Turnare sub presiune

În funcție de presiunea utilizată, există două tipuri de turnare sub presiune, și anume, turnarea de înaltă presiune și de joasă presiune. Turnarea de înaltă presiune are o aplicare mai largă, aproape 50% din producția de turnare pieselor din aliaj ușor. În prezent, turnarea sub presiune joasă, reprezintă aproximativ 20% din producția totală, dar utilizarea sa este în creștere [21].

În cazul procedurii de turnare sub presiune înaltă (figura 1.16.), metalul lichid este injectat cu viteză mare și presiune înaltă (peste 700bar), în matrița metalică. Echipamentul de bază, constă din două plăci verticale, elementele de susținere fiind plasate pe aceste plăci, fixând jumătățile matriței. Din cele două plăci una este fixă, iar cealaltă mobilă, care ajută la deschiderea respectiv închiderea matriței. O anumită cantitate de metal este turnată în dispozitivul de injectare și apoi introdusă în cavitatea matriței [21].

Tehnologia de turnare la presiune joasă (figura 1.17.) este o metodă potrivită pentru obținerea pieselor cu pereți subțiri din aliaje de aluminiu, (galeria de admisie din aliaj de aluminiu), datorită avantajelor pe care le prezintă: înaltă precizie, eficiență ridicată, precum și o calitate a structurii interne ridicată [22-25].

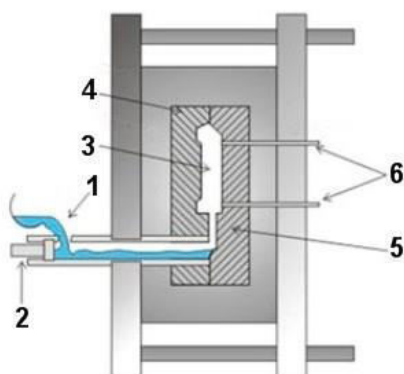


Figura 1.16. Turnarea sub presiune înaltă:
1-aliaj, 2-piston, 3-formă turnare, 4-placă fixă,
5-placă mobilă, 6-extractori

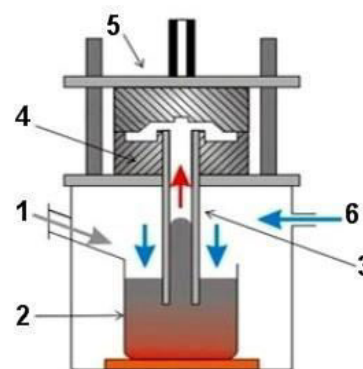


Figura 1.17. Turnarea la presiune joasă:
1-orificiu alimentare, 2-cuptor topire, 3-tub,
4-placă fixă, 5-placă mobilă, 6-orificiu aer

Metoda presupune poziționarea unei matrițe metalice deasupra cuptorului ce conține metal topit iar un tub cu căptușeală refractară se extinde din partea inferioară a matriței în metalul topit. Aerul de joasă presiune (1-1,5bar), este introdus în cuptor, ceea ce determină urcarea metalului topit prin tub în cavitatea matriței cu turbulențe scăzute. După solidificarea metalului, presiunea aerului este eliberată, iar metalul încă în stare topită din tubul vertical revine în cuptor [21].

Turnare în matrițe permanente

În cazul turnării în matrițe permanente, matrițele și miezurile sunt confecționate din oțel sau alt metal, aluminiul topit fiind de obicei turnat în matriță și uneori se aplică un vacuum. Tehnicile de turnare semi-permanentă, sunt utilizate atunci când nu este posibilă îndepărtarea miezurilor permanente din piesa finită [26].

Turnarea în matrițe permanente (figura 1.18.), utilizează o matriță din metal care poate fi reutilizată pentru mai multe mii de cicluri. Deoarece metalul topit este turnat în matriță și nu este injectat forțat, turnarea în matrițe permanente este adesea menționată ca turnare prin gravitație.

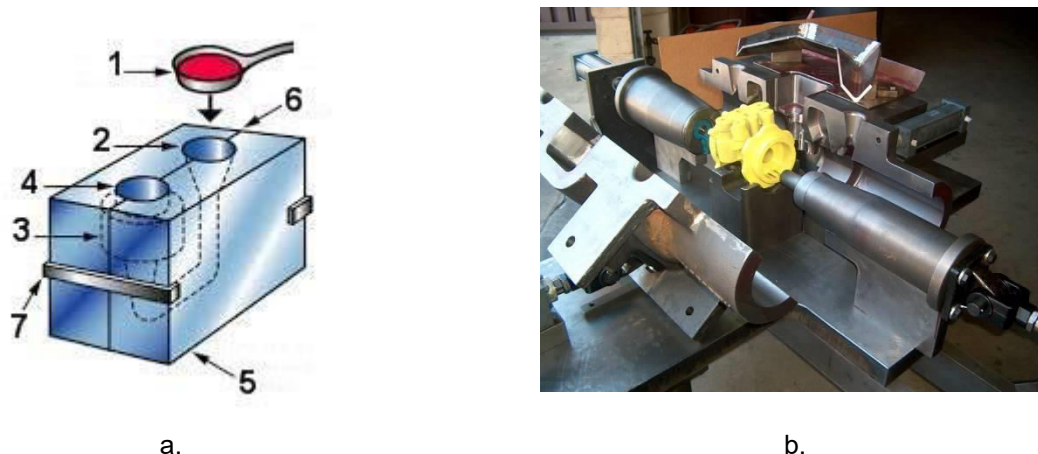


Figura 1.18. Turnarea în matrițe permanente: a – procedeu de turnare, b – matrița,
1–oală de turnare, 2–pâlnie, 3–formă turnare, 4–maseletă, 5–matriță,
6–plan de separare, 7–cleme fixare

Metalele, care se pretează unui astfel de procedeu de turnare, sunt aliajele de aluminiu, magneziu și cupru, materiale ce includ aliaje de staniu, zinc și aliaj de plumb[26].

Turnare în forme temporare de nisip

Metoda cea mai versatilă pentru producerea pieselor din aluminiu, este turnarea în forme temporare de nisip (figura 1.19.). Procesul începe cu un model care este o replică a piesei finite. Practic, orice model poate fi presat într-un amestec de nisip fin, pentru a forma matrița în care este turnat aluminiul. Modelul este puțin mai mare decât partea care trebuie făcută, pentru a permite contracția aluminiului în timpul solidificării și răcirii. În comparație cu turnarea sub presiune și turnarea în matrițe permanente, turnarea cu nisip este un proces lent, dar de obicei mai economic pentru serii mici respectiv de forme complexe [26].

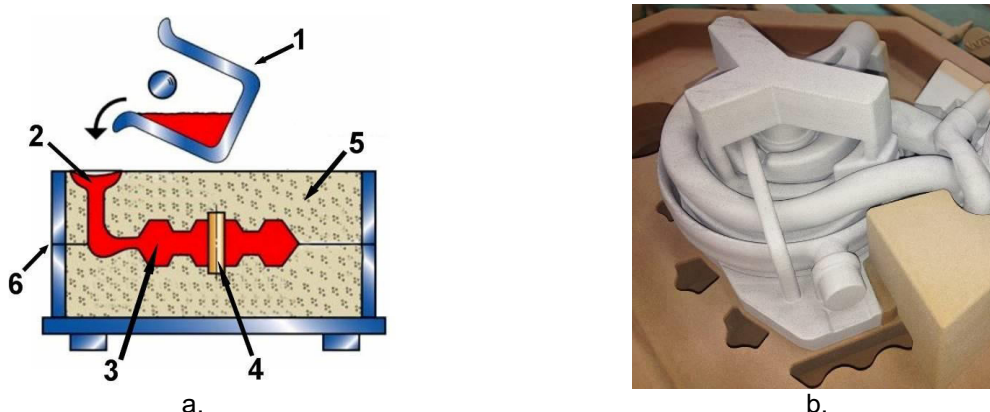


Figura 1.19. Turnarea în forme temporare: a – procedeu de turnare, b – matrița
1 – oală turnare, 2 - pâlnie, 3 – formă turnare, 4 - miez, 5 – formă temporară, 6 - plan de separare

În general, turnătorii își optimizează procesul de turnare în funcție de experiență. Cu toate acestea, este dificil să cunoască distribuția fluxului și a temperaturii metalului în timpul umplerii și solidificării, parametrii esențiali pentru obținerea unei turnări de înaltă calitate. Prin dezvoltarea rapidă a softurilor, simularea numerică face posibilă analizarea proceselor de umplere și solidificare a metalului, respectiv fluxul de

metal și distribuția temperaturii în timpul umplerii și solidificării metalului topit. Acest lucru permite anticiparea eventualelor defecte, precum și optimizarea procesului de turnare [27-30]. Itinerariul tehnologic de obținere a unei galerii de admisie din aliaj de aluminiu (Al 319F), prin turnare în forme temporare este prezentat în Anexa 2 [31].

1.3.2. Galeria de admisie din aliaj de aluminiu realizată prin prelucrări mecanice

Galeria de admisie **All-Billet** (figura 1.20.), este construită din semifabricat din aliaj de aluminiu (figura 1.21.), prin prelucrări mecanice specifice, în general prelucrări pe CNC, în anumite situații fiind singura opțiune în ceea ce privește forma și arhitectura destinate motorizărilor de competiție [32].



Figura 1.20. Galerie de admisie din aliaj de aluminiu realizată prin prelucrări mecanice



Figura 1.21. Semifabricat din aliaj de aluminiu:
a – profil pătrat, b – bară, c - placă

Particularizarea respectiv dimensionarea galeriei de admisie, în cazul motorizărilor de competiție depinde de următorii parametrii:

- capacitatea cilindrică;
- raport de comprimare;
- putere;
- turație.

Prin optimizarea formei geometrice, respectiv a lungimii galeriei de admisie, se pot utiliza eficient undele de presiune, obținându-se supraalimentarea naturală cu efecte favorabile asupra performanțelor motorului respectiv creșterea puterii cu 14-16%.

Materialul utilizat pentru fabricarea galeriilor de admisie all-billet este semifabricatul din aliaj de aluminiu Al 6061 (Anexa 3.) în diverse variante de profil (figura 1.21.).

Procesul de fabricare a unei galerii de admisie All-Billet debutează cu modelarea designului acesteia, apoi se alege semifabricatul din punct de vedere dimensional, etapa următoare fiind prelucrarea pe CNC (figura 1.22.) [32].

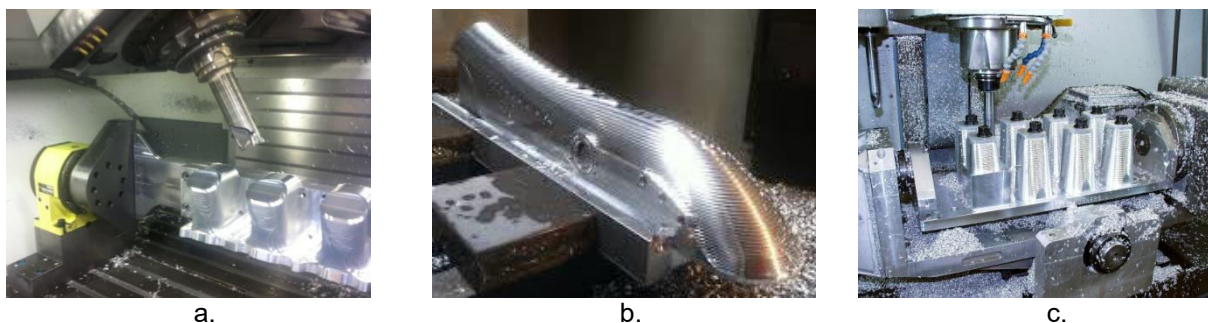


Figura 1.22. Prelucrarea pe CNC a componentelor galeriei All-Billet:
a – difuzoare, b – corp superior, c - conducte

În funcție de complexitatea și dimensiunile galeriei, există două variante de obținere: în cazul galeriilor de dimensiuni și complexitate reduse, se prelucrează într-o singură etapă rezultând o galerie de admisie monocorp [32]. În cazul galeriilor de dimensiuni și complexitate ridicate, sunt necesare etape succesive pentru obținerea componentelor (figura 1.23.) după cum urmează:

- corpul inferior;
- corpul superior;
- conducte;
- talere;
- difuzoare.



a. b. c.

Figura 1.23. Componentele galeriei All-Billet:
a – conducte, b – corp inferior, c - corp superior

Asamblarea galeriei în acest caz, se realizează prin sudare sau fixare cu șuruburi (figura 1.24.).

Avantajele procedurii de fabricație All-Billet:

- permite o gamă nelimitată de designuri și particularizări în funcție de performanțele scontate;
- rezistență ridicată la solicitări neprevăzute cum ar fi explozii sau rateuri.



a.

b.

c.

Figura 1.24. Tipuri de galerii de admisie All-Billet:
a–motor 6L, b–motor V8, c–motor V8 small block

Dezavantaje procedurii de fabricație All-Billet:

- costul ridicat de fabricație;
- pierderi mari de material (aproximativ 60%);
- timp de execuție relativ mare.

1.3.3. Galeria de admisie – din materiale compozite

Poliamidele 6 și 66 se prezintă sub formă de fire multifilamentare sau sub formă de fibre (figura 1.25.). Nylon 66 poate fi extrudat; prin urmare este un plastic bun atât pentru turnarea prin injecție, cât și pentru imprimarea 3D.

O pondere de peste 80% din totalul galeriilor de admisie (figura 1.26.) produse după anul 2000, sunt fabricate din poliamidă PA 66, datorită multiplelor avantaje pe care le prezintă acest tip de material.



Figura 1.25. Poliamidă PA66



Figura 1.26. Galeria de admisie din poliamidă

Proprietăți fizice și electrice specifice:

- poliamidele sunt fibre mai ușoare decât fibrele artificiale (acetat $1,33\text{g/cm}^3$, vâscoza $1,52\text{g/cm}^3$, poliester ($1,38\text{g/cm}^3$), având o densitate de $1,14\text{g/cm}^3$;
- la 25°C și umiditatea relativă de 65% este de 3,8% pentru PA 66 și 4,3% pentru PA6. În aceleași condiții se obține 8% pentru bumbac și 6% pentru acetat.

În atmosferă saturată (95% umiditate relativă), conținutul de umiditate trece la 8% pentru PA 66. Caracterul hidrofob al poliamidelor determină dificultăți la vopsire;

PA 66 este un izolator electric foarte bun, dar se încarcă ușor cu electricitate statică [33].

Proprietăți mecanice: alungirea la rupere a PA 6 este mai ridicată în stare udă decât în stare uscată și invers la cea 66 (tabelul 1.3.). Rezistența la frecare și flexiune sunt superioare comparativ cu celelalte fibre [33].

Tabel 1.3. Proprietăți mecanice

Caracteristici	Poliamida 66	Poliamida 6
Rezistență specifică la uscat (N/tex)	0,42-0,62	0,40-0,60
Alungirea la rupere în stare uscată (%)	30-40	18-30
Modulul de elasticitate în stare uscată (N/tex)	4,0-5,7	2,2-3,0

Proprietăți termice specifice [33]:

- la temperaturi mari, poliamida se contractă, astfel la 180°C, la aer uscat, PA 66 are contracția de 8% față de PA 6 care are o contracție de 10%, iar la apă fierbinte, 10% PA 66, față de 7-8% pentru PA 6;
- punctele de fuziune apar la 255°C pentru PA 66 și 218°C pentru PA 6;
- coeficient de transfer termic PA 66 0,22 – 0,24W/m-K, PA 6 0,21W/m-K;
- temperaturile joase nu au influență asupra rezistenței.

Proprietăți chimice caracteristice [33]:

- acizii la concentrații obișnuite, acizii minerali nu au influență. Dintre acizii organici numai acidul formic și acidul acetic concentrat provoacă degradarea poliamidei;
- bazele nu provoacă nici o degradare;
- oxidanții, cloritul de sodiu este fără efect. Apa oxigenată și clorul provoacă degradarea;
- solvenții, marea majoritate a solvenților organici nu au nici o influență.

Pentru obținerea galeriilor de admisie din poliamidă PA se aplică următoarele metode:

- miez pierdut (lost core);
- sudare prin vibrații sau laser;
- asamblare prin lipire.

Metoda miezului pierdut

Procesul de fabricare prin metoda miezului pierdut, se aseamănă cu procesul de turnare în matrițe permanente sau în forme temporare, utilizat pentru fabricarea componentelor din aliaje. Poliamida PA 66, îmbunătățită cu 30% până la 35% fibre de sticlă, este materialul care se pretează la fabricarea galeriilor de admisie prin această metodă. Miezul (figura 1.27.a), realizat din metale cu temperatură de topire scăzută (staniu), se montează în matrița din cadrul mașinii de turnare prin injecție, poliamida fiind turnată în jurul miezului. După solidificare, semifabricatul (figura 1.27.b) care conține miezul de metal este scufundat într-o baie fierbinte de ulei cu temperaturi cuprinse în intervalul 220°C până la 240°C [34].

Deoarece miezul are temperatura de topire de aproximativ 200°C, acesta se topește în baia de ulei, rămânând doar produsul finit [34].

Avantajele metodei miezului pierdut

Procedeele de turnare cu miez pierdut permite o varietate largă în ceea ce privește arhitectura galeriilor de admisie.

Deoarece, prin metoda de turnare cu miez pierdut, se obține o piesă monocorp, fără părți îmbinate prin sudură sau alte procedee, produsul finit (galeria de admisie) prezintă rezistență la solicitări neprevăzute, cum ar fi, explozii sau rateuri din traseul admisiei.



Figura 1.27. Metoda miezului pierdut :
a – piesa și miez, b – galerie de admisie cu miezul în interior

Dezavantajele miezului pierdut

Marele dezavantaj este costul, în timp ce fabricarea miezului pierdut este mai ieftină comparativ cu turnarea în forme temporare, este totuși un proces lung și costisitor. Pentru fiecare tip și bucată de galerie de admisie, trebuie creat un miez din aliaj. Chiar dacă materialul miezului este recuperat din baia de ulei, se mențin chetuielile privind realizarea miezului, îndepărtarea lui din galeria de admisie și recuperarea metalului topit din baia de ulei.

Sudare prin vibrații sau cu laser

Pe fondul dezavantajelor metodei de turnare cu miez pierdut, s-a dezvoltat o metodă mai simplă de obținere a galeriilor de admisie din poliamidă, o metodă ce implică sudura [34].

Galeria din poliamidă realizată prin acest procedeu, este formată din două sau mai multe piese respectiv carcase (figura 1.28.a). Carcasele din poliamidă sunt realizate într-o matrită permanentă prin injecție, apoi sudate una de cealaltă folosind sudura prin vibrații (figura 1.28.b) [34].

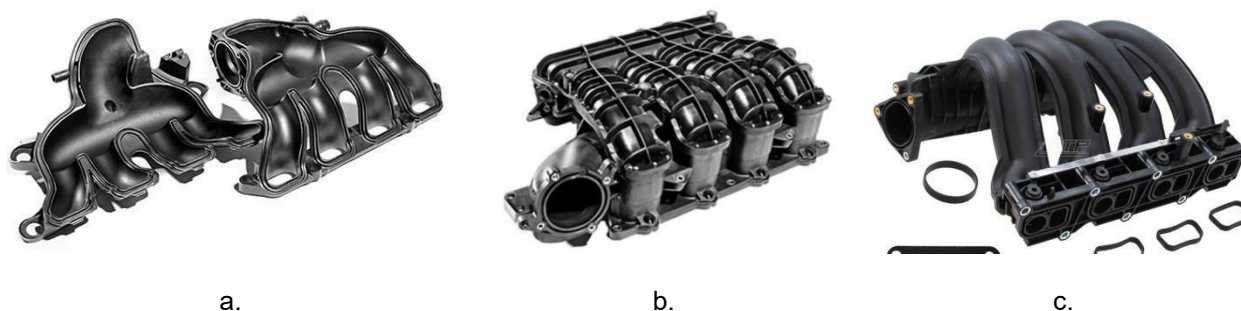


Figura 1.28. Galeria de admisie din poliamidă:
a – carcase, b – galerie sudată prin vibrații, c – galerie sudată cu laser

Sudarea cu laser este o tehnologie relativ nouă, utilizând ca sursă de încălzire un fascicul laser (figura 1.28.c).

Avantajele sudării cu vibrații

Comparativ cu metoda miezului pierdut, un beneficiu major este costul, fiind redus cu 50%. Reducerea se regăsește, în principal prin faptul că, sudarea se realizează în timpul mulajului următor și nu sunt pierderi de timp în proces, comparativ cu metoda anterioară.

Dezavantajele sudării cu vibrații / laser

Procedeul necesită ca toate legăturile să se alinieze într-un singur plan, acest fapt limitând libertatea designului.

Un alt dezavantaj îl constituie dimensiunea de gabarit mai mare provenită din necesitatea realizării procedurii de sudare.

Metoda de asamblare prin lipire

Ultimul procedeu aparut, este lipirea cu soluții adezive. Această tehnologie extinde beneficiile galeriilor de admisie din poliamidă sudate, eliminându-se unele dezavantaje ale sudării [34].

O galerie din poliamidă obținută prin lipire, este turnată din două sau mai multe piese sau carcase, acestea fiind mărginite în zona de lipire prin îmbinări nut și feder.

Procedeul de lipire este simplu: un robot aplică adezivul pe porțiunea îmbinării nut și feder, care este de aproximativ 3mm lățime, apoi componentele sunt îmbinate. În final, carcasa lipite sunt introduse în cuptor la o temperatură de 120°C pentru 30 de minute [34].

Procedeul de asamblare prin lipire cu adeziv poate conține și elemente de fixare a carcaselor, cum ar fi clemele (figura 1.29.a), șuruburi (figura 1.29.b), cele mai economice elemente de fixare fiind tasarea snap fits, adăugate de o parte și de alta ale carcaselor (figura 1.29.c) [34].

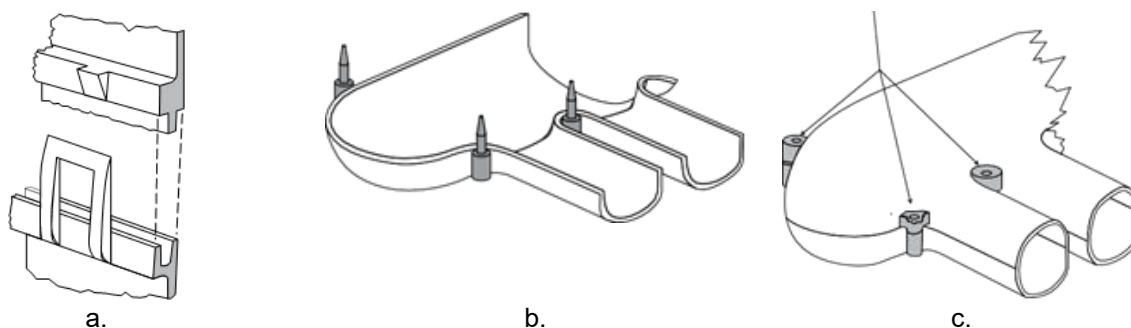


Figura 1.29. Elemente de legătură:
a – cleme, b – șuruburi, c – snap fits

Avantajele de asamblare prin lipire

Principalul avantaj îl reprezintă flexibilitatea; în timp ce sudarea cu vibrații necesită ca legăturile carcaselor galeriei de admisie să fie același plan, asamblare prin lipire necesită doar un aliniament pe linia de îmbinare. Asamblare prin lipire folosește o îmbinare nut și feder, care este de aproximativ 3mm lățime comparativ cu varianta sudată cu vibrații la care o îmbinare de acest tip ocupă aproximativ 8mm.

Procedeul de asamblare prin lipire poate fi extins în fabricarea galeriilor de admisie din mase plastice diferite cum ar fi lipirea unei carcase superioară din polipropilena (PP) de o carcasa inferioară din poliamidă (PA) (figura 1.30.), sau carcasa filtrului de aer din polipropilenă (PP) poate fi poziționată pe galeria de admisie din poliamidă (PA).

Dezavantajele lipiri adezive

Unul dintre dezavantaje este adezivul, un material adițional care prin aplicare adaugă o etapă suplimentară în procesul de producție cu efect negativ asupra costului piesei. În cazul fixării prin tasare snap fits respectiv înșurubare se adaugă o altă etapă în procesul de producție.

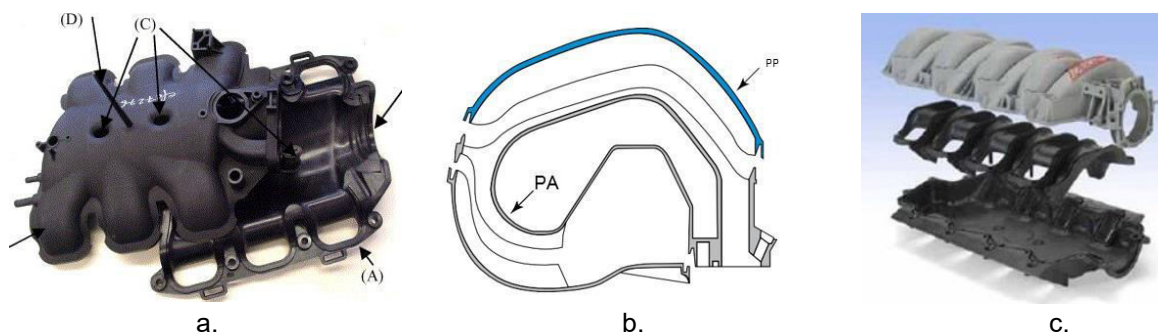


Figura 1.30. Galerie de admisie realizată prin lipire:

a – carcase, b – îmbinare nut feder, c – plan de lipire

În cazul primelor două procedee (miez pierdut și sudare) galeria se poate testa aproape imediat după turnare, galeriile asamblate prin metoda lipirii cu adeziv nu pot fi testate decât după solidificarea adezivului (acest proces are o durată de aproximativ 100 de minute).

1.4. Concluzii

Studiul prezintă în sinteză cercetările și tendințele actuale în ceea ce privește materialele utilizate în industria auto:

- în prezent, materiale clasice utilizate pentru fabricarea componentelor autovehiculelor sunt înlocuite cu aliaje de aluminiu, materiale compozite, mase plastice, etc.

- marile firme producătoare de autoturisme extind nomenclatorul reperelor ce vor fi realizate din materiale neconventionale (aliaje ușoare, materiale compozite, materiale plastice, nanomateriale, materiale cu memoria formei).

- având în vedere, prețul de cost necesar pentru obținerea pieselor din industria auto se utilizează materiale neconvenționale datorită multiplelor avantaje: implică procedee moderne de turnare și prelucrare, rezistență ridicată la coroziune și factori externi, gabarit redus (de exemplu - bloc motor, chiulasă, sistem de admisie, radiator, carcasă cutie de viteză, accesorii, elemente de caroserie și ornamente, jante etc.).

- realizarea elementelor componente se perfecționează permanent, urmărindu-se îmbunătățirea performanțelor de dinamicitate și frânare, aspectul economic, de stabilitate și de confort, de siguranță activă și pasivă etc.

- o atenție deosebită se acordă optimizării mecanismului motor, a caracteristicilor mecanismului de distribuție, a sistemului de admisie și evacuare, a sistemului de injecție, de aprindere etc;

- siguranța în funcționare este condiționată de următorii factori: concepția constructivă, materialele utilizate respectiv controlul electronic. Cu fiecare generație de autovehicule crește volumul de mase plastice armate cu fibră de carbon și a materialelor compozite concomitent cu evoluția calității acestor materiale;

- pe fondul necesității unei resurse sustenabile de materii prime, precum și a problemelor de mediu cauzate de materialele plastice și cele metalice, greu degradabile, producătorii de autovehicule sunt mereu în căutarea unor noi materiale, în special cele compozite, cu impact redus asupra mediului respectiv cu performanțe similare, concomitent cu o tehnologie de fabricare ecologică.

CAPITOLUL 2

TRANSMITEREA CĂLDURII. NOȚIUNI DE BAZĂ, MĂRIMI CARACTERISTICE

2.1. Generalități

Transmiterea căldurii reprezintă procesul de transfer al energiei interne în interiorul aceluiași sistem termodinamic, din zonele cu temperaturi mai mari spre zonele cu temperaturi mai mici, sau între sisteme diferite, aflate la temperaturi diferite, de la sistemul cu temperatură mai mare spre cel cu temperatură mai mică.

În consecință, *căldura* poate fi identificată numai la granița dintre sistemele care interacționează și există numai atâta timp cât există o diferență de temperatură între acestea. Fiind o *mărimă de proces* și nu de stare nu este o diferențială exactă.

Transmiterea căldurii este un fenomen prin excelență ireversibil și dependent de timp, fenomen care respectă principiile termodinamicii. *Principiul I* este respectat prin faptul că energia internă cedată de către sistemul mai cald este egală cu energia internă primită de către sistemul mai rece. *Principiul al II-lea* este de asemenea respectat având în vedere formularea lui *Clausius* referitoare la sensul spontan de trecere a căldurii: „căldura trece spontan (de la sine) numai de la temperaturi ridicate spre temperaturi coborâte”.

Fenomenele simple, principial diferite, de transmitere a căldurii sunt [37]:

- conducția termică;
- convecția termică;
- radiația termică.

Conducția termică - energia termică este transportată de la un punct al mediului spre altul prin intermediul interacțiunii dintre atomii și moleculele materiei fără a fi implicată o mișcare în ansamblu a acesteia.

Convecția termică reprezintă modul de transfer prin care energia termică este transportată de un fluid în mișcare, particulele fluidului acționând ca niște transportori de energie termică.

Radiația termică : energia termică se transmite datorită undelor electromagnetice și nu necesită un suport material, dimpotrivă, cu cât mediul în care are loc transferul prin radiație este mai apropiat de vidul absolut, cu atât radiația termică este mai pregnantă.

În majoritatea cazurilor reale, la transferul de căldură participă toate cele trei fenomene simple [37].

2.2. Mărimi caracteristice ale transferului de căldură

Procesul de transfer de căldură este strâns legat de distribuția temperaturii în mediul respectiv. Totalitatea valorilor de temperatură prin care se caracterizează punctele unui corp se numește *câmp termic* [38].

Temperatura este o mărime termică de stare, scalară, care caracterizează gradul de încălzire al unui corp. La cazul general, temperatura este o funcție de timp și de coordonatele punctului la care ne referim.

Expresiile câmpului de temperatură în coordonate carteziane, cilindrice și respectiv sferice sunt [38]:

$$t = t(x,y,z,\tau), \quad t = t(x,r,\varphi,\tau), \quad t = t(r,\varphi,\psi,\tau), \quad (2.1)$$

unde x, y, z sunt abscisa, ordonata și respectiv cota punctului, iar r – raza, φ - latitudinea și ψ - azimutul lui (figura 2.1.) [38].

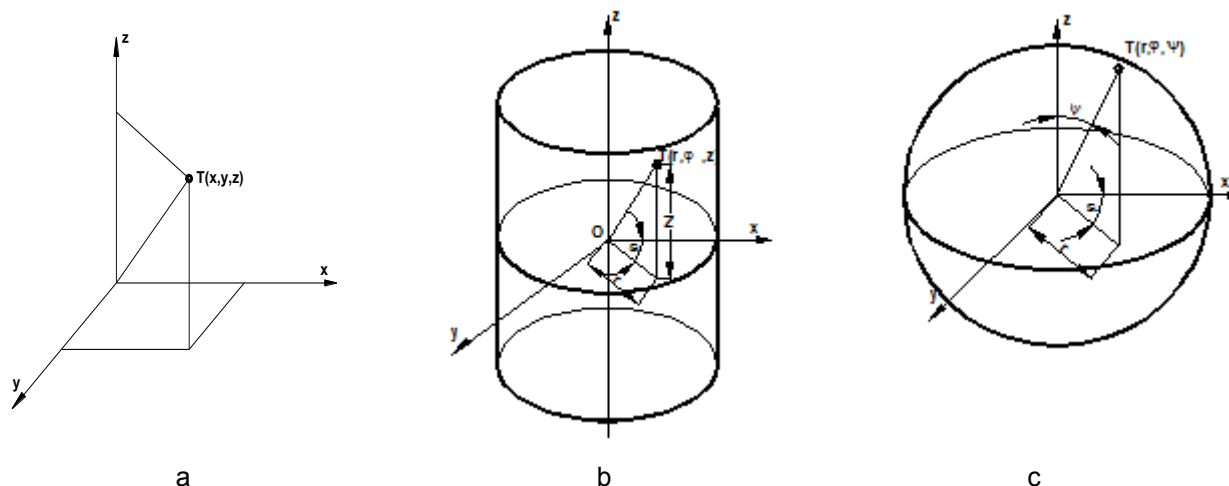


Figura 2.1. Reprezentarea unui punct din spațiu în coordonate:

a - carteziene, b - cilindrice, c - sferice

Dacă temperatura variază în timp, câmpul termic se numește *nestaționar* ($\frac{\partial t}{\partial \tau} \neq 0$). Dacă temperatura nu variază în timp câmpul se numește *staționar* (sau permanent $\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$).

Locul geometric al punctelor care au aceeași temperatură se numește *suprafață izotermă*.

Fluxul de căldură – (flux termic), notat \dot{Q} , reprezintă energia termică ce se transferă printr-un corp sau prin suprafața unui corp (sistem) altui corp (sistem), în unitatea de timp [38].

$$\dot{Q} = \frac{\Delta E}{\Delta \tau} \quad [W] \quad (2.2)$$

Densitate a fluxului de căldură, notată \dot{q} , este o mărime vectorială și reprezintă fluxul de căldură ce traversează unitatea de suprafață:

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{s}, \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.3)$$

2.3. Conducția termică

Conducția termică reprezintă modul de transmitere a căldurii, din aproape în aproape, prin contactul direct între microparticulele unui mediu sau între medii diferite aflate în contact fizic direct, sub influența unei diferențe de temperatură, fără existența unei deplasări aparente a particulelor care alcătuiesc mediile respective.

Mecanismul transferului de căldură prin conducție în corpurile solide, lichide sau gazoase se desfășoară în mod diferit, și anume [38]:

- La corpurile *solide nemetalice* (dielectrice), conducția termică se realizează prin vibrația termică a rețelei cristaline, care poate fi considerată ca o suprapunere de unde acustice și elastice. Astfel, dacă un cristal prezintă două fețe cu temperaturi diferite,

energia termică se transferă prin *fononi* de la fața caldă la cea rece prin radiație acustică, în mod asemănător propagării energiei în spațiu prin unde electromagnetice. Conceptul de fonon în conducția termică este analogul celui de *foton* din teoria radiației electromagnetice;

- La corpurile *solide metalice* și *semiconductoare* conducția termică se realizează prin două procese: transferul de energie prin fononi și transferul de energie cu ajutorul electronilor liberi (de valență). Contribuția electronilor liberi este de 10...30 de ori mai mare decât cea a fononilor;

- La corpurile *lichide* și *gazoase* conducția termică se realizează tot prin două procese: ciocnirea elastică din aproape în aproape între molecule sau atomi, poziția reciprocă a acestora rămânând însă aceeași în spațiu, și deplasarea electronilor liberi.

2.3.1. Legea lui Fourier

Calculul valorii fluxului de căldură transferat prin conducție necesită cunoașterea distribuției de temperatură, distribuție obținută prin rezolvarea ecuațiilor diferențiale ale proceselor care caracterizează conducția [39,40].

Relația de bază a transferului conductiv de căldură a fost stabilită pe cale experimentală (fenomenologică) în anul 1882 de către Fourier.

Se consideră o bară cilindrică dintr-un material cunoscut, izolată pe suprafața laterală, în timp ce capetele sale sunt menținute la temperaturi diferite $t_1 > t_2$ (figura 2.2.) [39,40].

Diferența de temperatură între capete cauzează un transfer de căldură conductiv, pozitiv în direcția axei x . Se constată că fluxul de căldură unidirecțional stabilit prin bară este direct proporțional cu aria secțiunii transversale S a acesteia și cu diferența de temperatură $\Delta t = t_2 - t_1$ între capete, în schimb este invers proporțional cu lungimea barei, pe care am notat-o cu Δx . Cele trei efecte pot fi sintetizate matematic astfel [39,40]:

$$\dot{Q}_x \approx S \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} \quad (2.4)$$

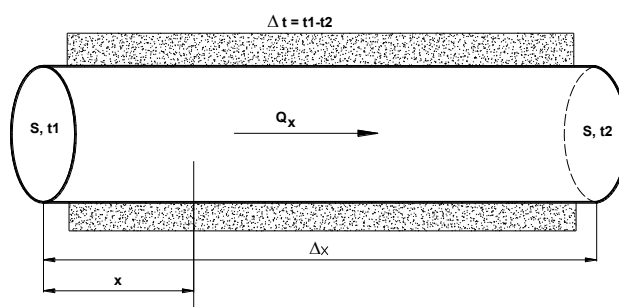


Figura 2.2. Legea lui Fourier

Dacă se schimbă materialul din care este confecționată bara, se constată că proporționalitatea (2.5) rămâne valabilă, în schimb valoarea fluxului se modifică (în condițiile în care S , Δt și Δx rămân aceiași). Această observație sugerează că relația de proporționalitate (2.5) poate fi transformată în egalitate dacă se introduce un coeficient care să caracterizeze proprietățile de transport termic conductiv ale materialului [39,40]. Deci:

$$\dot{Q}_x = \lambda \cdot S \cdot \frac{\Delta t}{\Delta x} [W] \quad (2.5)$$

unde $\lambda \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$ se numește *conductivitate termică* fiind o proprietate de material. Dacă se trece la limită în (2.5) pentru $\Delta x \rightarrow 0$ se obține fluxul termic local sub forma:

$$\dot{Q}_x = -\lambda \cdot S \cdot \frac{dt}{dx} [W], \quad \text{sau} \quad \dot{Q}_x = -\lambda \cdot S \cdot \text{grad}t [W] \quad (2.6)$$

Semnul minus din relațiile (2.6) indică faptul că sensul de propagare a căldurii se face în sensul descreșterii temperaturii, adică în sensul în care gradientul de temperatură este negativ [39].

Densitatea fluxului termic (sau fluxul termic unitar) este dat de relația:

$$\dot{q}_x = \frac{\dot{Q}_x}{S} = -\lambda \cdot \frac{dt}{dx} = -\lambda \cdot \text{grad}t \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.7)$$

Densitatea fluxului termic este o mărime vectorială, fiind paralelă și opusă gradientului de temperatură, deci perpendiculară pe orice suprafață izotermă. În schimb, fluxul termic, ca produs între vectorul densitate de flux și aria suprafeței perpendiculare pe direcția gradientului de temperatură este un produs scalar a doi vectori, deci un scalar [39,40].

Ca urmare a acestor observații, legea lui Fourier se poate exprima sub o formă generală astfel:

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \nabla t = -\lambda \cdot \left(\vec{i} \frac{\partial t}{\partial x} + \vec{j} \frac{\partial t}{\partial y} + \vec{k} \frac{\partial t}{\partial z} \right) \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.8)$$

Ecuția (2.8) exprimă implicit perpendicularitatea lui \vec{q} pe suprafețele izoterme. De aceea, legea generală a lui Fourier se poate formula scalar sub forma:

$$\dot{q}_n = -\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial n} \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.9)$$

unde \dot{q}_n este densitatea fluxului termic pe direcția n , direcție perpendiculară pe suprafețele izoterme [39,40].

2.3.2. Conductivitatea termică

Proprietățile termofizice ale materiei sunt deosebit de importante în analiza proceselor de transfer de căldură. Acestea se împart în [39,40]:

⇒ proprietăți de transport:

- conductivitatea termică λ
- vâscozitatea cinematică ν
- coeficientul de difuzie D

⇒ proprietăți termodinamice:

- densitatea ρ ;
- căldura specifică c .

Utilizarea legii lui Fourier presupune cunoașterea conductivității termice, o proprietate de transport care indică eficiența transferului de energie prin procesul de conducție. Conductivitatea termică depinde de structura fizică a materiei, care la rândul ei depinde de starea de agregare. Considerând mecanismul conducției așa cum l-am descris ceva mai înainte, se poate intui că proprietatea de conductivitate termică este în

general mai mare la un solid decât la un lichid și mai mare la un lichid decât la un gaz. Acest aspect se datorează în mare măsură diferențelor în spațiul intermolecular de la o stare de agregare la alta.

Deoarece, la transmiterea căldurii, existența unui gradient termic presupune temperaturi diferite în diferite puncte, interesează în mod deosebit variația conductivității termice cu temperatura. Cercetările experimentale au arătat că pentru majoritatea substanțelor variația lui λ cu temperatura poate fi aproximată printr-o funcție liniară de forma [39,40]:

$$\lambda = \lambda_0 [1 + \beta(t - t_0)] \left[\frac{W}{m \cdot K} \right] \quad (2.10)$$

unde λ_0 corespunde unei temperaturi de referință t_0 , iar β este un coeficient caracteristic fiecărui material. Este convenabilă alegerea valorii de 0°C pentru t_0 , caz în care (2.10) devine [39,40]:

$$\lambda = \lambda_0 (1 + \beta t) \left[\frac{W}{m \cdot K} \right] \quad (2.11)$$

În relația (2.10) temperatura poate fi exprimată atât în [K] cât și în $^\circ\text{C}$, în schimb, în relația (2.11) temperatura trebuie exprimată obligatoriu în $^\circ\text{C}$, t reprezentând de fapt o diferență de temperatură.

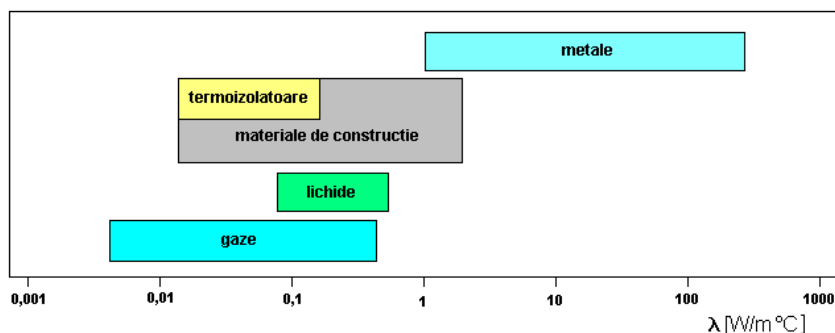


Figura 2.3. Spectrul de valori pentru conductivitatea termică a diverselor categorii de substanțe

Materialele care au $\lambda < 0,2\text{W}/(\text{mK})$ poartă denumirea de **materiale termoizolante** (figura 2.3). Cele mai multe izolații termice sunt din materiale cu conductivitate termică scăzută, confecționate sau combinate astfel încât să conducă la o și mai mică valoare pentru λ . În izolațiile de tip fibră, pudră sau vată, materialul solid este dispersat fin într-un spațiu cu aer. Conductivitatea termică depinde în acest caz de proprietățile termice ale materialului solid, ca și de mărimea interspațiilor de aer. În alte cazuri, izolațiile termice reprezintă o rețea rigidă, în care spațiile goale au fost formate prin lipirea sau topirea de porțiuni de material solid, astfel încât să nu comunice între ele. Exemple de astfel de izolații sunt materialele *expandate* (numite și *spume*), în special cele de plastic sau sticlă. *Izolațiile reflectice* sunt realizate din multe straturi paralele de folii subțiri puternic reflectice, distanțate cât să reflecte căldura radiată înapoi la sursă. Spațiul dintre folii este mic, împiedicând o eventuală mișcare de convecție liberă a aerului conținut. La izolațiile de mare performanță acest spațiu este vidat [39,40].

Pentru materialele metalice, conductivitatea termică se încadrează în intervalul 2-414W/mK. Cea mai mare conductivitate termică o are argintul, urmat de cupru, aur și aluminiu. Se poate observa la metale o analogie în ceea ce privește valorile conductivității termice și cele ale conductibilității electrice. Există deci o similitudine referitoare la comportarea termică și electrică a metalelor. Explicația constă în faptul că baza ambelor fenomene (conducția termică și cea electrică) o constituie difuzia

electronilor liberi. Valorile lui λ pentru cele mai multe metale scad cu creșterea temperaturii și de asemenea scad brusc în prezența unor impurități. Aliajele a valori mai mici ale lui λ decât metalele pure din care se compun [39,40].

2.3.3. Ecuația diferențială generală a conducției termice

Obiectivul major al analizei transferului de căldură îl reprezintă determinarea câmpului de temperaturi sau a distribuției spațiale a temperaturii într-un mediu, rezultate din condițiile specifice impuse fiecărui caz. Odată distribuția cunoscută, fluxurile de căldură se pot calcula prin aplicarea legii lui Fourier [39,40].

Ecuația diferențială generală a conducției termice, în coordonate carteziane (rectangulare) este prezentată în relația 2.12. Această ecuație stabilește că, în orice punct din mediul considerat, variația energiei termice conținute în unitatea de volum trebuie să fie egală cu căldura netă transferată prin conducție acelei unități de volum, plus fluxul termic volumetric generat [39,40].

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{\rho \cdot c} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \cdot \frac{\partial t}{\partial z} \right) \right] + \frac{\dot{q}_v}{\rho \cdot c} \quad (2.12)$$

La majoritatea materialelor, în special dacă diferențele de temperatură sunt mici (nu depășesc zeci de grade) conductivitatea termică λ poate fi considerată o mărime constantă în raport cu temperatura și coordonatele respectiv ecuația generală (2.13) ia forma următoare [39, 40]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \cdot \nabla^2 t + \frac{\dot{q}_v}{\rho \cdot c} \quad (2.13)$$

Expresia $\frac{\lambda}{\rho \cdot c}$ se notează uzual cu a și reprezintă *difuzivitatea termică* a materialului.

2.3.4. Conducția termică în regim staționar unidirecțional, fără surse interne de căldură

Conducția termică în regim staționar unidirecțional, fără surse interne de căldură se referă la conducția prin pereți, care pot fi [39,40]:

- pereți plani (omogeni sau neomogeni);
- pereți cilindrici (omogeni sau neomogeni);
- pereți sferici (omogeni sau neomogeni).

Cazul cel mai răspândit este acela al conducției prin pereți plani omogeni (figura 2.4.). Considerăm un perete plan omogen, de grosime δ și cu o extindere infinită după axele y și z [39,40].

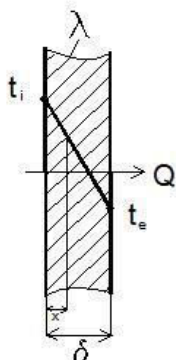


Figura 2.4. Perete plan omogen

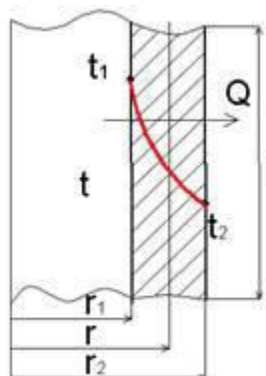
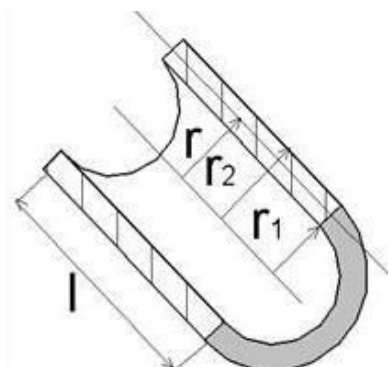


Figura 2.5. Conducția printr-un perete cilindric omogen



Variația temperaturii pe secțiunea peretelui:

$$t = -\frac{\dot{Q}}{\lambda \cdot S} \cdot x + t_i \quad (2.14)$$

Fluxul termic transmis prin perete :

$$\dot{Q} = \frac{(t_i - t_e)}{\frac{\delta}{\lambda \cdot S}} [W] \quad (2.15)$$

Densitatea fluxului de căldură transmis prin perete:

$$\dot{q} = \frac{\dot{Q}}{S} = \frac{t_i - t_e}{\frac{\delta}{\lambda}} \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.16)$$

Conducția termică prin pereți cilindrici omogeni și neomogeni apare frecvent în practică în legătură cu transportul unor fluide calde sau reci prin conducte. Se consideră o conductă cilindrică cu perete omogen și cu o lungime mult mai mare decât diametrul (figura 2.5.) [39,40].

Fluxul termic transmis:

$$\dot{Q} = \frac{2\pi\lambda L(t_1 - t_2)}{\ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{L(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (2.17)$$

Densitatea fluxului \dot{q} :

$$\dot{q}_1 = \frac{t_1 - t_2}{\frac{r_1}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}}; \quad \dot{q}_2 = \frac{t_1 - t_2}{\frac{r_2}{\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} \quad (2.18)$$

Densitate liniară de flux de căldură, notată cu \dot{q}_L , și reprezintă fluxul de căldură transmis printr-un metru liniar de conductă [39,40].

$$\dot{q}_L = \frac{\dot{Q}}{Ll} = \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{r_2}{r_1}} \left[\frac{W}{m} \right] \quad (2.19)$$

Conducția termică prin pereți cilindrici neomogeni (figura 2.6.) este cazul întâlnit în practică, referitor la transferul termic prin pereții unor conducte izolate pe suprafața exterioară.

Considerăm un perete cilindric format din două straturi cu proprietăți diferite.

Sunt cunoscute dimensiunile: r_1 , r_2 , r_3 și conductivitatea termică pentru straturile λ_1 și λ_2 . Se cunosc de asemenea, temperaturile extreme t_1 și t_3 , urmând a se determina densitatea liniară a fluxului de căldură prin conductă [39,40].

Densitatea liniară de flux termic ce se transmite prin perete, este dată de relația:

$$\dot{q}_L = \frac{t_1 - t_3}{\frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2}} \left[\frac{W}{m} \right] \quad (2.20)$$

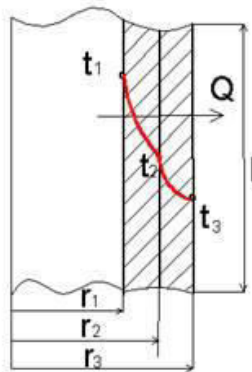


Figura 2.6. Conducția printr-un perete cilindric neomogen

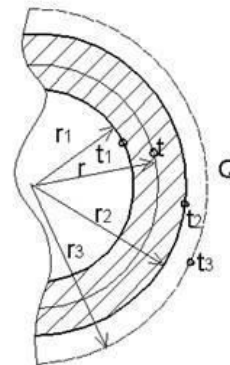


Figura 2.7. Conducția printr-un perete sferic omogen

Conducția termică prin pereți sferici omogeni (figura 2.7.) este cazul întâlnit în practică la depozitarea fluidelor aflate, de obicei la temperaturi diferite de cea a mediului ambiant, în recipiente sferice. Se cunosc, dimensiunea peretelui sferic: r_1 și r_2 , precum și λ . De asemenea se mai cunosc temperaturile t_1 și t_2 de pe fața interioară și exterioară a peretelui [39,40].

Fluxul de căldură transmis are următoarea relație:

$$\dot{Q} = \frac{4\pi(t_1 - t_3)}{\frac{1}{\lambda_1} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) + \frac{1}{\lambda_2} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} \right)} \quad [\text{W}] \quad (2.21)$$

2.4. Trecerea căldurii (transferul global de căldură) în regim staționar unidirecțional, fără surse interne de căldură

Pentru câmpuri unidirecționale de temperatură, în majoritatea cazurilor practice, transferul de căldură se realizează de obicei între două fluide separate printr-un perete omogen sau neomogen, care poate fi: plan, cilindric sau sferic. Un exemplu elocvent îl reprezintă curgerea unui fluid printr-o conductă cilindrică. Ceea ce se cunoaște în asemenea cazuri este temperatura celor două fluide și dimensiunile geometrice precum și proprietățile fizice ale peretelui. În practică, de fapt nu se cunoaște temperatura peretelui, cum am considerat în cazurile anterioare [39,40].

Trecerea căldurii prin pereți plani neomogeni

Trebuie să determinăm temperaturile: t_1 , t_2 , t_3 și fluxul de căldură schimbat de la fluidul 1 la fluidul 2 (figura 2.8.). Între fluidul 1 și perete căldura se transmite prin fenomenul numit convecție termică. Dacă fluidul 1 este cel puțin un gaz triatomic, transferul de căldură între el și perete se realizează și prin radiație termică. În interiorul peretelui căldura se transmite prin conducție, iar de la perete la fluidul 2, căldura se transmite prin convecție sau prin convecție și radiație, în funcție de natura fluidului 2.

Un asemenea fenomen de transfer termic între două fluide prin intermediul unui perete se numește *trecere de căldură sau transfer termic global* [39,40].

Fluxul de căldură care se schimbă între fluidul 1 și perete este dat de relația:

$$\dot{Q} = \alpha_1 \cdot S \cdot (t_{f1} - t_1) \quad [\text{W}] \quad (2.22)$$

unde α_1 este coeficientul de transfer de căldură de la fluidul 1 la perete, care poate avea două componente, și anume:

$$\alpha_1 = \alpha_{1c} + \alpha_{1R} \quad (2.23)$$

unde: α_{1c} -coeficient de transfer de căldură prin convecție;
 α_{1R} -coeficient de transfer de căldură prin radiație.

$$\alpha_1 = \frac{\dot{Q}}{S \cdot (t_{f1} - t_1)} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \quad (2.24)$$

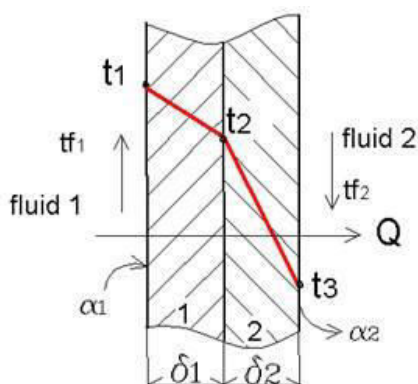


Figura 2.8. Trecerea căldurii prin pereți plani neomogeni

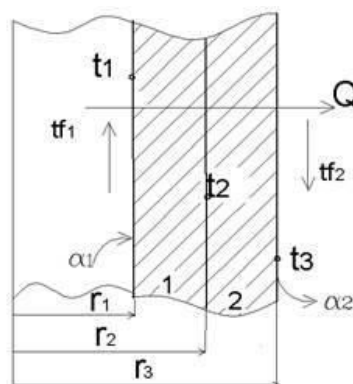


Figura 2.9. Trecerea căldurii prin pereți cilindrici neomogeni

În interiorul peretelui căldura se transmite conductiv, iar fluxul termic este [39,40]:

$$\dot{Q} = \frac{t_1 - t_3}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2}} \cdot S \quad [W] \quad (2.25)$$

Fluxul de căldură care se schimbă între perete și fluidul 2 este dat de relația:

$$\dot{Q} = \alpha_2 \cdot S \cdot (t_3 - t_{f2}) \quad [W] \quad (2.26)$$

$$\alpha_2 = \alpha_{2c} + \alpha_{2R} \quad (2.27)$$

unde S reprezintă suprafața de schimb de căldură.

Densitatea fluxului termic este:

$$\dot{q} = \frac{t_{f1} - t_{f2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.28)$$

Aceeași densitate de flux termic o putem exprima și cu formula:

$$\dot{q} = k(t_{f1} - t_{f2}) \quad (2.29)$$

unde k se numește coeficient global de trecere de căldură și are expresia:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \quad (2.30)$$

Cunoscând acum densitatea fluxului de căldură, se pot calcula rapid temperaturile peretelui [39,40].

Pentru un perete neomogen cu n straturi, coeficientul global de trecere a căldurii este:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \quad (2.31)$$

Frecvent se pune în practică această problemă în legătură cu transportul fluidelor calde sau reci prin conducte (figura 2.9.) [39,40].

În regim staționar, fluxul de căldură transmis are aceeași valoare în orice secțiune coaxială cu peretele cilindric.

$$\dot{Q} = \alpha_1 \cdot 2\pi \cdot r_1 \cdot L \cdot (t_{f1} - t_1) = \frac{(t_1 - t_3) \cdot L}{\frac{1}{2\pi\lambda_1} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2}} = \alpha_2 \cdot 2\pi \cdot r_3 \cdot L \cdot (t_3 - t_{f2}) \quad (2.32)$$

unde L reprezintă lungimea conductei.

$$\dot{Q} = \frac{(t_{f1} - t_{f2}) \cdot L}{\frac{1}{2\pi r_1 \cdot \alpha_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2} + \frac{1}{2\pi r_3 \alpha_2}} [W] \quad (2.33)$$

Densitatea liniară de flux termic schimbat între fluidele 1 și 2 este dată de relația:

$$\dot{q}_L = \frac{\dot{Q}}{L} = \frac{(t_{f1} - t_{f2})}{\frac{1}{2\pi r_1 \cdot \alpha_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_1} \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{1}{2\pi\lambda_2} \ln \frac{r_3}{r_2} + \frac{1}{2\pi r_3 \alpha_2}} \left[\frac{W}{m} \right] \quad (2.34)$$

Pentru cazul general al unui perete cilindric cu n straturi avem:

$$\dot{q}_L = \frac{\pi \cdot (t_{f1} - t_{f2})}{\frac{1}{d_1 \alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2 \cdot \lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{d_{n+1} \cdot \alpha_2}} = \pi \cdot k_L \cdot (t_{f1} - t_{f2}) \left[\frac{W}{m} \right] \quad (2.35)$$

unde k_L reprezintă coeficientul de trecere a căldurii prin peretele cilindric:

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{d_1 \cdot \alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} + \frac{1}{d_{n+1} \cdot \alpha_2}} \left[\frac{W}{m \cdot K} \right] \quad (2.36)$$

Se observă din relațiile (2.31) și (2.36) că unitățile de măsură pentru k , corespunzător peretelui plan și respectiv k_L corespunzător peretelui cilindric, sunt diferite. Înseamnă că nu se pot compara valorile numerice ale celor doi coeficienți [39,40].

2.5. Convecția termică

Convecția termică reprezintă transferul de căldură ce se realizează între un fluid în mișcare și peretele care îl delimitează, în condițiile existenței unui gradient de temperatură, între suprafața peretelui și fluidul respectiv.

Mișcarea fluidului poate să fie o mișcare liberă sau o mișcare forțată, în consecință putem vorbi despre *convecția liberă*, respectiv *convecția forțată*.

În mișcarea liberă a fluidului, porțiuni din acesta se deplasează relativ față de alte porțiuni, datorită diferențelor de densitate între acestea, diferențe cauzate la rândul lor de diferențele de temperatură în diferite zone ale fluidului.

În cazul convecției forțate antrenarea fluidului se face artificial cu ajutorul unor agregate specifice (pompe, ventilatoare, compresoare, etc.).

Din punct de vedere hidro-dinamic, putem distinge două cazuri de curgere a fluidului și anume:

- *curgerea laminară* – presupune o deplasare a porțiunilor din fluid, paralel relativ unele față de altele, astfel încât liniile de curent să fie paralele, în consecință vectorul viteză pentru o particulă să prezinte doar o componentă longitudinală;

- regimul *turbulent* de curgere – liniile de curent se întrepătrund, având ca rezultat o întrepătrundere a porțiunilor de fluid în mișcare, ducând la apariția unei componente transversale a vectorului viteză de deplasare.

Indiferent dacă regimul de curgere este laminar sau turbulent, dacă avem o convecție liberă sau forțată, în apropierea peretelui delimitator, între acesta și fluid, se creează un așa zis *strat limită*, cu grosime foarte mică și în care curgerea este întotdeauna laminară.

Acest strat limită este aderent la perete și în cazul unor curgeri izoterme, viteza de curgere pe grosimea statului variază de la zero - la perete, la viteza din masa fluidului. Deoarece curgerea în stratul limită se realizează în regim laminar, transferul de căldură în acest strat se desfășoară exclusiv prin conducție termică [39,40].

În concluzie putem spune că transferul de căldură prin convecție se reduce de fapt la un transfer de căldură prin conducție în stratul limită. Din aceste considerente pentru fenomenul de convecție sunt definitorii, printre altele, proprietățile termo-fizice ale fluidului [39,40]:

- conductivitate termică λ_f ;
- căldura specifică c_p ;
- densitatea fluidului ρ_f ;
- vâscozitatea dinamică η ;
- vâscozitatea cinematică ν ;
- difuzivitatea termică $a = \frac{\lambda_f}{c_p \cdot \rho_f}$.

De asemenea, pentru caracterizarea fenomenului de convecție, mai sunt necesare temperatura peretelui și temperatura fluidului.

Pentru calculul căldurii schimbate prin convecție, se utilizează relația lui Newton, care exprimă *fluxul de căldură* transmis între un fluid și peretele care îl delimitează:

$$\dot{Q} = \alpha_c \cdot A (t_f - t_p) \quad [W] \quad (2.37)$$

unde: α_c - coeficient de convecție, $[W/(m^2K)]$;

A - suprafața de schimb de căldură între fluid și perete, $[m^2]$;

t_f - temperatura fluidului, $[K]$ sau $[^\circ C]$;

t_p - temperatura peretelui, $[K]$ sau $[^\circ C]$.

Pentru determinarea coeficientului α_c , se poate recurge la metoda analitică, care presupune utilizarea unor ecuații fundamentale ale curgerii fluidelor și ecuații care descriu fenomenul de convecție. Aceste ecuații sunt [38-40]:

- ecuația de mișcare pentru fluide;
- ecuația de continuitate;
- ecuația conducției pentru fluide în mișcare;
- ecuația de contur.

2.6. Radiația termică

Prin radiație termică se înțelege acea radiație electromagnetică care provoacă efect termic asupra corpurilor. Radiația termică este emisă de un corp datorită temperaturii sale și se realizează prin transformarea energiei interne în energie a undelor electromagnetice.

Din spectrul practic infinit al radiației electromagnetice, o porțiune relativ îngustă o reprezintă radiația termică. Aceasta este formată din radiația luminoasă și din cea infraroșie. Spectrul luminos reprezintă radiația cu lungimea de undă cuprinsă între 0,36-0,78 μm . Radiația infraroșie are lungime de undă cuprinsă între 0,78...360 μm . Radiația corpurilor cu temperaturi mai mici de 500°C este situată în întregime în domeniul infraroșu.

Radiația termică este caracteristică tuturor corpurilor, cu excepția gazelor mono și biatomice. În afară de acestea, orice corp emite și recepționează radiație termică, la orice temperatură s-ar afla [38-40].

Legea lui Planck se referă la corpul care emite radiație termică. Se pune problema să se determine legătura dintre energia emisă prin radiație de un corp oarecare, temperatura absolută a corpului și lungimea de undă pe care acesta emite. Se consideră, dintre toate corpurile radiante, acela care pe unitatea de suprafață și pentru o anumită lungime de undă, emite cantitatea de energie maximă posibil la o anumită temperatură. Acest corp poartă denumirea de *corp absolut negru*. Expresia legii lui Planck este următoarea [39,40]:

$$I_{\lambda_N} = c_1 \cdot \frac{\lambda^{-5}}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1} \left[\frac{W}{m^2 \cdot \mu m} \right] \quad (2.38)$$

unde: I_{λ_N} este intensitatea de radiație a corpului absolut negru pe lungimea de undă λ (sau puterea emisivă monocromatică);

T – temperatura absolută la care se află corpul;

c_1, c_2 – constantele de radiație ale lui Planck.

Legea lui Wien este exprimată de următoarea relație:

$$\lambda_{(I \rightarrow \max)} \cdot T = ct . \quad (2.39)$$

Legea Stefan – Boltzmann stabilește, folosind legea lui Planck, dependența de temperatură a puterii totale de emisie a corpului absolut negru [39,40]:

$$E_N = \sigma_N \cdot T^4 \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (2.40)$$

unde $\sigma_N = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$ reprezintă *constantă Stefan – Boltzmann* și a fost obținută experimental de către Stefan în 1879 și apoi teoretic de către Boltzmann, în 1884.

Legea lui Kirchhoff (1882) stabilește legătura dintre proprietățile emisivă și cele absorbante ale aceluiași corp [39,40]:

$$\varepsilon_1 = A_1 \quad (2.41)$$

Relația (2.41) reprezintă legea lui Kirchhoff și exprimă faptul că, la aceeași temperatură, factorul energetic de emisie al unui corp este identic cu factorul energetic de absorbție al aceluiași corp. Legea poate fi aplicată și corpurilor selective, caz în care se poate scrie:

$$\varepsilon_\lambda = A_\lambda \quad (2.42)$$

Se pune frecvent în tehnică problema diminuării fluxului de căldură transmis prin radiație între două corpuri. Apar astfel două situații [39,40]:

- în prima se dorește limitarea pierderilor de căldură ale unei mașini spre exterior, pierderi produse datorită radiației termice;

- a doua ar fi cea în care se pune problema protecției împotriva radiațiilor termice emise de diverse corpuri.

Cu ajutorul relației de mai jos se poate determina valoarea temperaturii paravanului. O problemă delicată constă în alegerea materialului din care este confecționat paravanul astfel încât acesta să reziste la temperatura T_p .

$$\left(\frac{T_p}{100}\right)^4 = \frac{\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_p} - 1} \left(\frac{T_1}{100}\right)^4 + \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \left(\frac{T_2}{100}\right)^4}{\frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_p} - 1} + \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_p} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}} \quad (2.43)$$

Efectul paravanului asupra schimbului de căldură prin radiație între cei doi pereți se poate pune în evidență prin raportul densităților fluxurilor termice transmise între cei doi pereți în prezența paravanului și respectiv în absența acestuia:

$$\psi = \frac{\dot{q}_{(1-2)p}}{\dot{q}_{1-2}} = \frac{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} + 2 \left(\frac{1}{\varepsilon_p} - 1 \right)} \quad (2.44)$$

Se poate observa că singurele mărimi care au influență asupra raportului ψ sunt doar factorii energetici de emisie ai celor trei suprafețe [39,40].

2.7. Concluzii

Existența unor valori diferite ale temperaturii, în cazul unei mișcări libere a unui fluid, generează diferențe de densitate determinând deplasarea relativă a unor porțiuni din acesta în raport cu alte porțiuni ale fluidului respectiv.

Radiația termică reprezintă un palier relativ îngust din spectrul infinit al radiației electromagnetice, fiind formată din radiația luminoasă respectiv infraroșie, corpurile cu valori ale temperaturi sub 500°C , sunt situate în domeniul radiației infraroșii.

Partea a II-a

CERCETĂRI ȘI EXPERIMENTĂRI PRIVIND IMPLEMENTAREA UNOR CONCEPTE PROPRII PENTRU OPTIMIZAREA SISTEMULUI DE ADMISIE A MOTOARELOR CU ARDERE INTERNĂ

CAPITOLUL 3

ELEMENTE COMPONENTE ALE SISTEMULUI DE ADMISIE. CONCEPTE PROPRII

Dezvoltarea într-un ritm exponențial a tehnologiei informației, a făcut posibilă aplicarea unor noi concepte tehnice și optimizarea managementului motorului, cercetările fiind direcționate spre reducerea consumului de combustibil și utilizarea pe scară cât mai largă a combustibililor neconvenționali. Scopul principal al cercetărilor menționate anterior, este reducerea emisiilor poluante, diminuarea utilizării materialelor deficitare, creșterea fiabilității, precum și scăderea poluării fonice.

Experiența acumulată prin monitorizarea în exploatare a parametrilor funcționali ai motoarelor cu ardere internă, a impus optimizarea componentelor sistemului de admisie, cu accent pe caracteristicile și materialele avansate utilizate în fabricarea filtrului de aer.

Studiile prezentate în acest capitol s-au concentrat asupra implementării unor noi concepte proprii privind filtrele multifuncționale denumite supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și deflectoarelor termice.

3.1. Considerații tehnice

Materialele utilizate în construcția filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și deflectoarelor termice trebuie să asigure funcționarea corectă și menținerea caracteristicilor tehnice, rezistentă ridicată la solicitările specifice.

Din considerentele tehnice mai sus menționate, pentru execuția componentelor filtrelor supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și deflectoarelor termice am prevăzut următoarele materiale:

- elementul de filtrare - carton microporos (eficiență medie de filtrare 97%) cu o durată de utilizare între 10 000 – 25 000km în funcție de capacitatea cilindrică;
- carcasă perforată - tablă expandată aplatizată cod MR16x7, oțel DC01(EN 10130) zincat electrolitic, arie deschisă 66%, grosime 0,8mm;
- difuzor intern - tablă oțel DC01 grosime 0,7mm, zincat electrolitic și vopsit în câmp electrostatic (SR EN ISO1460/2002); aliaj de aluminiu Al 6061 (AlMg1SiCu) EN AW-6061, material compozit (matrice polimerică ranforsată cu fibre de sticlă / carbon);
- capac - tablă oțel DC01 grosime 0,7mm, zincat electrolitic și vopsit în câmp electrostatic;
- difuzor frontal – aliaj de aluminiu Al 6061 (AlMg1SiCu) EN AW-6061; material compozit (matrice polimerică ranforsată cu fibre de sticlă / carbon);
- element aerodinamic intern - polyol-isocyanate;
- elemente de legătură (tije filetate și piulițe) - Oțel 1C45 zincate SREN10083-1,2;
- cilindru racord - oțel DC01, aliaj de aluminiu Al 6061 (AlMg1SiCu);
- racorduri de legătură – mase plastice (PVC);
- izolație termică – izolație din polietilenă expandată ROFLEX respectiv RadiantX.

3.2. Filtre de aer supraaspirante

Comparativ cu filtrele de aer clasice, al căror scop este filtrarea aerului, respectiv atenuarea zgomotului, filtrele supraaspirante îndeplinesc următoarele funcții [13,41-43]:

- captează aerul;
- cresc viteza de curgere a aerului aspirat;
- prerăcesc aerul;
- inversează cu 180° fluxul de aer;
- recuperează a anumită cantitate de aer;
- reduc rezistențele gazodinamice;
- cresc coeficientul de umplere.

Dimensionarea filtrelor de aer supraaspirante, se realizează în funcție de caracteristicile sistemelor de admisie (diametrul de cuplare) respectiv de capacitatea cilindrică a motoarelor cu ardere internă, după cum urmează:

- 50-65mm pentru capacități cilindrice sub 1.4l;
- 60-75mm pentru capacități cilindrice cuprinse între 1.4l și 1.8l;
- 70-85mm pentru capacități cilindrice cuprinse între 1.6l și 2.0l;
- 80-100mm pentru capacități cilindrice cuprinse între 2.0l și 4.5l;
- 120-200mm pentru capacități cilindrice de peste 4.5l.

În continuare se prezintă o clasificare a filtrelor supraaspirante în ceea ce privește amplasamentul acestora în compartimentul motor, dimensiunile de gabarit și funcția de captare a aerului.

3.2.1. Filtre supraaspirante cilindrice

În funcție de caracteristicile motorizărilor se stabilesc dimensiunile de gabarit, respectiv raportul dintre lungime și diametru (L/D), a filtrelor supraaspirante cilindrice după cum urmează:

- $L/D > 1$ figura 3.1.a
- $L/D < 1$ figura 3.1.b



a.

b.

Figura 3.1. Filtre supraaspirante cilindrice:

a - $L/D > 1$, b - $L/D < 1$

Filtrele supraaspirante cilindrice sunt confecționate din carton microporos, oțel DC01 respectiv aliaj de aluminiu Al 6061 (tablă, țevă), prin prelucrări mecanice (stunjire, frezare) [13,41- 43].

3.2.2 Filtre supraaspirante cilindrice cu difuzor intern

În figura 3.2. sunt prezentate filtre supraaspirante cu difuzor intern, acestea având funcția suplimentară de accelerare a vitezei aerului la ieșirea din filtru.



a.



b.

Figura 3.2. Filtre supraaspirante cu difuzor intern:

a – motorizari peste 1.6l; b – motorizari sub 1.6l

Difuzorul intern are dimensiuni variabile în funcție de cilindrul motorului, cu cât cilindrul este mai mare și dimensiunile difuzorului sunt mai mari [13, 41- 43].

Materialele utilizate în confecționarea acestui tip de filtre sunt carton microporos, aliaj din aluminiu Al 6061 (tablă, țevă), tehnologia de fabricație cuprinde diferite procedee de prelucrări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).

3.2.3. Filtre supraaspirante cilindrice cu radiatoare de răcire

Filtre supraaspirante cilindrice cu radiatoare de răcire axiale și radiale sunt prezentate în figura 3.3.



a.



b.

Figura 3.3. Filtre supraaspirante cu radiatoare de răcire:

a – cu radiatoare axiale, b – cu radiatoare radiale

Radiatoarele mențin o temperatură scăzută a filtrului, realizându-se un echilibru termic între suprafața pereților acestuia și aerul absorbit, conducând la scăderea temperaturii aerului la ieșirea din filtrul supraaspirant (fenomenul de prerăcire a aerului absorbit) [13, 41- 43].

Filtrele supraaspirante cu radiatoare de răcire sunt confecționate din carton microporos, aliaj de aluminiu Al 6061 (tablă, țevă), prin prelucrări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).

3.2.4 Filtre supraaspirante cu captator extern

Datorită formei geometrice specifice, asigură o bună captare și canalizare a aerului spre interiorul filtrului (prin elementul de filtrare), realizându-se astfel un ușor efect de supraalimentare care variază proporțional cu viteza de deplasare a autovehiculului.

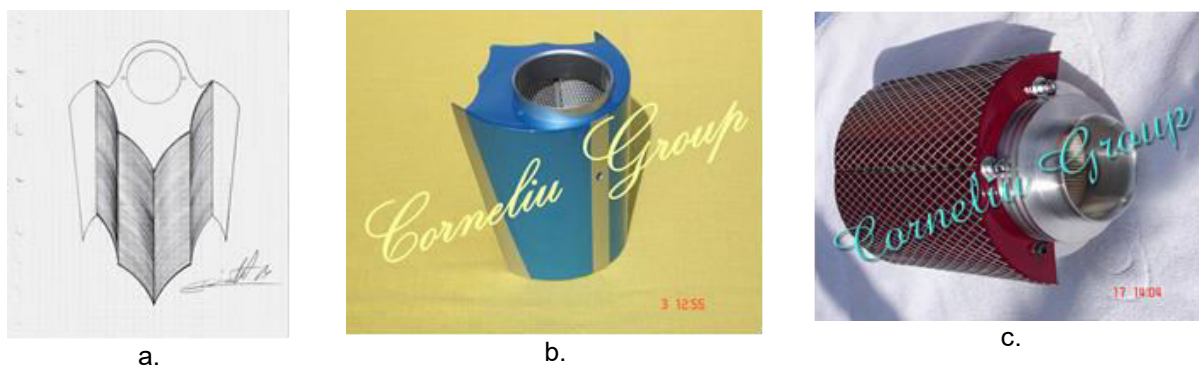


Figura 3.4. Filtre supraaspirante de tip unicaptator:
a– schiță, b,c – modele fizice

Filtrele supraaspirante cu captator extern pot fi: tip unicaptator (figura 3.4) și pluricaptator (figura 3.5), concave sau convexe, funcție de numărul ariilor de filtrare cu posibilitatea dispunerii acestora în anumite unghiuri după arhitectura compartimentului motor ($30^\circ - 270^\circ$) [13, 41- 43].

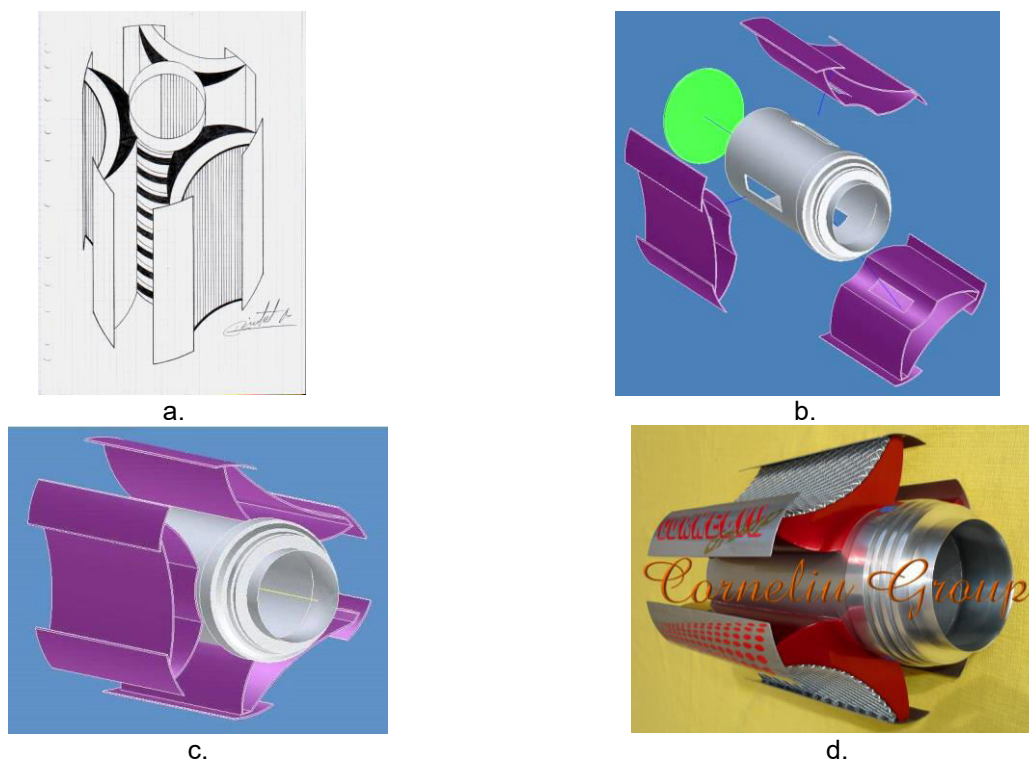


Figura 3.5. Filtru supraaspirant de tip pluricaptator:
a – schiță, b,c – model virtual realizat în AutoDesk Inventor, d – model fizic

Materialele utilizate în confecționarea acestui tip de filtre sunt carton microporos, oțel DC01, aliaj de aluminiu Al 6061 (tablă, țevă), tehnologia de fabricație cuprinde diferite procedee de prelucrări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).

3.2.5. Filtre supraaspirante directe

Filtrele supraaspirante directe (figura 3.6) datorită geometriei formei asigură captarea și aspirarea aerului direct pe axa geometrică a filtrului, fără a modifica direcția fluxului de aer [13, 41- 43].



Figura 3.6. Filtre supraaspirante directe:
a – schiță, b – monodifuzor, c – bidifuzor

Filtrele supraaspirante directe sunt confecționate din aliaj de aluminiu Al 6061 (țeavă), tablă expandată aplatizată și carton microporos prin prelucrări mecanice cum ar fi: strunjire, frezare, rectificare.

3.2.6. Filtre supraaspirante inversate - Brevet de invenție nr. 125034/30.07.2013; Cerere de brevet "Air Filter for Internal Combustion Engines,, nr. US 14/121674 (publicat 04/07/2016)

Filtrele supraaspirante inversate prezentate în figura 3.7., asigură o bună captare concomitent cu inversarea fluxului de aer aspirat cu 180°, mărind coeficientul de umplere. Sunt utile îndeosebi pentru motoarele care utilizează filtre de aer amplasate în sens opus față de direcția de curgere a aerului (filtre instalate în partea posterioară a motorului). Filtrul supraaspirant inversat W (Air Filter for Internal Combustion Engines) prezentat în figura 3.7.f., este o variantă optimizată a filtrelor inversate, care pe lângă funcțiile amintite anterior, adițional permite recuperarea fluxului de aer [13, 41- 46].

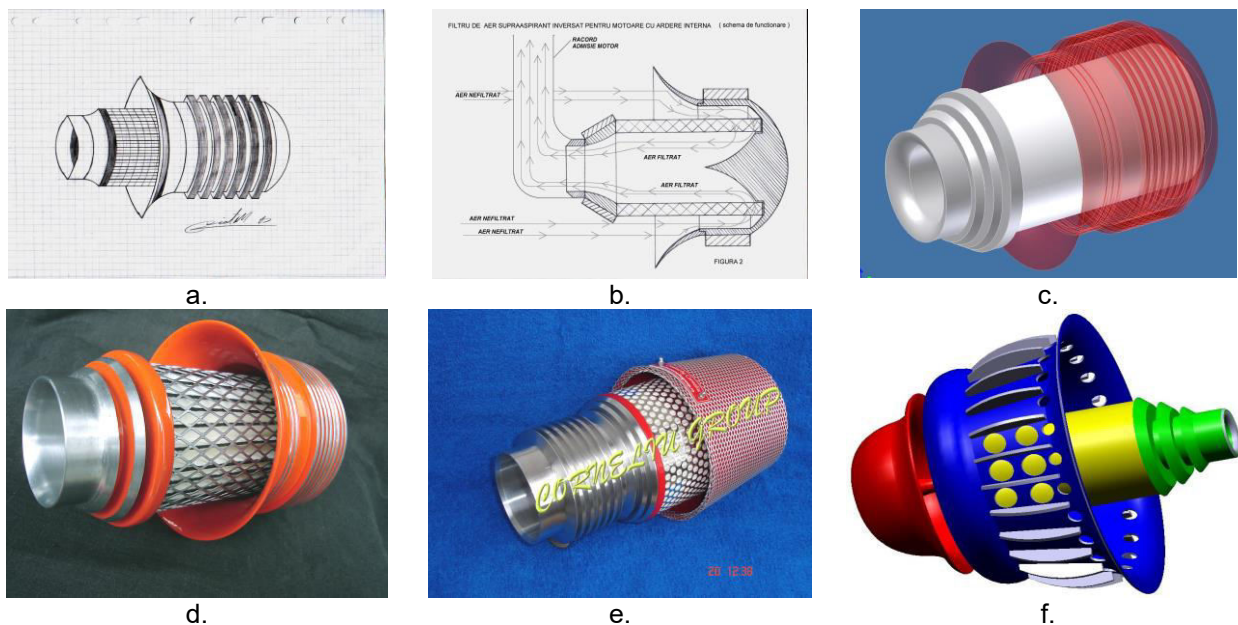


Figura 3.7. Filtre supraaspirante inversate:
a,b – schițe; c – model virtual realizat în AutoDesk Inventor;
d – prototip; e - Honda Civic R type, f – filtrul inversat W

Materialele utilizate în confecționarea acestui tip de filtre sunt aliaj de aluminiu Al 6061 (tablă, țevă), carton microporos tehnologia de fabricație cuprinde diferite procedee de prelucări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).

3.2.7. Filtre supraaspirante supliforme

Concepul de supliform a fost dezvoltat pentru motoare cu o capacitate cilindrică de peste 3.5l, dotate cu instalații de spralimentare, pe considerente de spațiu limitat, fiind necesare dimensiuni de gabarit reduse pentru filtrul supraaspirant. Prin forma geometrică aceste filtre permit multiplicarea funcțiilor și anume: captare, creșterea vitezei și răcirea aerului absorbit. Filtrele supraaspirante supliforme pot fi *cu o singură arie de filtrare și captator extern* (figura 3.8) respectiv *cu arie dublă de filtrare* (figura 3.9) [13, 41-43].

În construcția filtrelor supraaspirante supliforme se utilizează următoarele materiale: tablă expandată aplatizată, oțel DC01, aliaj de aluminiu Al 6061 (tablă, țevă) și carton microporos, tehnologia de fabricație cuprinde diferite procedee de prelucări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).

Filtrul de aer supliform se montează radial față de axa geometrică a autovehiculului (perpendicular pe direcția de mers), pentru obținerea unui randament optim de captare (figura 3.10) [13, 42].

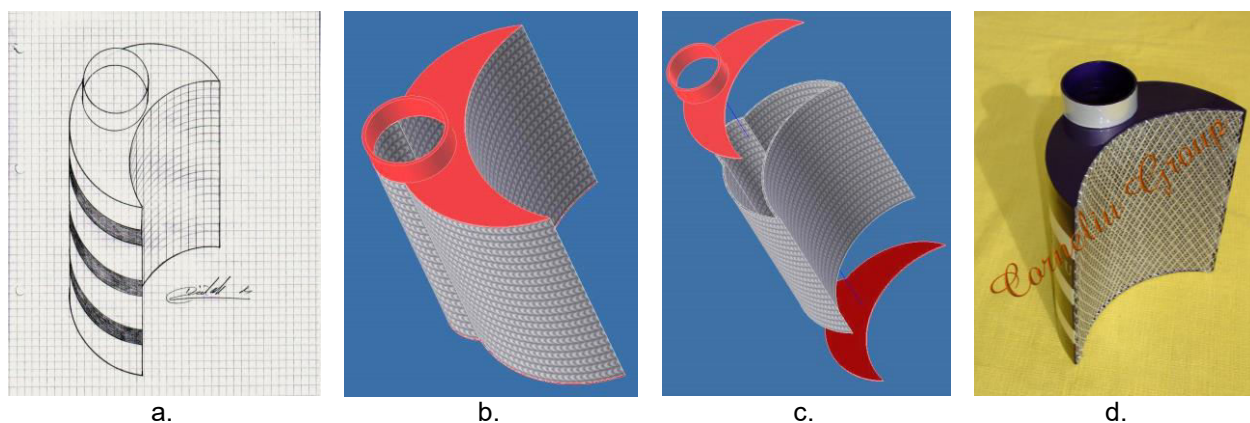


Figura 3.8. Filtru supraaspirant supliform cu o singură arie de filtrare și captator extern:
a – schiță; b – model virtual realizat în AutoDesk Inventor;
c – model virtual explodat, d – model fizic.

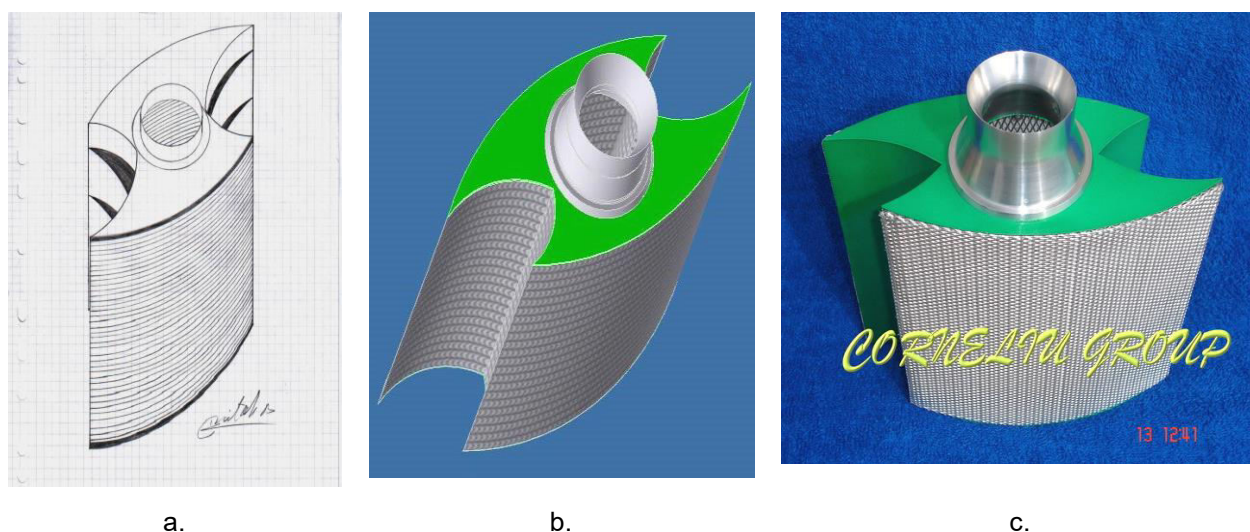


Figura 3.9. Filtru supraaspirant supliform cu arie dublă de filtrare
a – schiță; b – model virtual realizat în AutoDesk Inventor; c – model fizic



a



b

Figura 3.10. Filtrul supliform:

a – amplasament, b – prezentare efect captare (pentru vizualizare se scanează QR codul cu telefonul)

Filtrul de aer supliform cu o singură arie de filtrare este alcătuit dintr-un captator extern axial de formă cilindro-concavă, mărginit de elementul de filtrare, suprafețele de concentrare și cilindrul racord (figura 3.11) [13, 41- 43].



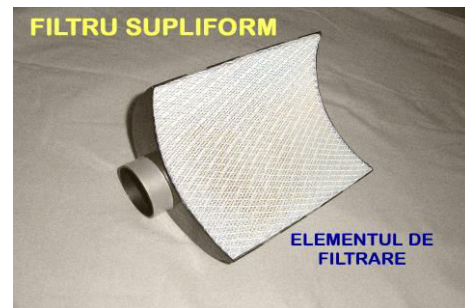
a.



b.



c.



d.

Figura 3.11. Filtrul de aer supliform cu o singură arie de filtrare:

a - captatorul extern axial, b - suprafața de concentrare posterioară, c - suprafața de concentrare și cilindrul racord, d - elementul de filtrare

Captatorul extern axial (figura 3.11.a) este închis în plan radial cu două suprafețe de concentrare (figura 3.11.b,c) respectiv elementul de filtrare (figura 3.11.d) este încastrat între marginile captatorului și suprafețele de concentrare. Pe una din suprafețele de concentrare este poziționat cilindrul racord (figura 3.11.c) care asigură cuplarea filtrului supliform cu admisia motorului. Elementul de filtrare are forma semicilindrică concavă (figura 3.11.d) și definește aria aflată între marginile captatorului și suprafețele de concentrare. Este alcătuit din carton micronic, dispus astfel încât formează aria laterală a elementului de filtrare (în secțiune radială cartonul micronic este în formă de W). Cartonul asigură o filtrare fină (micronică) și este învelit pe exterior cu o sită milimetrică, care permite filtrarea grosieră (milimetrică) a aerului [13, 41-43].

3.2.8. Filtru de aer supraaspirant FSU - Brevet de invenție nr. 126019/28.12.2012, Produs certificat RAR-OPC nr. 3937/24.10.2012

Acest filtru de aer este destinat uniformizării, turbionării și purificării aerului utilizat la formarea amestecului carburant în motoarele cu ardere internă [13, 41- 48].

Problema tehnică pe care o rezolvă acest filtru constă în creșterea volumului de aer filtrat disponibil pentru procesul de admisie a motorului.

Materialele utilizate în confecționarea acestui tip de filtre sunt carton microporos, tablă expandată aplatizată, polyol-isocyanate, oțel DC01 (tablă), tehnologia de fabricație cuprinde diferite procedee de prelucrări mecanice (ambutisare, strunjire, frezare, rectificare).

Carcasa perforată 1 a filtrului de aer supraaspirant (figura 3.12.a,c) este prevăzută la unul din capete cu un difuzor intern 2. Acesta are fixat, în partea opusă carcasei perforate 1, un racord cilindric 3, prin care se realizează conexiunea cu galeria de admisie a motorului cu ardere internă. Carcasa perforată 1 are fixat, prin montaj amovibil, pe partea opusă difuzorului intern 2, un capac de închidere 4 cu conul intern 5. Pe exteriorul conului intern 5, sunt patru sau mai multe aripioare C de direcționare și turbionare. În interiorul carcasei perforate 1 se află elementul 6 de filtrare, de formă cilindrică [13, 41-48].

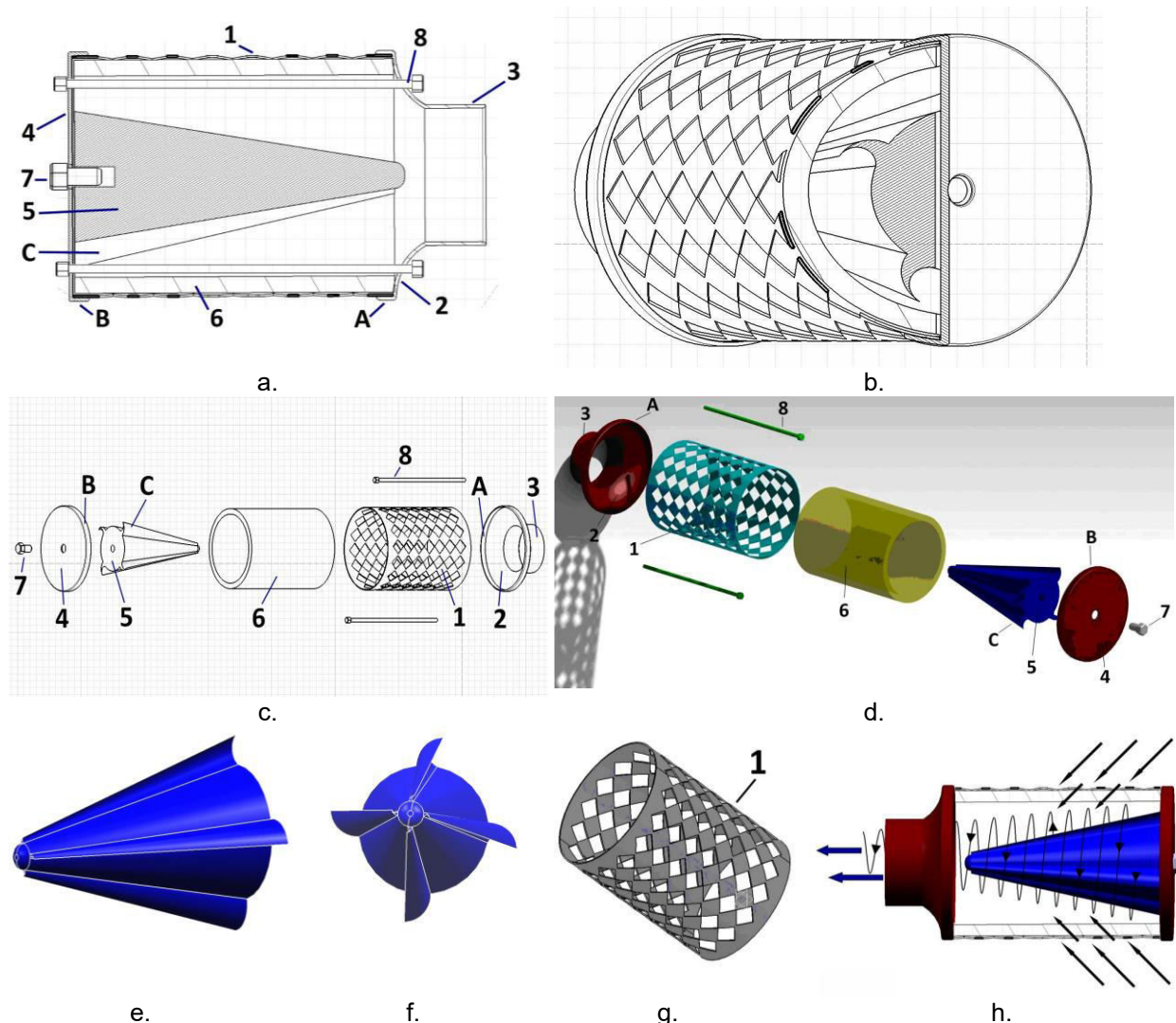


Figura 3.12. Filtrul supraaspirant F1 cu carcasă perforată și con intern:

a, b – schițe ale filtrului montat; c – schița modelului explodat; d – model virtual explodat, realizat în AutoDesk Inventor; e, f - model virtual al conului intern; g – carcasa perforată; h – ilustrarea principiului de funcționare

Carcasa perforată 1 are formă cilindrică, fiind încadrată concentric în marginea A de centrare a difuzorului intern 2, iar în partea opusă în marginea B de centrare a capacului de închidere 4. Conul intern 5 este fixat pe capacul de închidere 4 prin intermediul șurubului 7, pentru menținerea în contact a difuzorului intern 2, carcusei perforate 1 și a capacului de închidere 4, sunt prevăzute două tije de legătură filetate 8.

Aripioarele C de direcționare și turbionare au profil curbiliniu concav sau convex și sunt orientate drept sau în spirală pe aria laterală a conului intern 5.

Componentele acestui tip de filtru sunt amovibile putându-se monta și demonta după necesitate. Filtrul supraaspirant poate fi montat pe autovehicul în orice poziție față de axa longitudinală a acestuia și este în contact direct cu aerul [13, 41- 48].

3.2.9 Filtre supraaspirante YXV

Acest tip de filtru (figurile 3.13-3.17) este alcătuit dintr-un difuzor frontal, suprafața laterală cu celule directe și complexul difuzor extern-intern. Filtrele supraaspirante YXV pot fi prevăzute cu captator integrat (figura 3.13.b) în vederea îmbunătățirii efectului de captare [13, 41-45]. Materialele utilizate în confecționarea acestui tip de filtre sunt aliaj de aluminiu Al 6061 (țeavă), material compozit (matrice polimerică ranforsată cu fibre de sticlă / carbon), carton microporos, tablă expandată aplatizată respectiv tehnologia de fabricație cuprinde diferite etape de turnare, lipire și prelucări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).

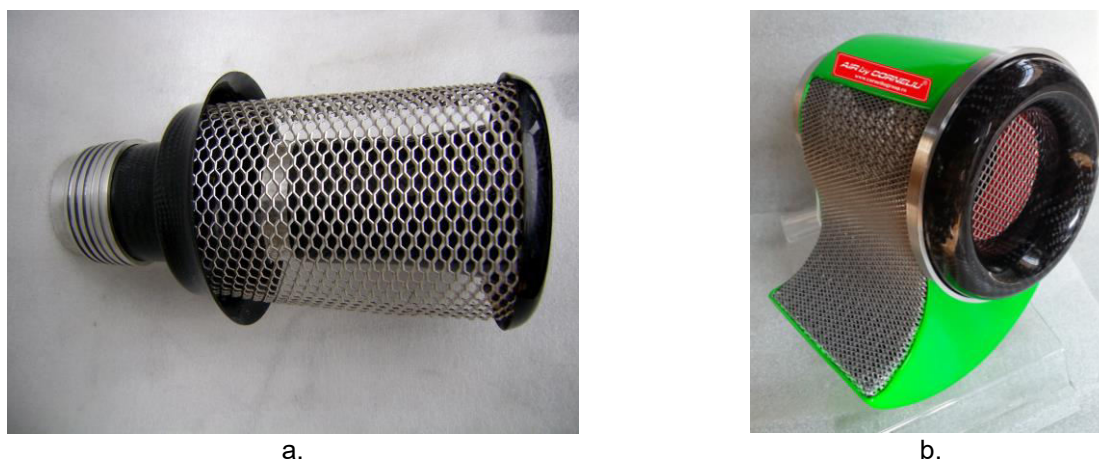


Figura 3.13. Filtre supraaspirante YXV:
a – fără captator integrat, b – cu captator integrat

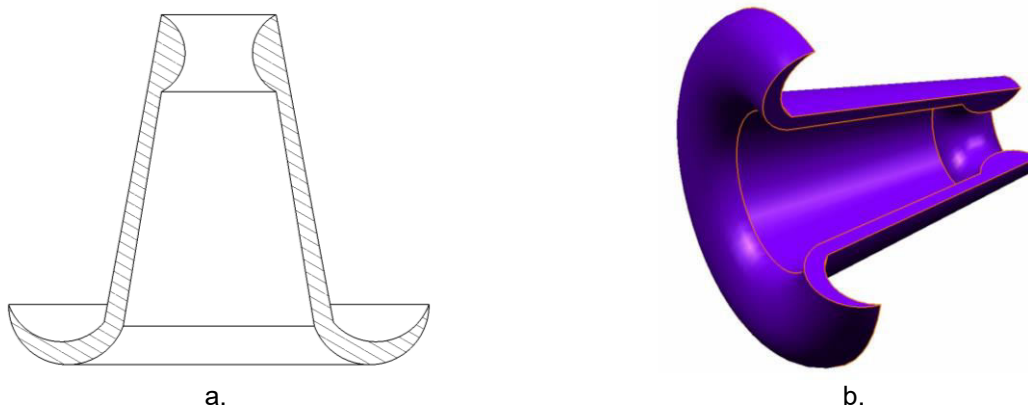
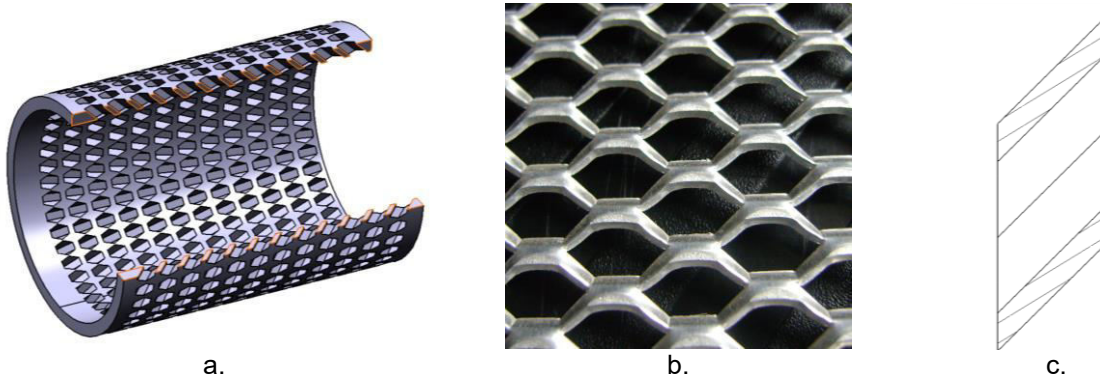
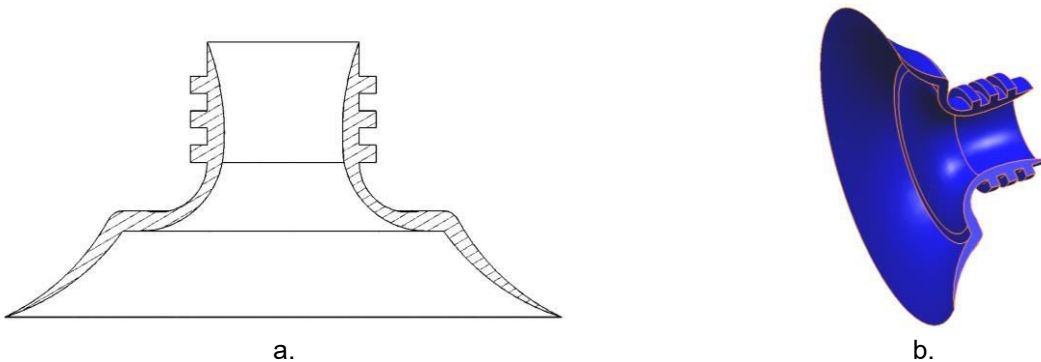


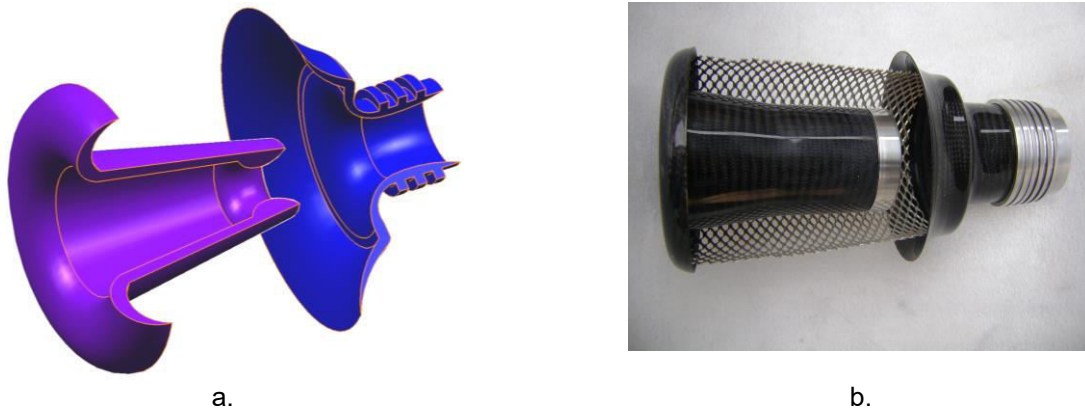
Figura 3.14. Difuzorul frontal al filtrului:
a – schiță, b – model virtual realizat în Catia V5



a. **Figura 3.15. Suprafața laterală cu celule directoare:**
a – model virtual realizat în Catia V5, b – detaliu cu celulele directoare – model fizic, c – schița secțiunii profilului unei celule directoare



a. **Figura 3.16. Complexul difuzor extern – difuzor intern:**
a – schița, b – modelul virtual realizat în Catia V5



a. **Figura 3.17. Interiorul asamblat al filtrului YXV:**
a – modelul virtual realizat în Catia V5, b – modelul fizic secționat

Difuzorul frontal (figura 3.14) se compune dintr-o parte difuzorică, urmată de o porțiune sub forma unui trunchi de con care se finalizează cu un ajustaj convergent – divergent (la baza mică a trunchiului de con).

Trunchiul de con direcționează aerul captat de partea difuzorică, frontal către complexul difuzor extern – intern, spre ieșirea din filtru.

Rolul ajustajului convergent – divergent este de a crește viteza aerului aflat în mișcare prin interiorul trunchiului de con. Exteriorul trunchiului de con direcționează fluxul de aer care trece prin suprafața laterală cu celule directoare (figura 3.15).

Partea difuzorică împreună cu trunchiul de con formează un “Y” din exterior spre interiorul filtrului [13, 41- 45].

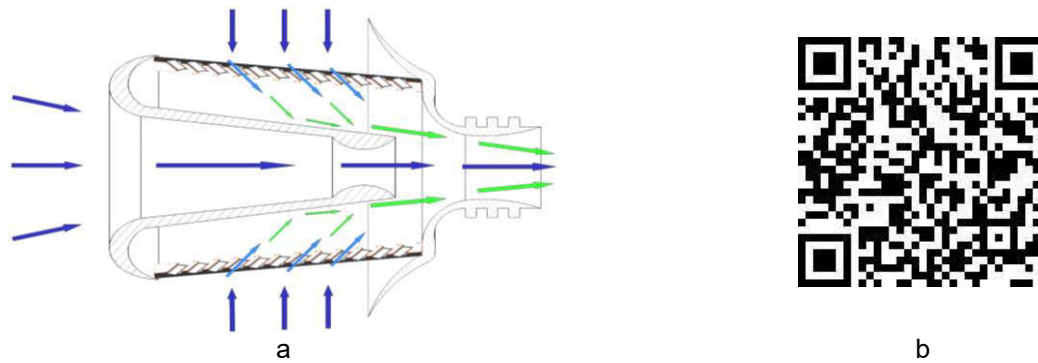


Figura 3.18. Filtrul supraasirant YXV:

a – circuit aer, b - video prezentare YXV (pentru vizualizare se scanează QR codul cu telefonul)

Suprafața laterală cu celule directoare (figura 3.15.a), este redusă la o sită expandată cu un profil al celulelor (figura 3.15.b) capabil să direcționeze fluxul de aer sub un anumit unghi spre interiorul filtrului. Această suprafață are formă tronconică, orientată cu baza mare spre porțiunea difuzorică a difuzorului frontal, în scopul îmbunătățirii curgerii aerului spre complexul difuzor extern – intern (figura 3.18).

În cazul complexului difuzor extern – intern (de forma literei “V”, figura 3.16), difuzorul extern captează și direcționează aerul prin suprafața laterală cu celule directoare spre difuzorul intern, care are rolul de a mări viteza aerului la ieșirea din filtru. Difuzorul intern este continuat cu un cilindru racord prin care filtrul se montează pe admisie [13, 41- 45].

3.3. Implementarea filtrelor supraaspirante

3.3.1. Implementarea filtrului supraasirant YXV pe Ford Puma 1.7i

Filtrul supraasirant YXV destinat motorizării autoturismului Ford Puma 1.7i (figura 3.19.a) are dimensiuni de gabarit relativ reduse datorită spațiului limitat de montaj (figura 3.19.b).

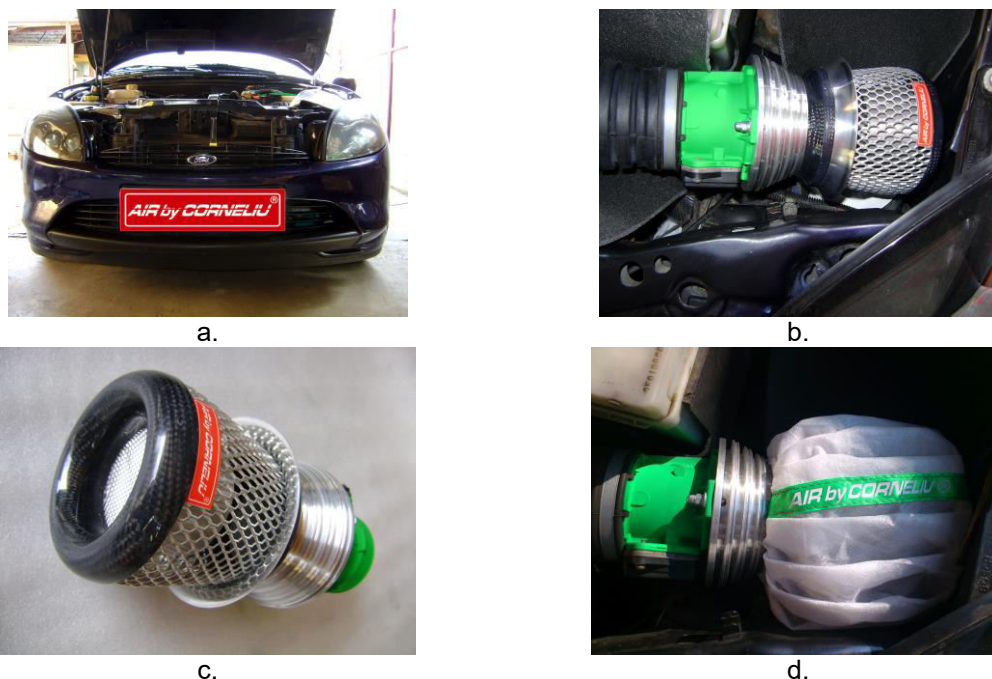


Figura 3.19. Implementare filtru supraasirant YXV:

a - Ford Puma 1.7i, b - amplasamentul filtrului supraasirant YXV, c - filtrul supraasirant YXV și adaptorul debitmetrului, d - exoelement de filtrare.

Complexul difuzor extern – intern este prevăzut cu un adaptor integrat prin care se realizează montajul debitmetrului de aer pe filtrul supraaspirant YXV (figura 3.19.c), difuzorul frontal este continuat direct cu ajustajul convergent - divergent. Filtrarea aerului aspirat se realizează printr-un exoelement de filtrare amplasat pe exteriorul filtrului prezentat în figura 3.19.d.

3.3.2. Implementarea filtrului supraaspirant YXV pe motorizărilor destinate autoturismelor de drift

Nissan Silvia

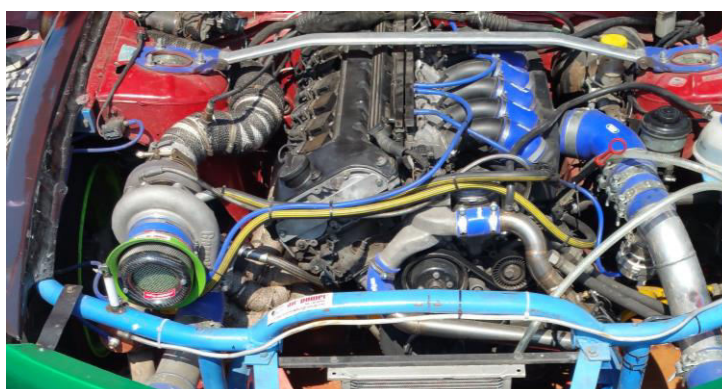
În cazul acestei motorizări, filtrul supraaspirant YXV (figura 3.20.a) este particularizat în mod special datorită amplasamentului și dimensiunilor grupului de supraalimentare (figura 3.20.b). În vederea reducerii rezistențelor gazodinamice a aerului aspirat prin difuzorul frontal, s-a renunțat la ajustajul convergent –divergent prezentat anterior.

Nissan 350Z V6

Pentru această motorizare, filtrul supraaspirant YXV (figura 3.20.c) este amplasat în afara zonei de influență termică a radiatorului de răcire (figura 3.20.d), reducându-se semnificativ temperatura aerului aspirat.



a.



b.



c.



d.

Figura 3.20. Filtrul supraaspirant YXV destinat competițiilor de Drift:

a - filtrul supraaspirant YXV cu diametrul de cuplare de 120mm, b – amplasamentul filtrului supraaspirant YXV Nissan Silvia, c - filtrul supraaspirant YXV cu diametrul de cuplare de 80mm, d - amplasamentul filtrului supraaspirant YXV Nissan 350Z

BMW E36 V8

Filtru supraaspirant YXV V8 destinat motorizării de 4.4l V8 BMW, este amplasat perpendicular față de axa geometrică a autovehiculului (figura 3.21.a) ceea ce impune implementarea unui captator (figura 3.21 b,c) cu rolul de a concentra în plan radial respectiv de a direcționa în plan axial fluxul de aer (figura 3.21. b), rezultând o creștere a volumului de aer aspirat [13, 41- 45]. Difuzorul frontal prezentat în figura 3.21.c. permite aspirația directă a aerului pe direcția traseului de admisie.

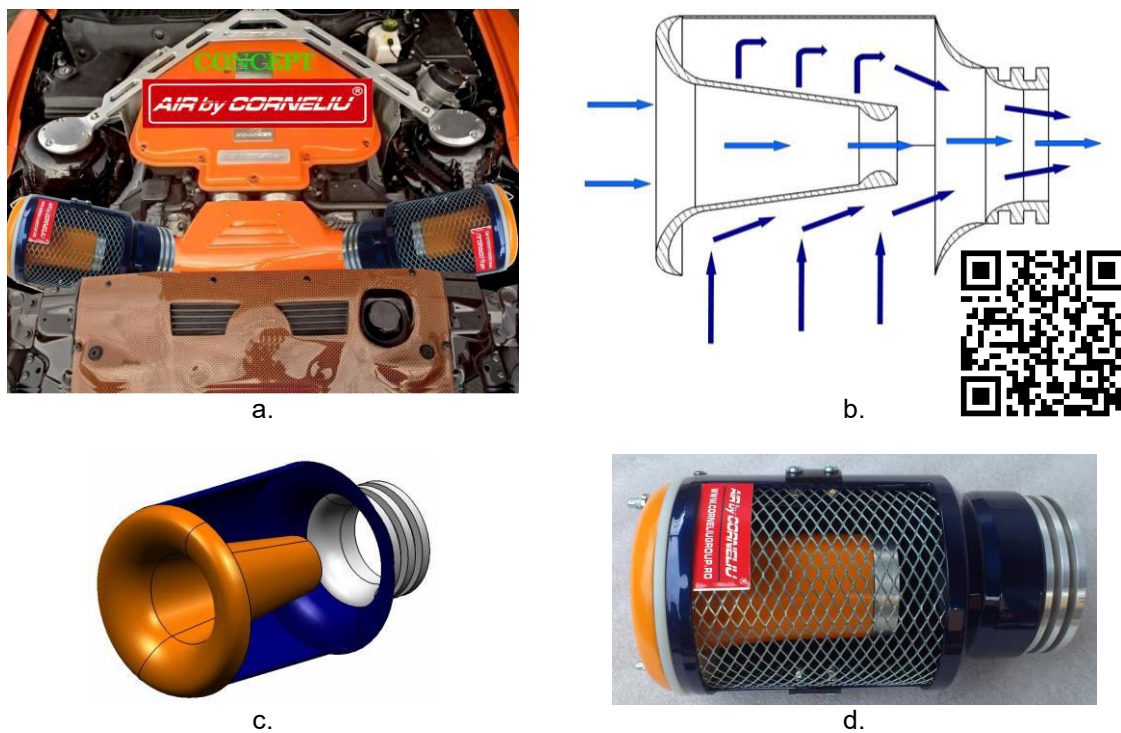


Figura 3.21. Filtrul supraaspirant YXV BMW E36 V8:

a - BMW E36 V8 4.4l concept amplasare YXV; b - V8 circuitul aerului prin YXV V8 (pentru vizualizare se scanează QR codul cu telefonul); c - YXV V8 (model virtual realizat în CATIA V5); d - YXV V8 vedere captator.

Orientarea filtrului supraaspirant YXV, în compartimentul motor, are o importanță deosebită în ceea ce privește optimizarea efectului de captare al aerului.

Materialele compozite (matrice polimerică ranforsată cu fibre de sticlă / carbon) utilizate în construcția filtrului permit realizarea unor forme geometrice eficiente cu consecințe pozitive asupra pierderilor gazodinamice aferente circulației aerului prin schimbarea direcției de curgere cu 90°. În cazul motorizărilor cu o capacitate cilindrică mai mare de 5l se pot implementa două filtre supraaspirante YXV (Anexa 4).

În urma cercetărilor efectuate și a implementării filtrelor supraaspirante pe diferite tipuri de autovehicule, s-a ajuns la concluzia că acestea prezintă o serie de avantaje, ca de exemplu [13, 41, 42]:

- aflându-se în contact direct cu aerul, elementul de filtrare asigură o rezistență gazo-dinamică minimă aerului absorbit, ridicând astfel gradul de aspirație și de captare;
- posibilitatea de autocurățire a elementului de filtrare;
- vizualizarea elementului de filtrare, fără demontarea în prealabil a filtrului, pentru verificarea gradului de încărcare cu impurități;
- capacitatea filtrelor de aer de a crește considerabil viteza aerului absorbit, atât la intrarea cât și la ieșirea din filtru;
- capacitatea filtrelor de aer de a prerăci aerul aspirat.

3.4. Sistemul dinamic de transfer al aerului - Model de Utilitate Nr.RO200900028

3.4.1 Considerații tehnice

În perioada exploatarei pe timp de vară a motoarelor cu ardere internă instalate pe autovehicule, se constată două dezavantaje ale filtrelor de aer, ce conduc la scăderea performanțelor [13, 41- 45, 49]:

- un efect de aspirație insuficient al aerului datorită montării acestora în compartimentul motor, zonă în care curenții de aer sunt turbulenți, curgerea aerului din jurul filtrului nefiind laminară, randamentul volumetric suferă penalizări;

- creșterea temperaturii aerului aspirat datorită montării acestora în compartimentul motor, zonă care este supusă radiațiilor termice provenite de la radiatorul de răcire, colectorul de evacuare și motor.

Plecând de la dezavantajele menționate, s-a proiectat un sistem de admisie eficient pentru motoarele cu ardere internă denumit **sistem dinamic de transfer al aerului (SDTA)** (figura 3.22), cu rolul de a îmbunătăți circulația aerului spre filtrul de aer [13, 41-45, 49].

Noutatea SDTA (figura 3.22.a) constă în montarea longitudinală față de axa autovehiculului, a unor difuzoare externe de captare în partea din față (în fața zonei radiatorului sau în bara față). Acestea conduc aerul captat din afara compartimentului motor, prin racordurile de legătură, la captatorul extern axial, unde se realizează transferul către filtrul de aer [13, 41- 45, 49].

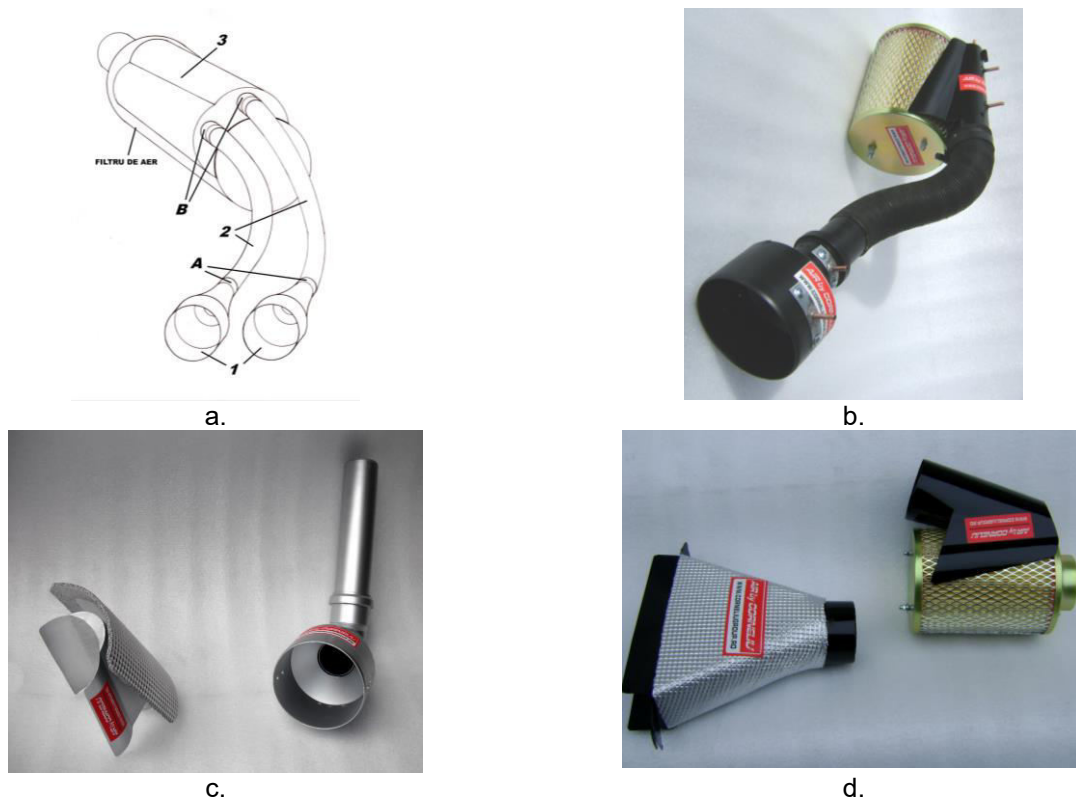


Figura 3.22. Sistemul dinamic de transfer al aerului (SDTA):

- a- schema constructivă: 1 – difuzor extern de captare; 2 – racord de legătură;
3 – captator extern axial; A, B – suprafețe de conectare; b – imaginea de ansamblu;
c – captator extern axial și difuzor extern – vedere generală; d – diferite tipuri de difuzor-captator.

Materiale utilizate în confecționarea sistemului dinamic de transfer al aerului sunt materiale compozite, izolație termică, mase plastice, aliaj din aluminiu Al 6061 (țeavă) respectiv tehnologia de fabricație cuprinde diferite etape de turnare, lipire respectiv prelucrări mecanice (strunjire, frezare, rectificare).



Figura 3.23. SDTA variante constructive :
a - kit SDTA, filtru YXV, b- SDTA direct

O variantă a acestui sistem, denumită SDTA direct, este prezentată în figura 3.23.b, variantă la care lipsește racordul (sau racordurile) de legătură (poziția 2 în figura 3.22.a), difuzorul extern de captare montându-se direct pe captatorul extern axial. SDTA direct a fost conceput în vederea montării pe motoare ce echipează motocicletele și scutere [13, 41-45, 49].

3.4.2. Descrierea sistemului dinamic de transfer al aerului

Sistemul dinamic de transfer al aerului este compus din [13, 41- 45, 49]:

- difuzoare externe de captare (unul sau mai multe), cu rol de captare și accelerare a vitezei aerului (figura 3.24);
- racorduri de legătură, care fac conexiunea între difuzoarele externe de captare și captatorul extern axial (figura 3.25.a);

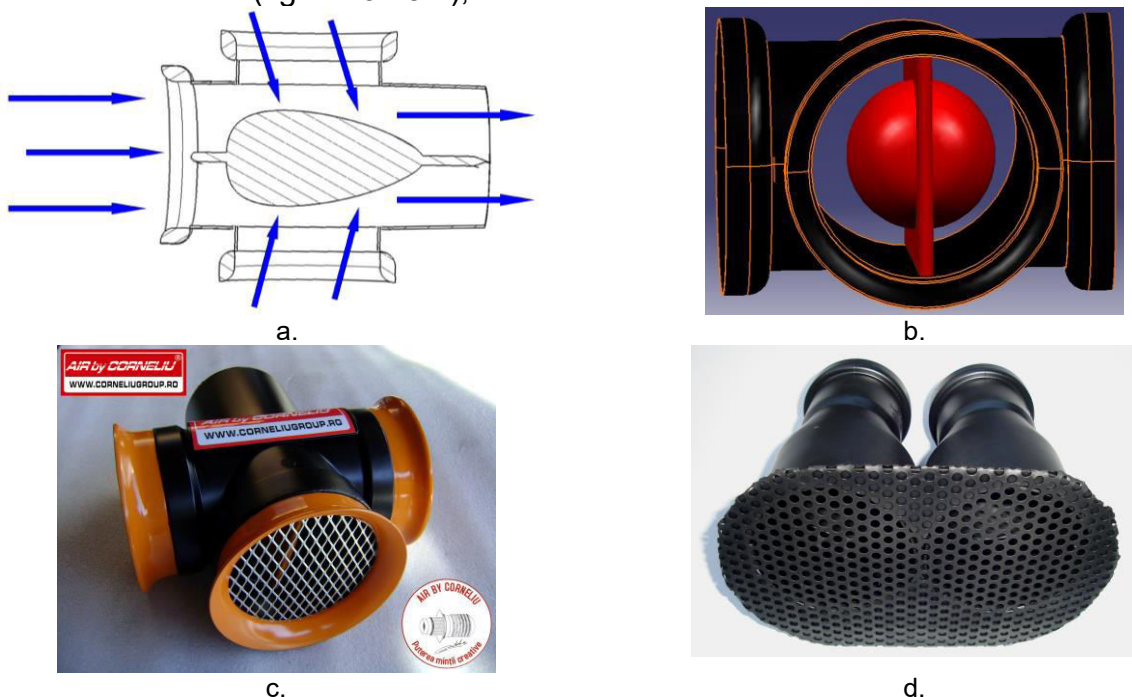


Figura 3.24. Difuzoare de captare:

- a - circulația aerului prin sistemul tridifuzoric, b - sistem tridifuzoric - model virtual, c - sistem tridifuzoric - model fizic, d - sistem bidifuzoric.

- captator extern axial (mono sau bitraseu), figura 3.25.b,c, care se montează pe filtrul de aer supraaspirant orientat sper zonele solicitate termic (galerie de evacuare, radiator, motor).

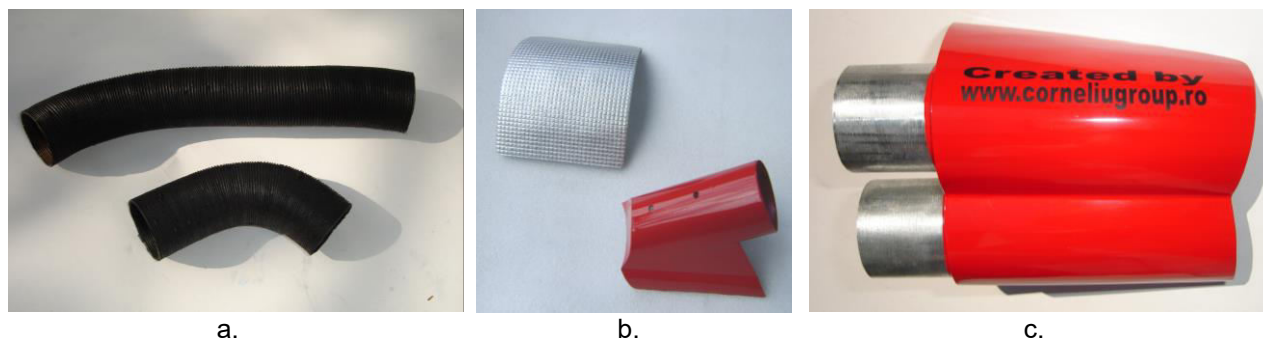


Figura 3.25. SDTA – componente:

a - racorduri de legătură, b - captator extern axial monotrasedu, c – captator extern axial bitraseu

Captatorul extern axial este montat pe minim 30% din aria laterală a filtrului, aflându-se la o distanță bine determinată de acesta (între 3 și 8mm). Rolul acestuia este de a realiza transferul fluxului de aer pe filtru, direcționat pe două direcții: o parte ce pătrunde în filtru, reprezentând aerul efectiv admis în cilindrii motorului și a doua parte pe suprafața exterioară a filtrului, conducând la menținerea unei temperaturi relativ scăzute a acestuia [13, 41- 45, 49].

3.4.3. Implementări privind sistemul dinamic de transfer a aerului (SDTA)

Curentul de aer care este transferat (captat) din afara compartimentului motor are o curgere laminară concentrată (figurile 3.26., 3.27.), odată cu creșterea vitezei (sarcină realizată de către difuzoarele externe de captare), curentul de aer înregistrează o scădere semnificativă a temperaturii. Datorită geometriei constructive, captatorul extern axial asigură un bun transfer și dispersie a aerului pe aria laterală a filtrului de aer supraaspirant. Cantitatea de aer transferat crește proporțional cu viteza de deplasare a autovehiculului [13, 41-45, 49].



a



b

Figura 3.26. Implementare SDTA:

a – circulația aerului, b – prezentare video SDTA BMW Drift
(pentru vizualizare se scanează QR codul cu telefonul)

În figurile 3.28. respectiv 3.29. se prezintă o serie de aplicații ale sistemului dinamic de transfer al aerului pe diverse autoturisme [13, 41- 45, 49].

SISTEM DINAMIC DE TRANSFER AL AERULUI

*vedere de ans amblu
parti componente*



a.



1-- Difuzoare externe de
captare

2-- Racorduri de legatura

3-- Captator extern axial
bitraseu



b.

Figura 3.27. SDTA Nissan 350Z



a.



b.



c.



d.



e.



f.

Figura 3.28. Sistem dinamic de transfer al aerului:

a - filtru de aer supraaspirant fără SDTA Dacia LOGAN, b - filtru de aer supraaspirant cu SDTA bitraseu Dacia LOGAN, c - filtru de aer supraaspirant fără SDTA Opel ASTRA, d - filtru de aer supraaspirant cu SDTA Opel ASTRA, e - filtru de aer supraaspirant fără SDTA Nissan 350Z, f - Filtru de aer supraaspirant cu SDTA bitraseu Nissan 350Z



Figura 3.29. Sistem dinamic de transfer al aerului, BMW E36:
a - circulația aerului BMW E36, b - sistem difuzoare triplu, BMW E36

Din datele prezentate rezultă următoarele concluzii:

- în timpul deplasării autovehiculului, aerul este preluat de către difuzoarele externe de captare care îi măresc viteza, îl concentrează și-l transmit prin racordurile de legătură captatorului extern axial care-l transferă filtrului de aer supraaspirant;
- efectul de captare și transferul de aer prin valorificarea undelor de presiune, duce la creșterea randamentului de umplere și scăderea temperaturii aerului aspirat de motoarele dotate cu filtre de aer supraaspirante;
- în funcție de capacitatea cilindrică a motorului, se impune utilizarea unui singur sau a două difuzoare externe de captare respectiv a unui captator extern axial, cu unul sau două trasee de transfer având dimensiuni variabile.

3.4.4. Măsurători în trafic real a câmpurilor de presiune din SDTA și din regiunea filtrului supraaspirant

3.4.4.1. Înregistrarea datelor

Au fost efectuate măsurători diferențiale de presiune atât în zona de transfer a aerului din apropierea captatorului extern axial – filtru aer, cât și în zona de aspirație a filtrului de aer (figura 3.30.), pe diferite plaje de viteză. Măsurătorile s-au efectuat cu manometrul digital TESTO 510 (0-100hPa) [13, 42].

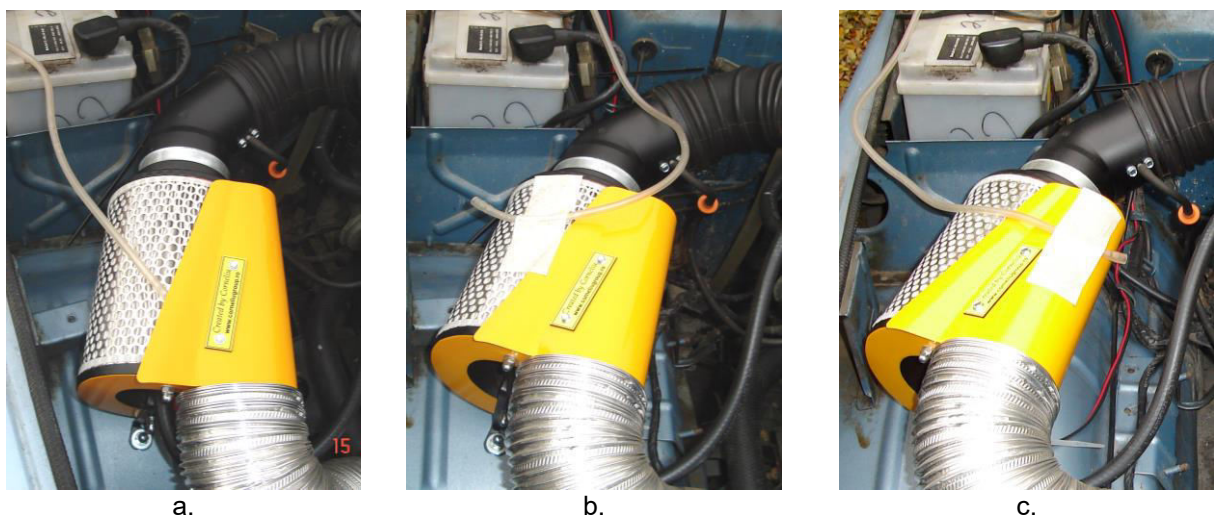


Figura 3.30. Măsurarea presiunii din zona SDTA:
a – interior captator, b – exterior captator stânga, c – exterior captator dreapta

În continuare se prezintă modalitatea de măsurare a câmpurilor de presiune a aerului din diferite zone ale compartimentului motor, în apropierea SDTA și pe traseul acestuia. Datele au fost prelevate în timpul rulării în trafic real, cu diferite viteze de deplasare a autovehiculului (30-60km/h) și prezentate în tabelul 1. ANEXA 5 [13, 42].

În cazul măsurătorilor în zona de transfer captator extern axial – filtru de aer, priza de presiune este orientată axial față de direcția curentului de aer (figura 3.30.a). În cazul măsurătorilor în zona de aspirație a filtrului de aer (partea stângă), priza de presiune este orientată perpendicular față de direcția de aspirație a aerului (figura 3.30.b). În cazul măsurătorilor în zona de aspirație a filtrului de aer (partea dreaptă), priza de presiune este orientată perpendicular față de direcția de aspirație a aerului (figura 3.30.c).

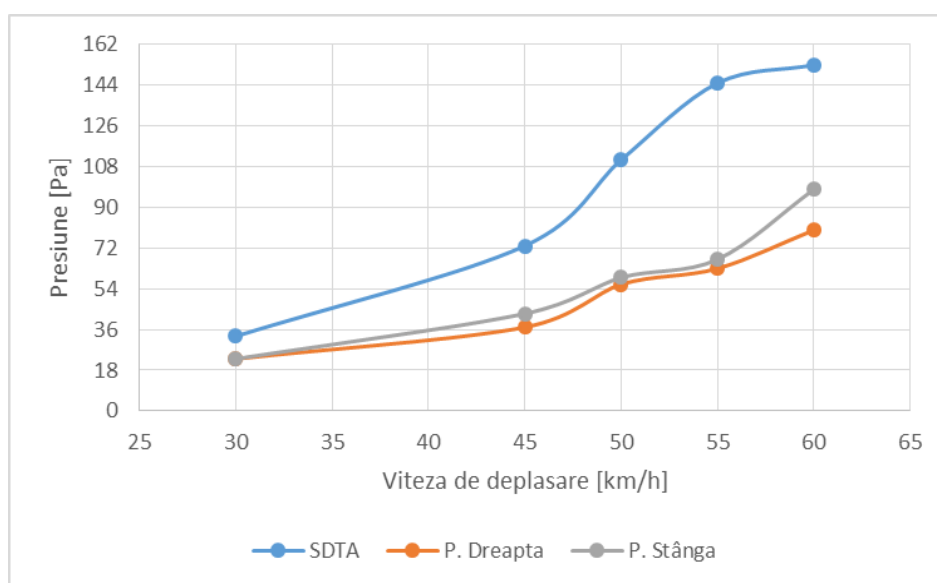


Figura 3.31. Valorile câmpurilor de presiune relativă a aerului pentru diferite viteze de deplasare ale autovehiculului

Se observă un efect de captare și transfer al aerului mult superior prin SDTA față de aspirația simplă a filtrului de aer supraaspirant. Acest efect este evidențiat prin valori superioare ale presiunii relative a aerului în zona de captare realizată de SDTA, față de valorile presiunii relative din zonele limitrofe (stânga, dreapta) filtrului de aer, zone neafectate de prezența captatorului.

Fenomenul de captare este benefic, în mod special pentru procesul de admisie motoarelor nesupraalimentate (aspirate), cantitatea de aer admisă în cilindrii motorului fiind direct proporțională cu presiunea de admisie [13,42].

3.4.4.2 Măsurători de temperatură pe suprafețele exterioare ale filtrului de aer clasic și supraaspirant cu SDTA.

În continuare sunt prezentate câteva măsurători comparative ale temperaturilor suprafețelor exterioare ale filtrului de aer clasic și supraaspirant cu SDTA [13, 42]:

- Opel ASTRA 1.4i - figura 3.32.a;
- Opel ASTRA 2.0 tdi – figura 3.32.b;
- Suzuki SAMURAI 1.3l – figura 3.32.c;
- Dacia 1300 1.3l – figura 3.32.d;
- Dacia LOGAN 1.4l – figura 3.32.e.

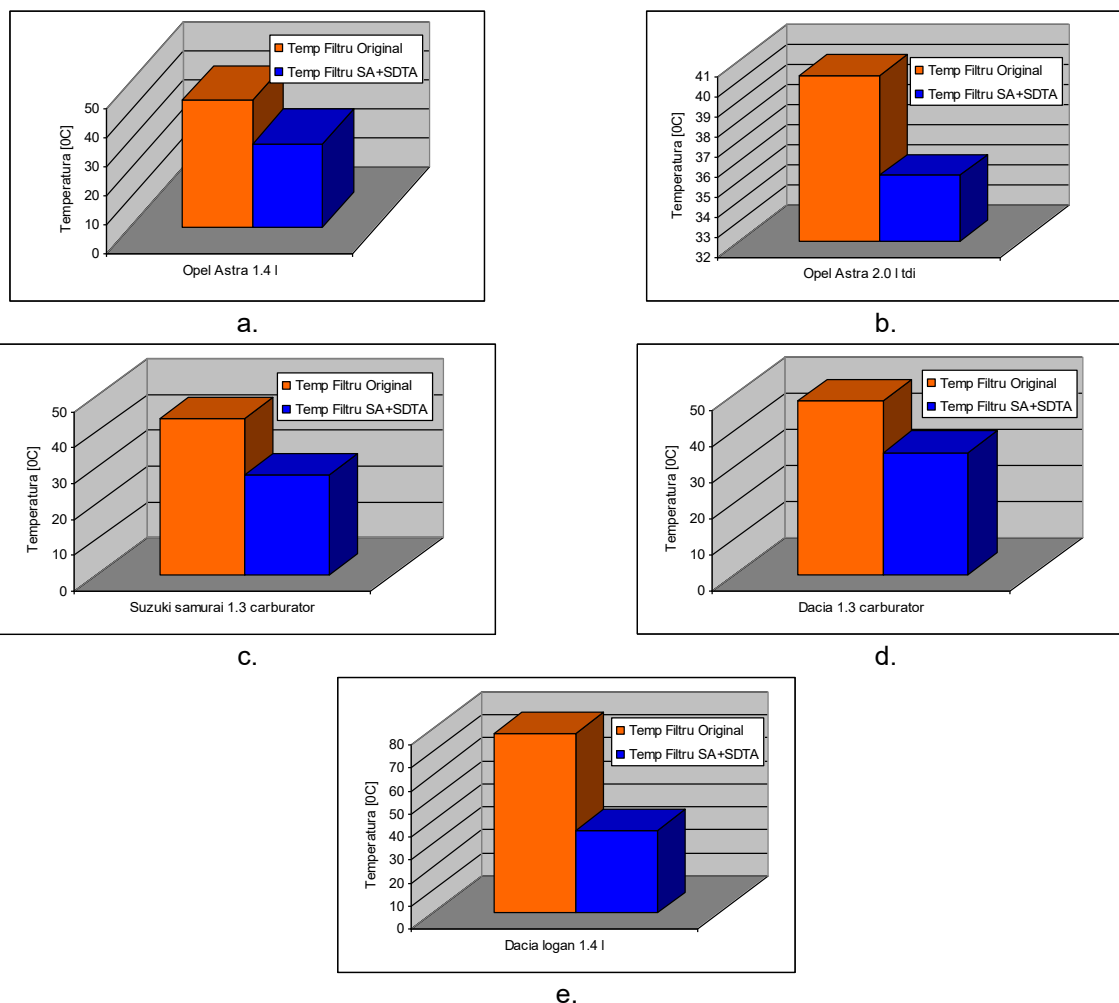


Figura 3.32. SDTA valorile temperaturilor:

a-Opel ASTRA 1.4I, b-opel ASTRA 2.0 tdi, c – suzuki SAMURAI 1.3I, d - dacia 1300 1.3I, e - LOGAN 1.4I

Tabel 3.1.Valori ale temperaturilor suprafețelor exterioare ale filtrelor de aer

Caz	Filtrul clasic	Filtrul supraaspirant + SDTA
	[°C]	[°C]
Opel ASTRA 1.4i	35	20
Opel ASTRA 2.0 tdi	39,5	34,5
Suzuki SAMURAI 1.3I	38	24
Dacia 1300 1.3I	44	29
Dacia LOGAN 1.4I	81	29

Din graficele prezentate în figura 3.32, se observă că temperaturile suprafețelor exterioare ale filtrelor supraaspirante, în prezența sistemului dinamic de transfer al aerului, sunt mult inferioare celor corespunzătoare suprafețelor exterioare ale filtrelor originale. În concluzie, putem afirma că utilizarea filtrelor supraaspirante și a SDTA conduce la o încălzire mai puțin pronunțată a aerului pe traseul de admisie și respectiv o îmbunătățire a coeficientului de umplere [13, 42].

Avantajele implementării SDTA:

- transferul aerului către filtru are o curgere concentrată laminară;
- temperatura scăzută a aerului asigură o îmbunătățire a gradului de umplere;
- se creează un ușor efect de supraalimentare care crește proporțional cu viteza deplasării autovehiculului;
- se realizează o îmbunătățire a procesului de ardere;
- se tinde spre o admisie dinamică;
- permite scurtarea distanței dintre filtru și galeria de admisie.

3.5. Deflector Integrat pentru Radiațiile Termice Model de Utilitate Nr. RO2010 00026

3.5.1. Considerații tehnice

Fluxul de aer cald respectiv radiațiile termice provenite de la radiatorul de răcire al motorului încălzesc suplimentar filtrul de aer și galeria de admisie (figura 3.33.). Aerul aspirat este de asemenea încălzit, micșorându-i-se densitatea, performanțele motorului scăzând cu precădere în anotimpul cald. Temperaturile filtrului de aer și a galeriei de admisie variază, în acest caz, între 60-85°C, în funcție de viteza de deplasare a autoturismului [13, 41- 45, 50].

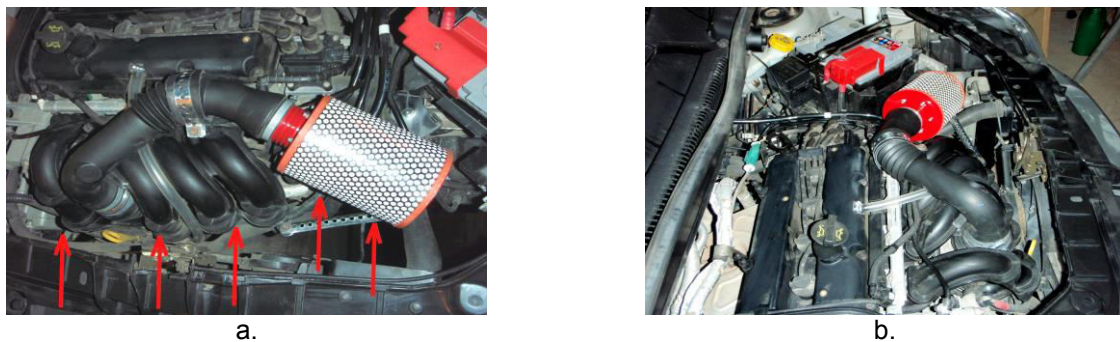


Figura 3.33. Ford Focus:
a - ilustrarea orientării fluxului termic spre filtrul de aer,
b - montajul filtrului fără deflectorul termic integrat

Destinația deflectorului termic constă în protejarea filtrului de aer și a galeriei de admisie, prin direcționarea descendentă a fluxului de aer cald, provenit de la radiatorul de răcire al motorului (fig.3.34,b) [13, 41- 45, 50].

Materialele utilizate în confecționarea deflectorului integrat sunt: oțel DC01 (tablă), izolație din polietilenă expandată, respectiv itinerariul tehnologic cuprinde etape cum ar fi îndoire, nituire și lipire.

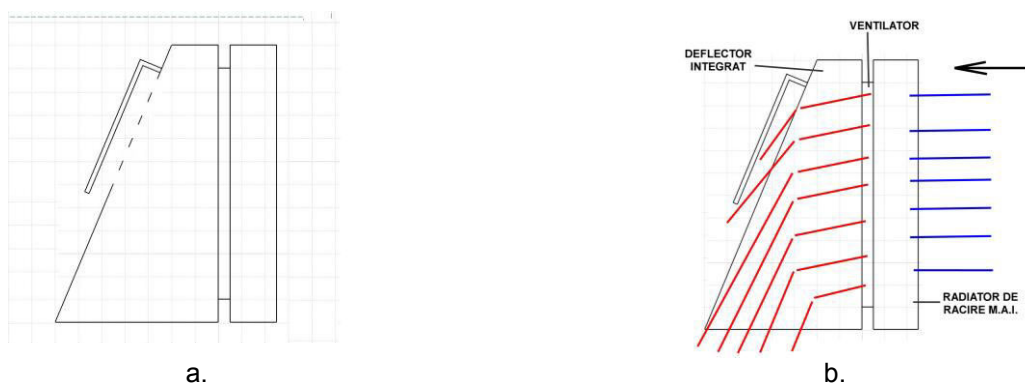


Figura 3.34. Deflectorul integrat
a – ansamblu radiator – deflector termic;
b – circulația aerului prin radiator în prezența deflectorului termic

Deflectorul integrat este prevăzut cu un perete deflector 1 (figura 3.35.), care are pe extremitatea superioară o suprafață de concentrare dreptunghiulară 2. Suprafețele de concentrare trapezoidale 3, respectiv 4 sunt fixate pe extremitățile laterale ale peretelui deflector 1, având baza mare a trapezului în partea inferioară. Peretele deflector 1 are două sau mai multe ferestre direcționale 5 [13, 41- 45, 50].

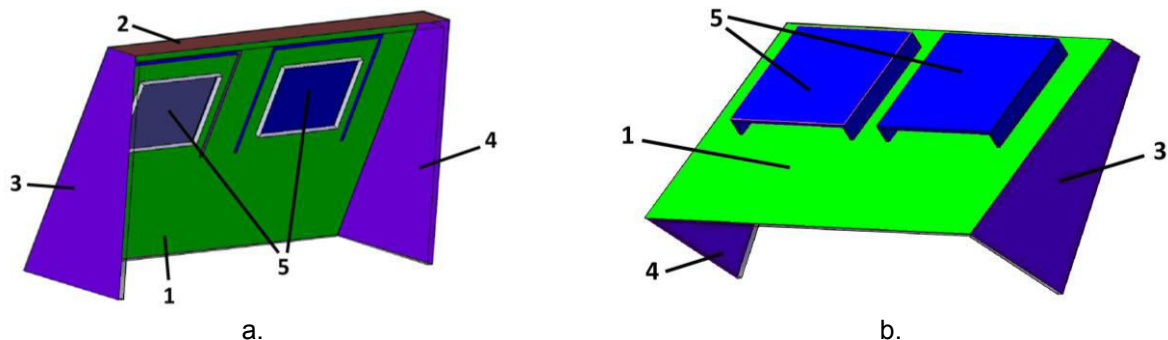


Figura 3.35. Modelul virtual, realizat în AutoDesk Inventor, al deflectorului integrat:

- 1 – perete deflector; 2 – suprafață de concentrare dreptunghiulară;
3, 4 – suprafețe de concentrare trapezoidale; 5 – ferestre direcționale

Partea inferioară, cuprinsă între bazele suprafețelor 3, 4 și marginea inferioară a peretelui deflector 1, este deschisă pentru a permite evacuarea majorității fluxului de aer cald provenit de la radiatorul de răcire. Ferestrele direcționale 5 permit o evacuare suplimentară a fluxului de aer cald provenit de la radiator [13,41-45,50]. Suprafața exterioară a deflectorului termic este prevăzută cu un material termoizolant din categoria izolațiilor din polietilena expandată (PE).

Izolațiile din polietilenă expandată fac parte din categoria polimerilor, caracterizându-se printr-o mare elasticitate, permeabilitate scăzută la lichide, precum și proprietăți fonoabsorbante. Sunt obținute prin extrudarea și expandarea granulelor de polietilenă de joasă densitate în celule cu structură spațial închisă, într-o atmosferă și condiții tehnice controlate sub acțiunea temperaturii având ca agent de spumare gazul butan. Izolațiile din polietilenă expandată sunt fabricate sub formă de folie monostrat (folie standard) sau multistrat [51 - 53].

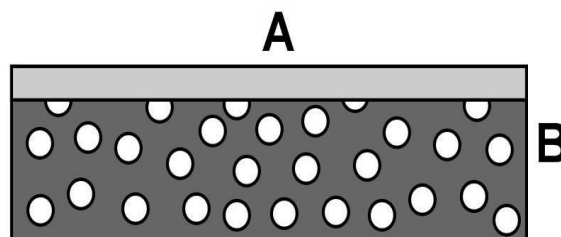
În cazul deflectorului termic, s-au utilizat două tipuri de izolație din polietilenă expandată ROFLEX (figura 3.36.) respectiv RadiantX DL (figura 3.37.) [51 - 53].

Izolația din polietilenă expandată ROFLEX multistrat utilizată (figura 3.36.a) este compusă din [51]:

- un strat superior de folie din aluminiu pur A (figura 3.36.b);
- un strat de folie din polietilenă expandată B (figura 3.36.b).



a.



b.

Figura 3.36. Izolația din polietilenă expandată ROFLEX:

a – folie multistrat, b – secțiune (A – strat folie aluminiu; B – strat folie polietilenă expandată)

Descriere ROFLEX (figura 3.36.) [51]:

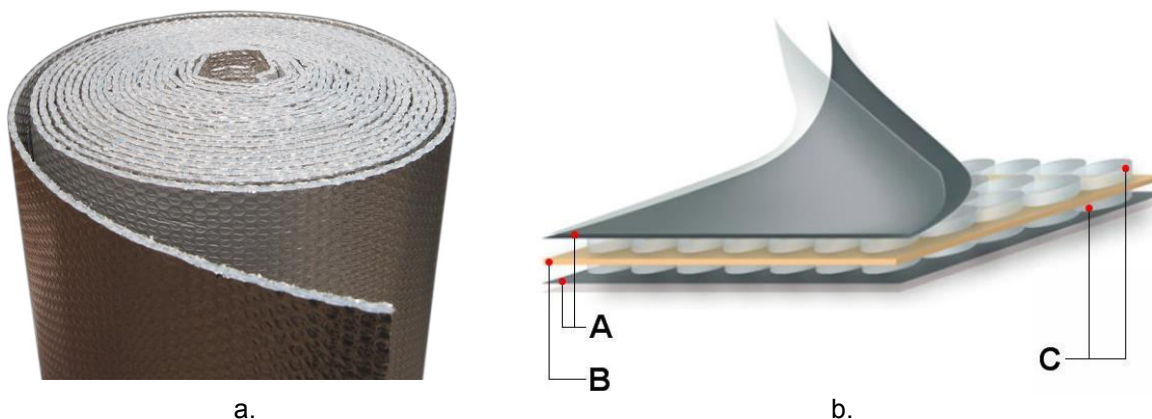
- strat superior: folie de aluminiu pur 30 - 50 μ m;
- strat intermediar: folie din polietilenă expandată 5mm.

Date tehnice ROFLEX [51]:

- grosime nominala 5,05mm (+-10%);
- grosime folie de aluminiu 30 – 50 μ m;
- temperatura de operare -40 / +80 $^{\circ}$ C;
- puritate folie de aluminiu 99,9%;
- reflectivitate folie de aluminiu 95 – 97%;
- strat anticoroziv folie lac NC;
- densitate PE 25kg/m 3 (+-5%);
- valoarea U (conductivitatea termică) 0,0598W/m 2 K;
- rezistența la flacără B.

Izolațiile din polietilenă expandată RadiantX DL multistrat (figura 3.37.a) sunt compuse din cinci straturi [51, 52]:

- un strat superior de folie din aluminiu pur A (figura 3.37.b);
- un strat de folie cu bule de aer C (figura 3.37.b);
- un strat de folie din polietilenă expandată B (figura 3.37.b);
- un strat de folie cu bule de aer C (figura 3.37.b);
- un strat inferior de folie din aluminiu pur A (figura 3.37.b).



a. **Figura 3.37 Izolațiile din polietilenă expandată RadiantX DL:**
 a – folie multistrat, b – secțiune (A– straturi folie aluminiu;
 B – strat folie polietilenă expandată, C – straturi folie cu bule de aer)

Descriere RadiantX DL (figura 3.36.) [51, 52]:

- strat superior: folie de aluminiu pur 8 – 25 μ m;
- strat intermediar: folie cu bule de aer 90gr/m 2 ;
- strat intermediar: folie din polietilenă expandată 2mm;
- strat intermediar: folie cu bule de aer 90gr/m 2 ;
- strat inferior: folie de aluminiu pur 8 – 25 μ m.

Date tehnice RadiantX DL [51, 52]:

- grosime nominală 7,5mm (+-10%);
- grosime folie de aluminiu 8 – 25 μ m;
- temperatura de operare -51 / +81 $^{\circ}$ C;
- puritate folie de aluminiu 99,9%;
- reflectivitate folie de aluminiu 95 – 97%;
- strat anticoroziv folie lac NC;
- densitate bule aer 90 gr/m 2 (+-5%);
- densitate PE 20kg/m 3 (+-5%);
- valoarea U (conductivitate termică) 1,11W/m 2 K;
- rezistența la flacără B2.

3.5.2. Aplicațiile deflectorului termic integrat

În funcție de zonele respectiv componentele protejate, deflectorul termic are următoarele aplicații [13, 41- 45, 50]:

- amplasare în spatele ventilatorului radiatorului cu scopul direcționării fluxului de aer sub nivelul galeriei de admisie (figura 3.38.b,d);
- amplasare în zona filtrului de aer în vederea menținerii unei temperaturi relativ scăzute (figura 3.38.a; 3.39.a,b);
- amplasare pe suprafața galeriei de admisie (figura 3.38.c).

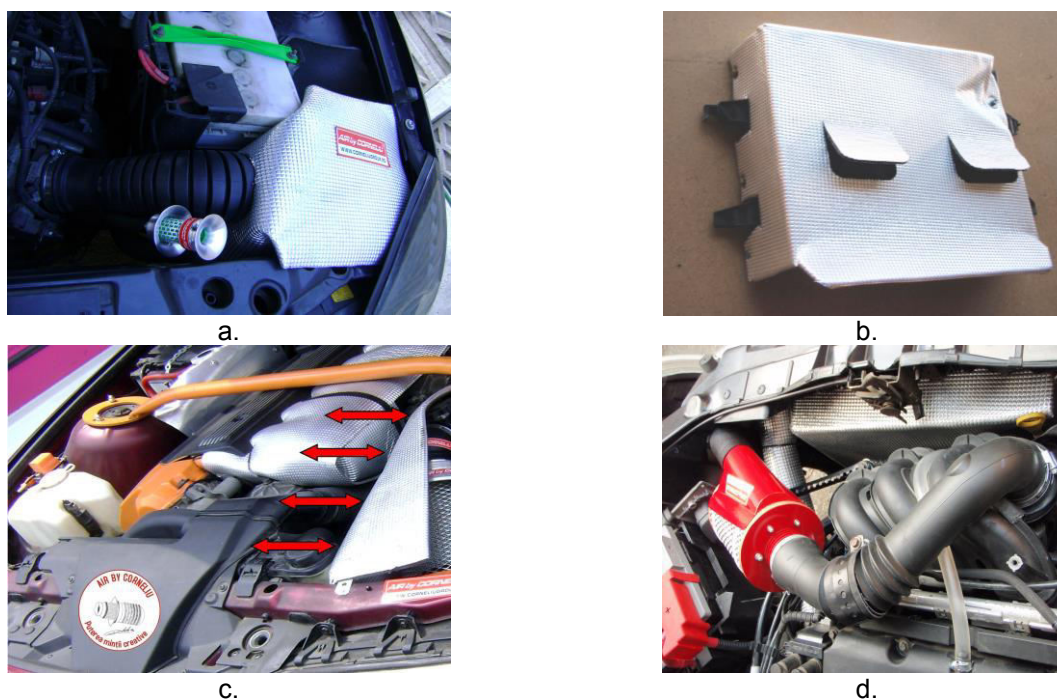


Figura 3.38. Deflector termic:

a - deflector integrat pentru filtrul de aer, b - deflector integrat radiator, c - amplasarea deflectorului termic în zona galeriei; d - amplasarea deflectorului termic pe radiatorul de răcire

Implementarea deflectorului termic integrat în zona filtrului de aer supraaspirant, în cazul autoturismului Ford MUSTANG 4.0l, este prezentată în figura 3.39. [43].

În continuare, sunt prezentate măsurătorile experimentale a temperaturilor (tabelul 3.2.) de pe suprafața filtrului de aerului în absența și în prezența deflectorului integrat. Cu precizarea faptului că, pe timp de vară au fost făcute teste pe autoturisme diferite, concluzionându-se faptul că deflectorul nu influențează negativ răcirea motorului, temperatura de regim a lichidului de răcire rămânând în parametri specificați de producător.

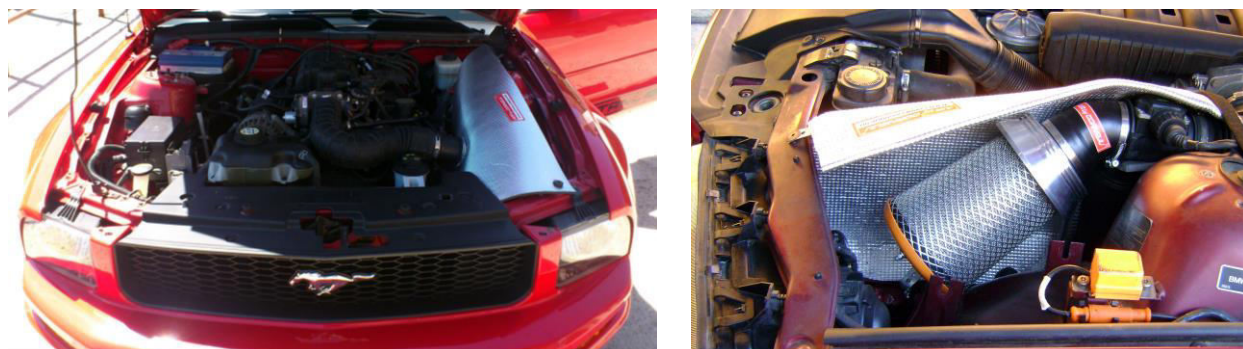


Figura 3.39. Deflector termic integrat amplasat în zona filtrului de aer supraaspirant

După cum se observă în graficul din figura 3.40., pentru autoturismul Ford Fusion 1.4i, valorile temperaturilor aerului admis în cazul filtrului original și a filtrului supraaspirant (SA) în absența deflectorului termic respectiv a SDTA, sunt relativ ridicate, ceea ce conduce la o densitate scăzută a încărcăturii proaspete admise în cilindrii motorului și implicit la reducerea coeficientului de umplere. Valorile temperaturii înregistrate pe suprafața filtrului supraaspirant protejat cu deflectorul termic și în prezența sistemului dinamic de transfer al aerului sunt mult inferioare comparativ cu variantele cu filtrul original respectiv doar cu filtrul supraaspirant, situație ce favorizează îmbunătățirea gradului de umplere [13, 42].

Tabel 3.2. Valori ale temperaturilor pe suprafața filtrului de aer supraaspirant

Variante constructive	Temperatură [°C]
Filtru de aer original	82
Filtru de aer supraaspirant	82
Filtru de aer supraaspirant + deflector termic	25
Filtru de aer supraaspirant + SDTA + deflector termic	21

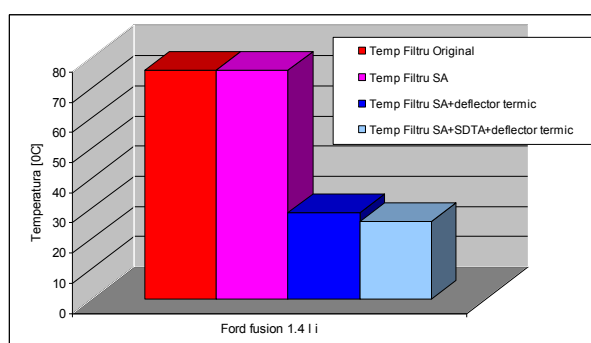


Figura 3.40. Valorile temperaturilor aerului de admisie din proximitatea filtrului de aer

Pentru menținerea unei temperaturi optime, peretele deflector, suprafața de concentrare dreptunghiulară, suprafețele de concentrare trapezoidale și ferestrele direcționale sunt căptușite pe exterior cu un material izolator termic.

Izolațiile termice din polietilena expandată sunt elemente care nu conțin substanțe toxice pentru organism și nu prezintă emisii radioactive, fiind reciclabile în proporție de 100%.

Deflectorul nu influențează negativ răcirea motorului, temperatura de regim a lichidului de răcire rămânând în parametri normali de funcționare.

Avantajele deflectorului integrat:

- direcționarea descendentă a fluxului de aer cald provenit de la radiatorul de răcire (radiațiilor termice), în afara compartimentului motor;
- menținerea unei temperaturi optime a filtrului de aer și a galeriei de admisie.

3.6. Determinări privind efectul de captare în cazul filtrului supraaspirant inversat

3.6.1. Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supraaspirant inversat

În acest subcapitol se prezintă o serie de măsurători experimentale concepute în scopul de a urmări comportamentul filtrului din punct de vedere al captării aerului, fără a lua în considerare influența undelor de presiune dezvoltate pe traseul de admisie în timpul funcționării motorului. În acest scop, filtrul nu este montat pe motor, standul experimental având doar rolul de simulare a comportamentului filtrului sub efectul unui flux de aer produs de un ventilator [13, 42].

3.6.2. Prezentarea standului experimental

Standul experimental prezentat în figura 3.41., este compus dintr-un filtru supraaspirant inversat (1), construit special pentru a putea permite montarea unor prize de presiune în diferite puncte ale acestuia și montat pe un suport special, un ventilator (2) și un manometru digital TESTO 510 (3) [13, 42-46].

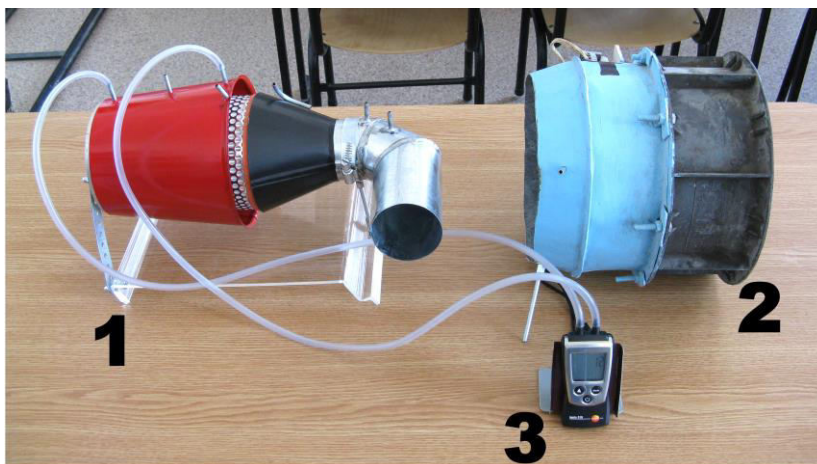


Figura 3.41. Vedere de ansamblu a standului experimental:
1-filtru supraaspirant inversat; 2- ventilator cu debit constant; 3- manometru digital

Filtrul supraaspirant inversat este alcătuit dintr-un captator extern axial (A), conul intern (B), element de filtrare cilindric (C), difuzorul intern (D) și cilindrul racord (E), (figura 3.42.b) [13, 42-46].

Datorită formei geometrice, captatorul extern axial A cu con intern B (figurile 3.42.c și d) asigură o bună captare realizând o inversare cu 180° a fluxului de aer aspirat, dirijând astfel curentul de aer prin elementul de filtrare spre difuzorul intern (spre ieșirea din filtru) [13, 42-46].

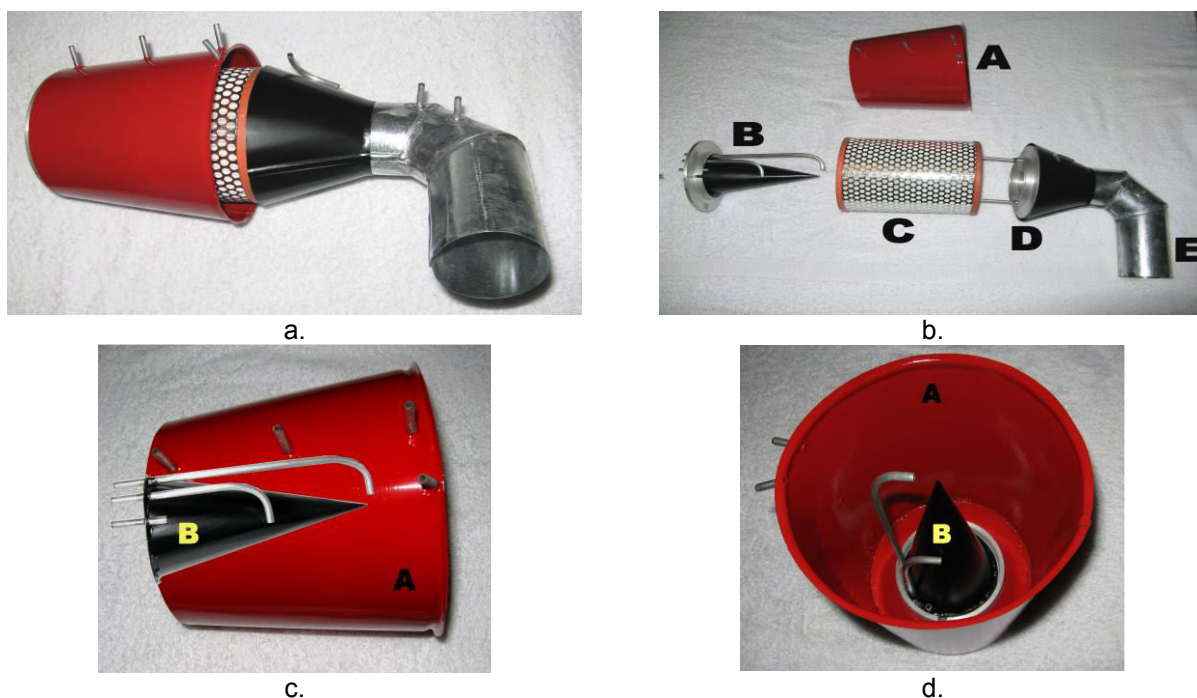


Figura 3.42. Filtrul supraaspirant inversat:
a - filtru supraaspirant, b - elemente componente, c, d- captator extern axial cu con intern

Captatorul extern axial cu con intern acoperă elementul de filtrare (în proporție de 90% din lungime elementului), păstrând o distanță bine determinată față de exteriorul elementului, permițând astfel captarea și inversarea fluxului de aer.

Pe exteriorul captatorului extern axial s-au montat patru prize de presiune respectiv trei prize pe lungimea conului intern [13, 42-46].

Elementul de filtrare (figura 3.42.b) are formă cilindrică și este confecționat din carton micronic, dispus astfel încât formează aria laterală a elementului de filtrare (în secțiune radială cartonul micronic este în formă de W).

Cartonul asigură o filtrare fină (micronică) și este învelit la exterior cu o sită milimetrică, care permite filtrarea grosieră (milimetrică) a aerului. Cartonul microporos și sita milimetrică sunt rigidizate (fixate) la cele două capete deschise prin inele siliconate, pentru o cât mai bună centrare și etanșeitate ideală, în raport cu difuzorul intern din partea anterioară și captatorul extern axial din partea posterioară [13, 42-46].

Difuzorul intern pentru accelerarea vitezei aerului D (figurile 3.42.b), de formă tronconică, realizează legătura dintre elementul de filtrare C și cilindrul racord E (figura 3.42.b). În figura 3.43. se prezintă modul de numerotare a prizelor de presiune practicate de-a lungul filtrului supraaspirant inversat [13, 42-46].

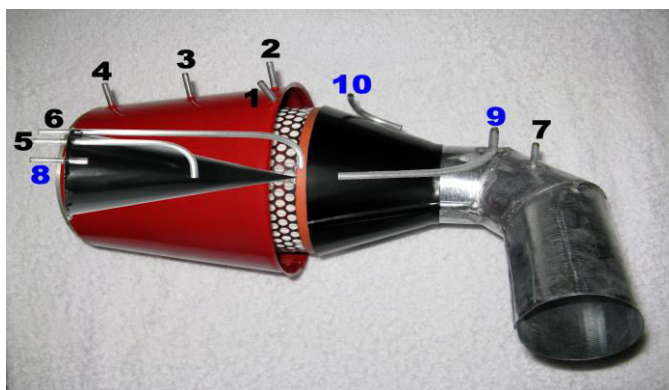


Figura 3.43. Numerotarea prizelor de presiune

3.6.3. Măsurarea câmpurilor de presiune în cazul filtrului supraaspirant inversat

Se măsoară presiunea statică (prizele de presiune sunt dispuse perpendicular față de curentul de aer) la nivelul captatorului extern axial prin prizele 1, 2, 3, 4; în interiorul elementului de filtrare (la 1/2 din lungimea acestuia) prin priza 5; la intrarea în difuzorul intern prin priza 6 și în cilindrul racord prin priza 7 (figura 3.43.).

Presiunea dinamică este măsurată (prizele de presiune sunt dispuse axial față de curentul de aer) la baza conului intern prin priza 8; la ieșirea din difuzorul intern prin priza 9 și la nivelul suprafeței externe a difuzorului intern prin priza 10 (figura 3.43.).



a.

b.

Figura 3.44. Filtru supraaspirant inversat:

a – prezența conului intern, b – absența conului intern

Măsurătorile s-au efectuat utilizând manometrul digital TESTO 510 (0-100hPa) prezentat în figura 3.41.

S-au efectuat măsurători de presiune pentru fiecare priză de presiune (în raport cu presiunea atmosferică) la distanțe diferite dintre ventilator și filtrul supraaspirant inversat: 0, 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500mm, respectiv măsurătorile de presiune au fost realizate atât în prezența cât și în absența conului intern (Anexa 5, tabele 2. și 3.), figura 3.44. [13, 42-46].

3.6.4. Analiza datelor experimentale obținute și concluzii

În figurile 3.45.-3.48. sunt prezentate variațiile câmpurilor de presiune relativă, pentru fiecare priză în funcție de poziționarea filtrului de aer supraaspirant inversat față de ventilator respectiv pentru cele două variante constructive (prezența / absența conului intern) [13, 42-46].

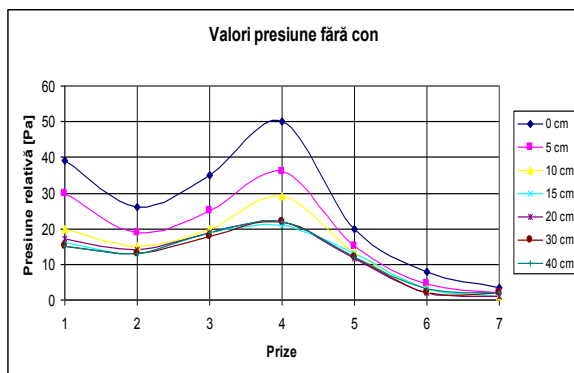


Figura 3.45. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, pentru diferite distanțe față de ventilator, în absența conului

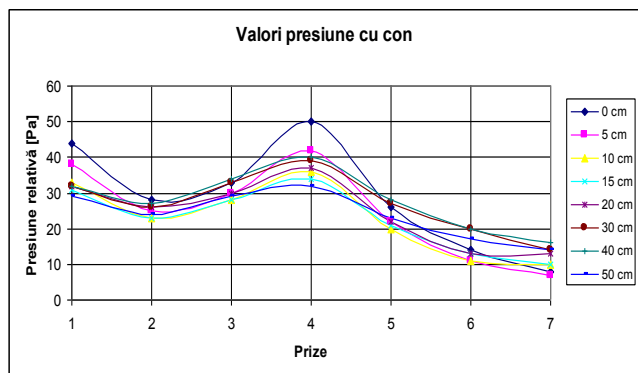


Figura 3.46. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, pentru diferite distanțe față de ventilator, în prezența conului

Datorită geometriei constructive, difuzorul intern are capacitatea de a crește viteza aerului aspirat la ieșirea din filtru.

Suprafața exterioară a difuzorului intern are o formă tronconică prelucrată special pentru direcționarea curentului de aer spre captatorul extern axial (aceasta permite o curgere concentrată a aerului și o rezistență gazo-dinamică minimă).

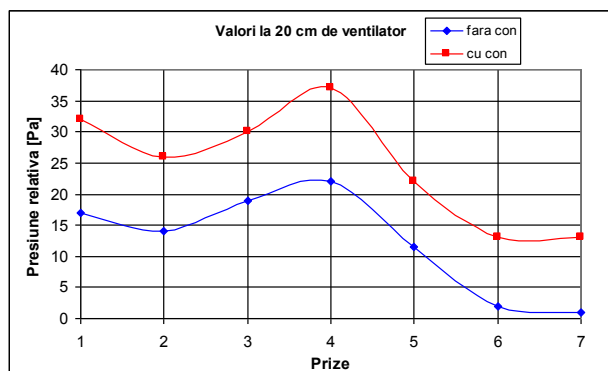


Figura 3.47. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, la 20 cm față de ventilator

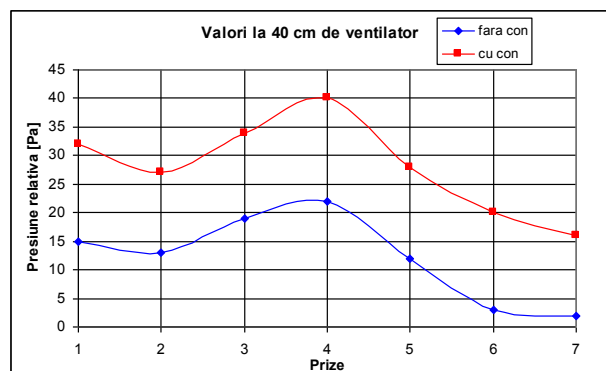


Figura 3.48. Valori comparative ale presiunii relative în filtru, la 40 cm față de ventilator

Efectul de captare prezentat în figurile 3.47. respectiv 3.48. este relativ superior în varianta constructivă a filtrului supraaspirant inversat având în componența sa conul intern [13, 42-46].

3.7. Testarea îmbunătățirii admisiei aerului unui motor cu ardere internă

Scopul acestui experiment constă în testarea conceptelor de filtre de aer supraaspirante și a SDTA, prezentate detaliat în subcapitolele anterioare. Testele au fost realizate pe un stand experimental, aflat în dotarea laboratorului de Motoare cu ardere internă din cadrul Facultății de Inginerie din Hunedoara, Universitatea Politehnica Timișoara [13, 42].

3.7.1. Prezentarea standului experimental

Pentru efectuarea măsurătorilor experimentale se utilizează un stand ce conține un motor cu aprindere prin scânteie, în 4 timpi, având 4 cilindri verticali în linie, cu arbore cu came în blocul motor, marca Dacia, model 810.99, cu carburator, și aparatura aferentă, stand ce permite stabilirea câmpului de presiuni pe traseul de admisie în motor (figura 3.49.). Au fost realizate o serie de prize de presiune în aval de filtrul de aer și s-au făcut măsurători pentru diferite regimuri de funcționare ale motorului instalat pe stand respectiv diferite filtre supraaspirante concepute [13, 42]. Poziționarea prizelor de presiune pe traseul de admisie în motor este ilustrată în figura 3.50.

Măsurătorile au fost efectuate pentru regimul de mers în gol al motorului, pentru diferite turații. S-au înregistrat valorile presiunilor relative în punctele de pe traseul de admisie în care au fost montate prizele de presiune, după cum se vede în figura 3.51.b,c,d, utilizându-se un manometru digital TESTO 510 (0-100hPa) [13, 42].

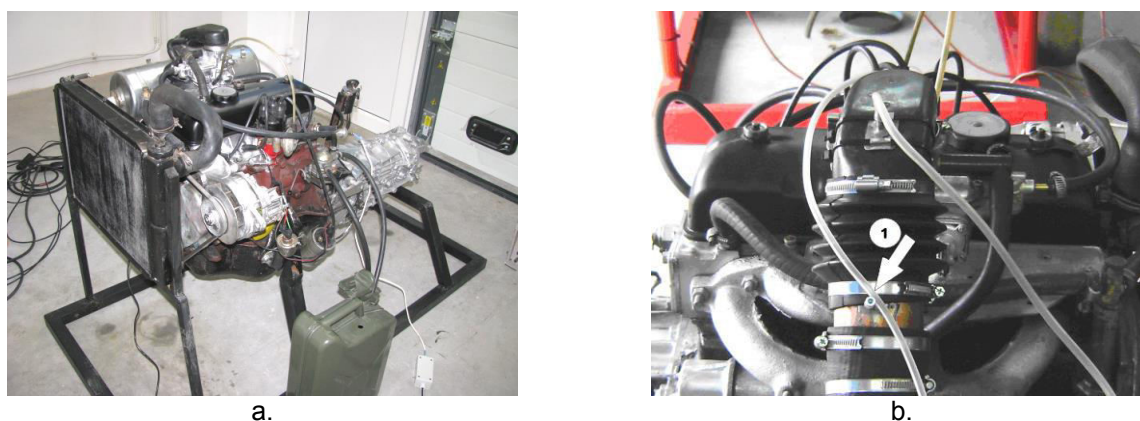


Figura 3.49. Stand experimental:
a - vedere stand experimental, b – prize de presiune

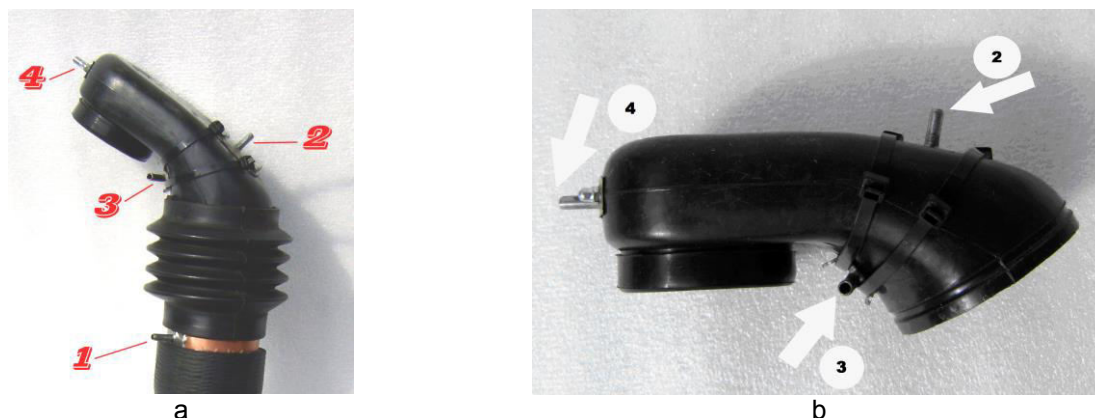


Figura 3.50. Racord de legătură:
a - vedere de ansamblu a prizelor de presiune, b, - poziționarea și numerotarea prizelor de presiune



a.



b.



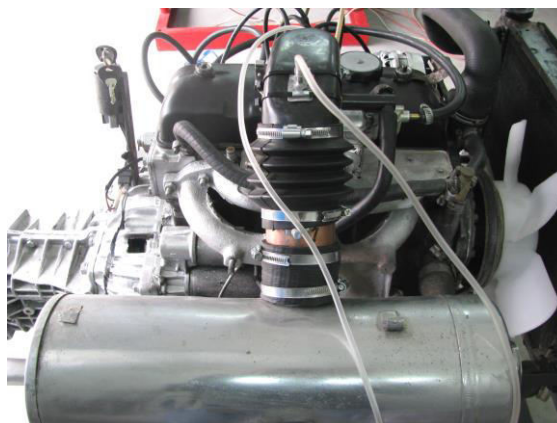
c.

Figura 3.51. Aparate de măsură:

a – anemometru digital Lutron LM – 8010, b – tahometrul digital Velleman DTO 6234N, c – sound level meter Lutron SL – 4012

De asemenea, pentru simularea deplasării autovehiculului, măsurătorile s-au efectuat în prezența unui ventilator, poziționat în fața radiatorului de răcire al motorului instalat pe stand [13, 42].

Măsurarea vitezei de curgere a aerului dinspre ventilator spre radiatorul motorului, s-a efectuat cu ajutorul unui anemometru digital, de tip Lutron LM – 8010 (figura 3.51.a), turația motorului s-a măsurat cu tahometrul digital Velleman DTO 6234N, (figura 3.51.b), iar nivelul de zgomot al motorului a fost stabilit cu un sonometru tip Lutron SL – 4012, prezentat în figura 3.51.c [13,42].

**Figura 3.52. Încercarea pe stand a filtrului original**

Au fost prelevate date pentru sistemul de admisie echipat cu filtrul clasic original (figura 3.52.), filtrul supraaspirant cu difuzor intern (figura 3.53.), filtrul supraaspirant supliform (figura 3.54.), pentru sistemul dinamic de transfer al aerului SDTA (figura 3.55.) și filtrul supraaspirant cu arie extinsă (figura 3.56.) [13, 42-50].



a.



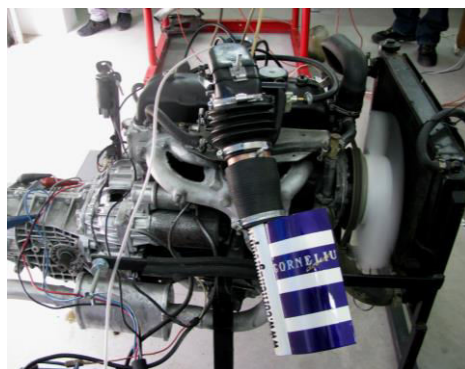
b.

Figura 3.53. Testarea filtrului supraaspirant cu difuzor intern:

a – filtru supraaspirant cu difuzor intern, b – stand



a.



b.

Figura 3.54. Testarea filtrului supraaspirant supliform:
a – filtru supraaspirant supliform, b – stand



a.



b.

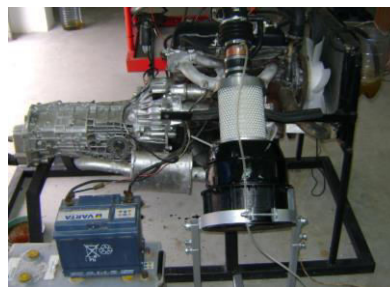


c.

Figura 3.55. Testarea sistemului dinamic de transfer al aerului (SDTA):
a,b – SDTA, c – stand



a.



b.

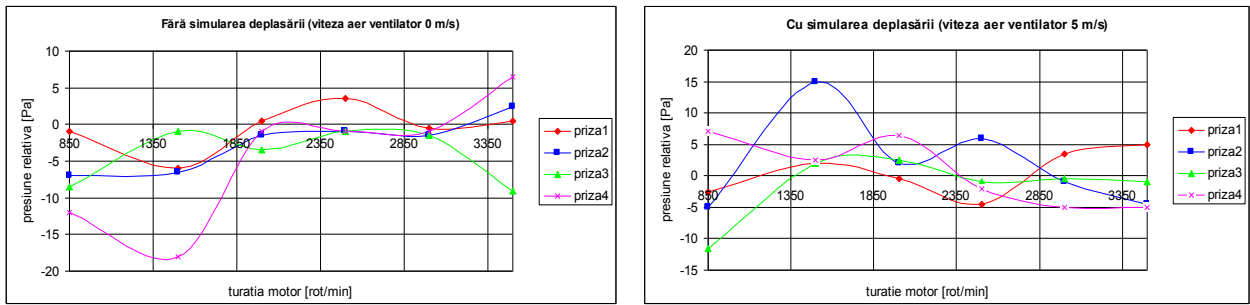
Figura 3.56. Testarea filtrului supraaspirant cu arie extinsă de filtrare:
a – filtru supraaspirant cu arie extinsă de filtrare, b – stand

3.7.2. Rezultatele măsurătorilor experimentale

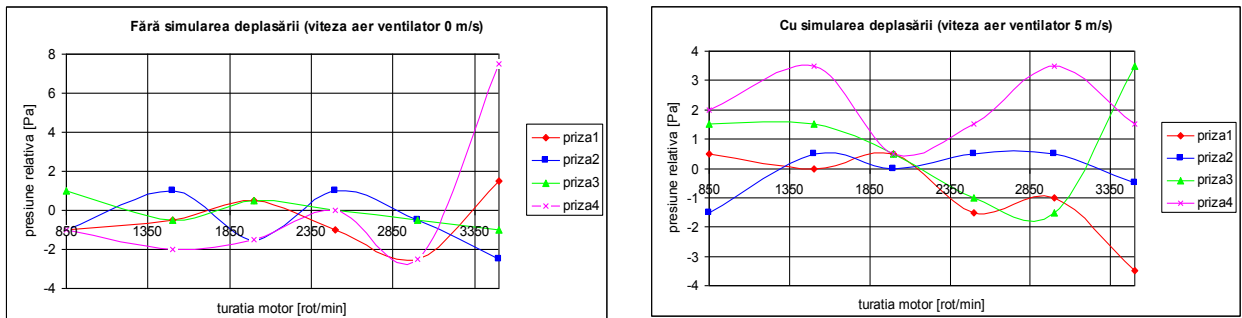
În continuare se vor prezenta rezultatele măsurătorilor experimentale, pentru fiecare concept în parte, urmărindu-se evoluția presiunii pentru fiecare priză, iar apoi, pentru fiecare turație, distribuția presiunii pe traseul de admisie, până la intrarea în galerie.

Datorită prezenței undelor de presiune generate de deplasarea alternativă a pistoanelor în cilindrii motorului, precum și de deschiderea și închiderea periodică a supapelor de admisie, valorile presiunilor variază într-o plajă destul de largă. De aceea, după stabilizarea turației motorului, au fost înregistrate valorile limită (superioară și inferioară) ale presiunilor în prizele montate și calcularea mediei acestora

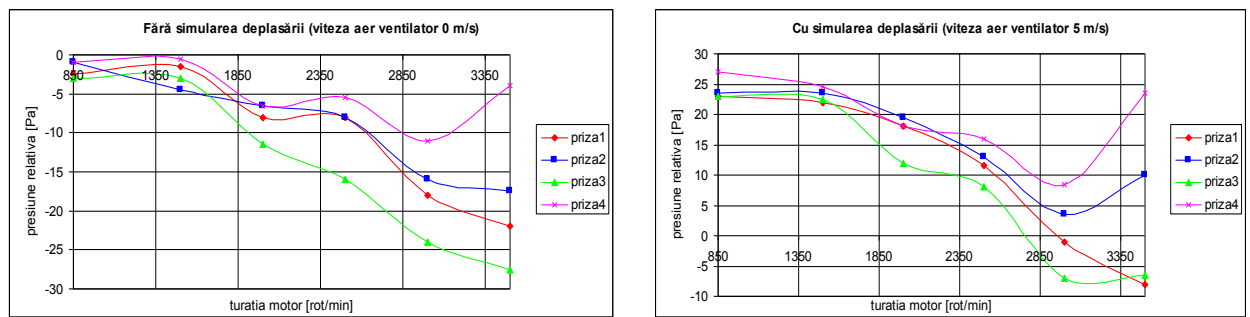
În figurile 3.57.-3.63. se prezintă variația presiunii relative în funcție de turația motorului, pentru fiecare priză, cu și fără simularea deplasării pentru filtrele testate, datele fiind prezentate în Anexa 6, tabelele 1-5. [13, 41, 42].



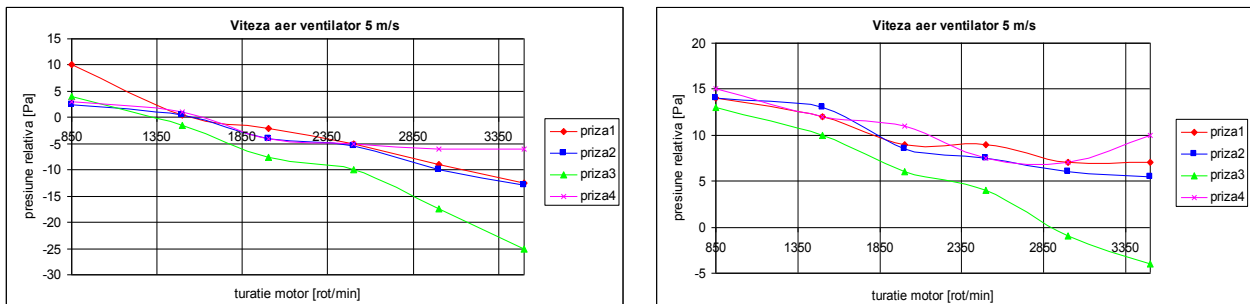
a. b.
Figura 3.57. Filtrul clasic. Variația presiunii relative funcție de turația motorului:
 a – în regim staționar, b – cu simularea deplasării



a. b.
Figura 3.58. Filtrul supraaspirant cu difuzor intern. Variația presiunii relative funcție de turația motorului:
 a – în regim staționar, b – cu simularea deplasării



a. b.
Figura 3.59. Filtrul supraaspirant supliform. Variația presiunii relative funcție de turația motorului:
 a – în regim staționar, b – cu simularea deplasării



a. b.
Figura 3.60. Variația presiunii relative de-a lungul traseului de admisie în funcție de turație:
 a - sistemul dinamic de transfer al aerului (SDTA), b – filtrul supraaspirant cu arie extinsă

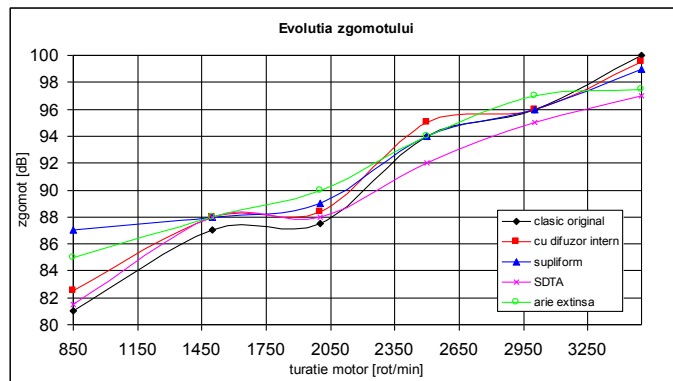
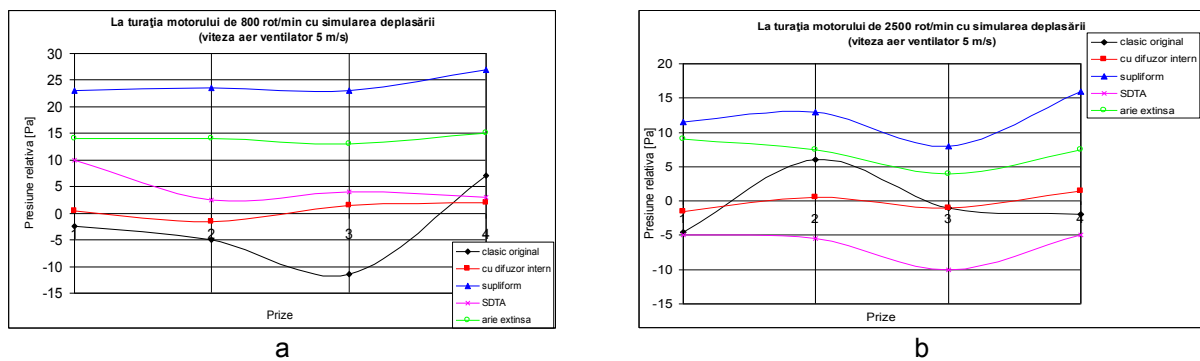
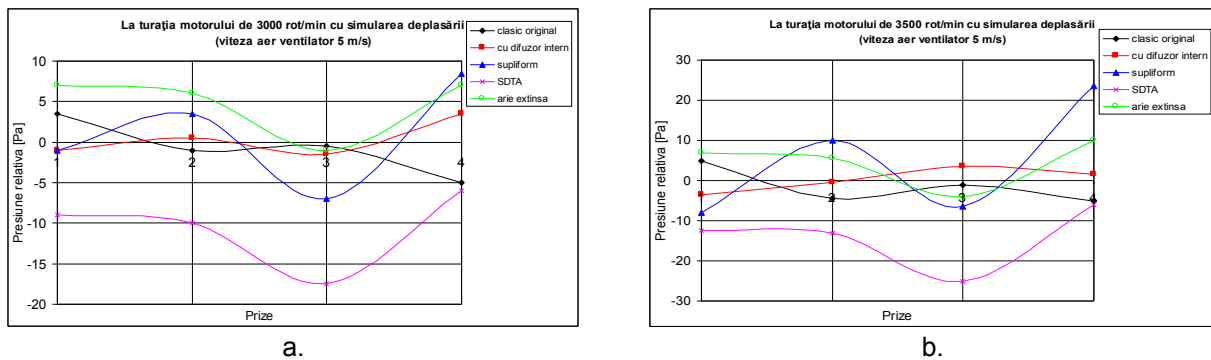


Figura 3.61. Evoluția zgomotului în funcție de turația motorului

În continuare se prezintă grafice comparative ale evoluției presiunii relative pe traseul de admisie, pentru fiecare regim de turație în parte (figurile 3.62. respectiv 3.63).

Figura 3.62. Evoluția presiunii relative pe traseul de admisie în funcție de turație:
a – 800rot/min, b – 2000rot/minFigura 3.63. Evoluția presiunii relative pe traseul de admisie în funcție de turație:
a – 3000rot/min, b – 3500rot/min

3.7.3. Concluzii

Se constată o netă îmbunătățire a regimului de presiuni pe traseul de admisie, atunci când sunt instalate filtrele supraaspirante și sistemul dinamic de transfer al aerului.

Urmărind evoluția presiunii pentru fiecare priză în funcție de turație se poate concluziona:

- un ușor efect de suprapresiune introdus de filtrele supraaspirante cu difuzor intern și cu arie extinsă, pe toată plaja de turații, situație benefică pentru procesul de umplere;
- efectul de suprapresiune este mai evident la turații mici, pentru toate conceptele de filtre și se diminuează odată cu creșterea turației.

3.7.4. Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supliform

Prin acest experiment s-a urmărit evidențierea efectului de captare al filtrului pentru diferite unghiuri de orientare față de direcția de deplasare a autovehiculului. Din acest motiv măsurătorile s-au realizat cu motorul oprit, efectul de captare fiind pus în evidență de fluxul de aer provenit de la un ventilator (figura 3.64.a) [13, 42, 43].

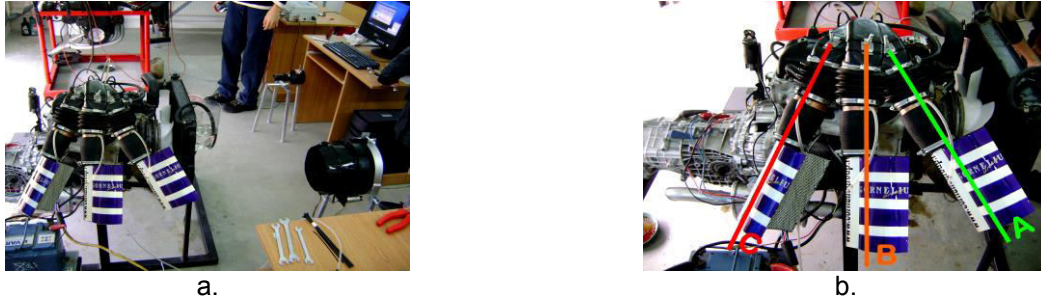


Figura 3.64. Standul experimental:

a – vedere de ansamblu, b – ilustrarea celor trei poziții de montaj ale filtrului

Măsurătorile s-au realizat pentru trei poziții distincte ale filtrului, respectiv A, B și C, ilustrate în figura 3.64.b. Viteza aerului vehiculat de ventilator este aceeași pentru toate cele trei poziții, urmărindu-se doar efectul orientării unghiulare a filtrului asupra eficienței captării aerului. Au fost prelevate valori ale presiunilor relative pentru toate cele 4 prize (figura 3.50.b-d) [13, 42, 43].

Tabel 3.3. Valorile presiunii în funcție de unghiul de montaj

Prize presiune	Unghi montaj A [Pa]	Unghi montaj B [Pa]	Unghi montaj C [Pa]
1	31	12	3,5
2	23	12	4
3	22	11	6
4	21	11	6

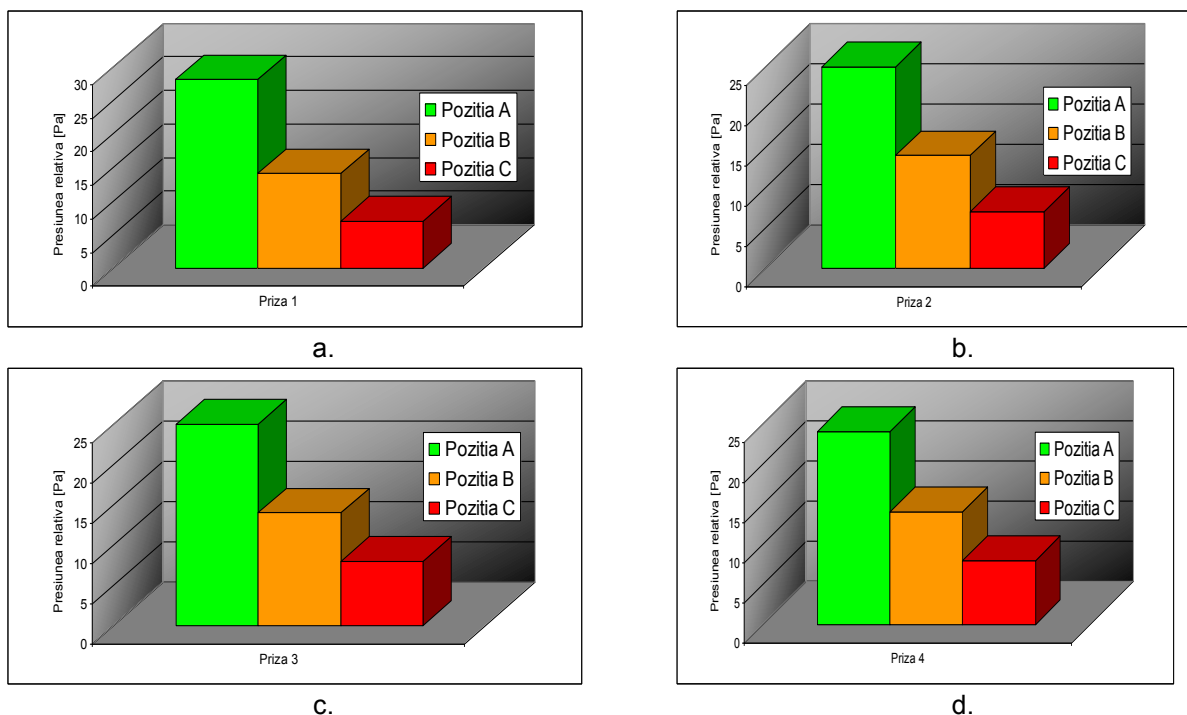


Figura 3.65. Valorile comparative ale presiunii relative pentru prizele în funcție de poziția de montaj:

a – priza 1, b - priza 2, c - priza 3, d - priza 4.

După cum se poate observa din figura 3.65., putem concluziona faptul că efectul de captare al filtrului este mult superior în poziția A, comparativ cu pozițiile B și C, situație similară pentru toate cele 4 prize de presiune de pe traseul de admisie [13, 42].

Cu alte cuvinte, orientarea filtrului supraaspirant supliform în compartimentul motor are o importanță deosebită pentru optimizarea efectului de captare al aerului.

3.7.5. Suprafețe de concentrare – alternativă la SDTA

Pentru a crește efectul de captare al filtrelor supraaspirante poziționate perpendicular pe direcția de curgere a fluxului de aer (figura 3.66.a) au fost concepute suprafețele de concentrare și direcționare (SC) prezentate în figura 3.66.b. Aceste suprafețe reprezintă o alternativă pentru situațiile în care sistemul dinamic de transfer al aerului nu poate fi implementat din diverse motive [13, 42].

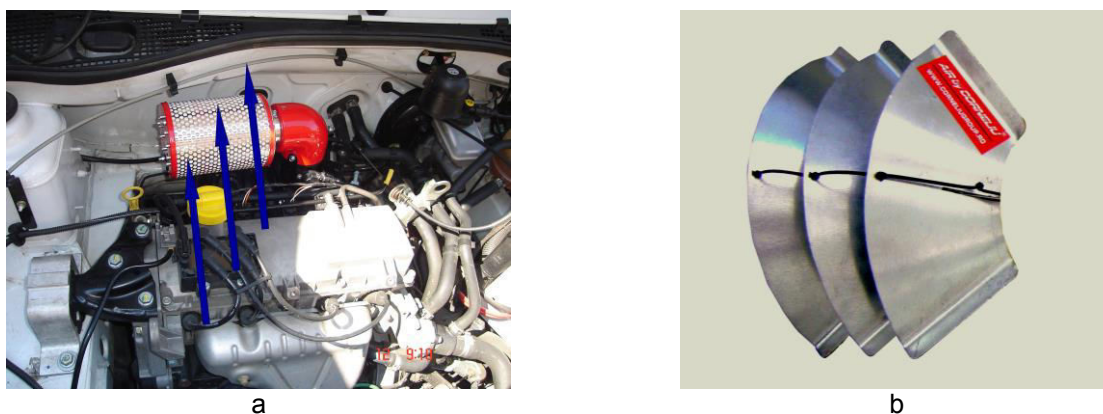


Figura 3.66. Implementarea suprafețelor de concentrare:
a - sensul de curgere al aerului, b - suprafețe de concentrare

Suprafețele sunt de formă tronconică și se atașează pe exteriorul ariei de filtrare, astfel încât fluxul de aer (în timpul mersului) să fie captat, concentrat și direcționat spre difuzorul intern al filtrului supraaspirant (figura 3.67.) [13, 42].



Figura 3.67. Curgerea aerului în prezența suprafețelor de concentrare

În continuare se prezintă demersul experimental pentru determinarea unghiului optim de orientare a suprafețelor de concentrare și direcționare. Este utilizat același stand experimental prezentat în figura 3.50.a, echipat cu un filtru supraaspirant cu difuzor intern, pe care se montează suprafețele respective (figura 3.68.a).

Suprafețele sunt orientate prin intermediul unor tiranți la anumite unghiuri față de axa longitudinală a filtrului supraaspirant (figura 3.68.b). Unghiul de captare este optim când valoarea presiunii înregistrată la priza 4 (figura 3.50.b) este maximă [13, 42].

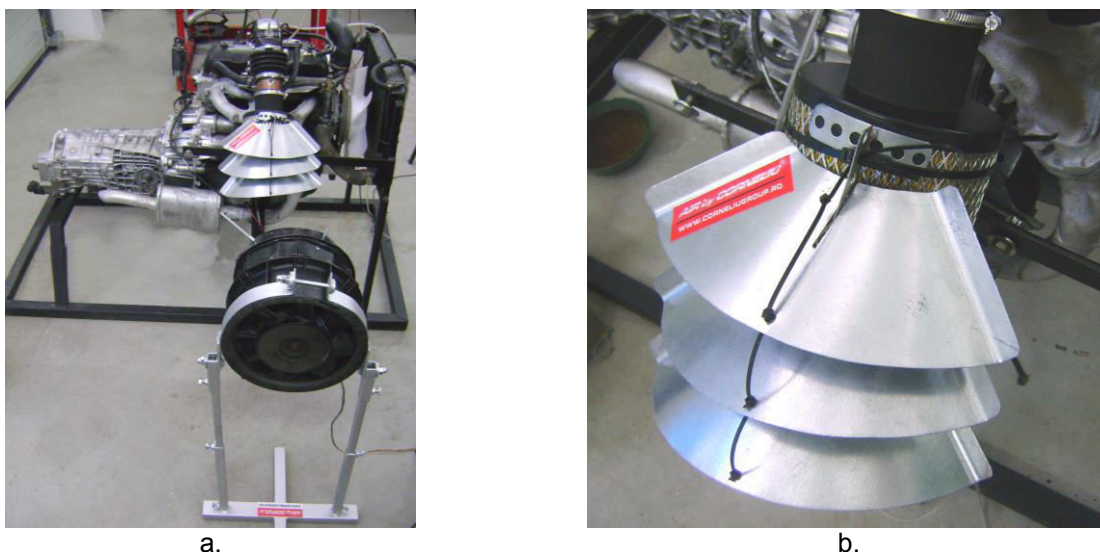


Figura 3.68. Testarea conceptului SC:
a - stand experimental, b - orientarea suprafețelor de concentrare

Măsurătorile s-au efectuat cu motorul oprit pentru a scoate în evidență efectul de captare, valorile presiunii înregistrate sunt prezentate în figura 3.69. (Anexa7, tabele 1, 2) [13, 42].

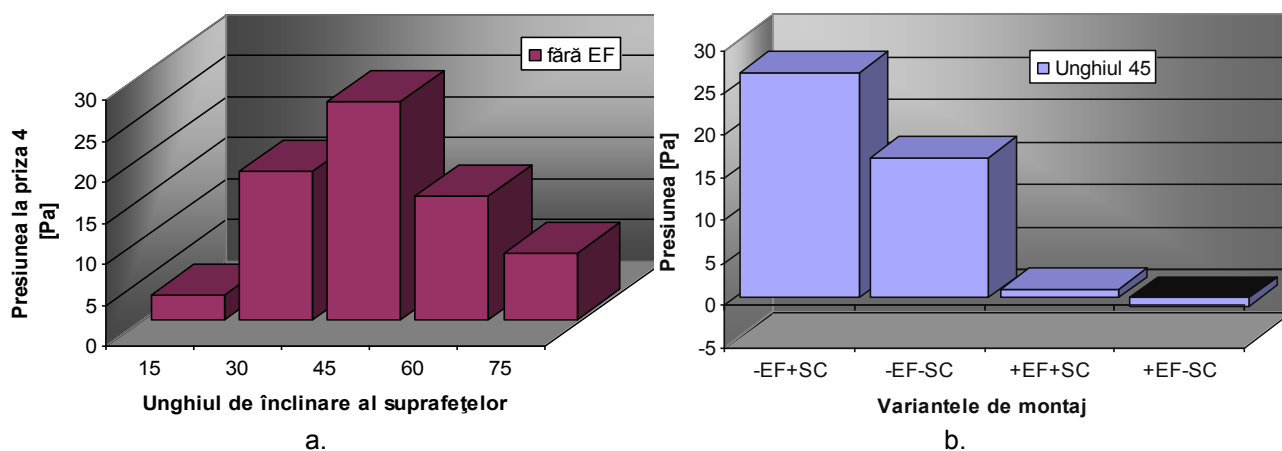


Figura 3.69. Valori ale presiunii înregistrate:
a - efectul de captare funcție de unghiul de înclinare al suprafețelor, b - efectul de captare funcție de prezența sau absența elementului de filtrare (EF) și a suprafețelor de concentrare (SC)

Pentru determinarea unghiului optim de orientare s-au făcut măsurători la diferite înclinări ale suprafețelor, respectiv la unghiurile de 15°, 30°, 45°, 60° și 75° față de axa longitudinală a filtrului.

După cum se observă în figura 3.69.a, pentru unghiul de 45° valoarea presiunii înregistrată de priza 4 este maximă, motiv pentru care orientarea suprafețelor de concentrare se va face la acest unghi. Măsurătorile din figura 3.69.b au fost efectuate în absența elementului de filtrare (EF) [13, 42].

Rezultatele din figura 3.69.b ilustrează efectul categoric pozitiv al atașării suprafețelor de concentrare pe aria laterală a filtrului.

3.8. Captator aerodinamic axial pentru autocamioane

3.8.1. Argument

La cererea unei companii de transport rutier cu o flotă de aproximativ 1000 de autocamioane model Volvo 440, s-a demarat un studiu cu privire la eficientizarea admisiei aerului în motorul cu ardere internă ce echipează aceste modele [13,42,44,49].

Deoarece amplasamentul filtrului clasic (figura 3.70.a) la acest model de autocamioane este sub cabină, pe șasiu, în spatele roților directoare față, nu există posibilitatea implementării unui filtru supraaspirant fără carcasă. În timpul rulării, filtrul supraaspirant fără carcasă ar fi expus prafului, apei și în special noroiului, aruncate de roțile directoare, fapt ce ar conduce la îmbâcsirea prematură și blocarea ariei de filtrare, rezistența gazodinamică ar crește considerabil, rezultatul fiind o diminuare severă a gradului de umplere a cilindrilor motorului [13,42,44,49].

Dată fiind poziția, prezentată mai sus, a filtrului de aer, realizarea admisiei în varianta clasică originală presupune existența, în amonte de filtru, a unui traseu de aducțiune, care are rolul de a facilita aspirația curentului de aer relativ curat (cu minimum de impurități) prin filtru, în cilindrii motorului.

Acest traseu de aducțiune începe (în sensul de curgere al aerului) cu o cameră amplasată în partea stânga-sus a cabinei, cameră ce are atașată o grilă perforată (figura 3.70.c) [13, 42, 44, 49].

Grila are orificiile (perforațiile) pentru absorbția aerului orientate în sens opus direcției de curgere a fluxului de aer (din timpul deplasării autocamionului).

În figura 3.70.d săgețile albastre reprezintă direcția de curgere a aerului când autocamionul este în mișcare, iar săgețile roșii indică direcția aerului absorbit prin orificiile grilei [13, 42, 44, 49].

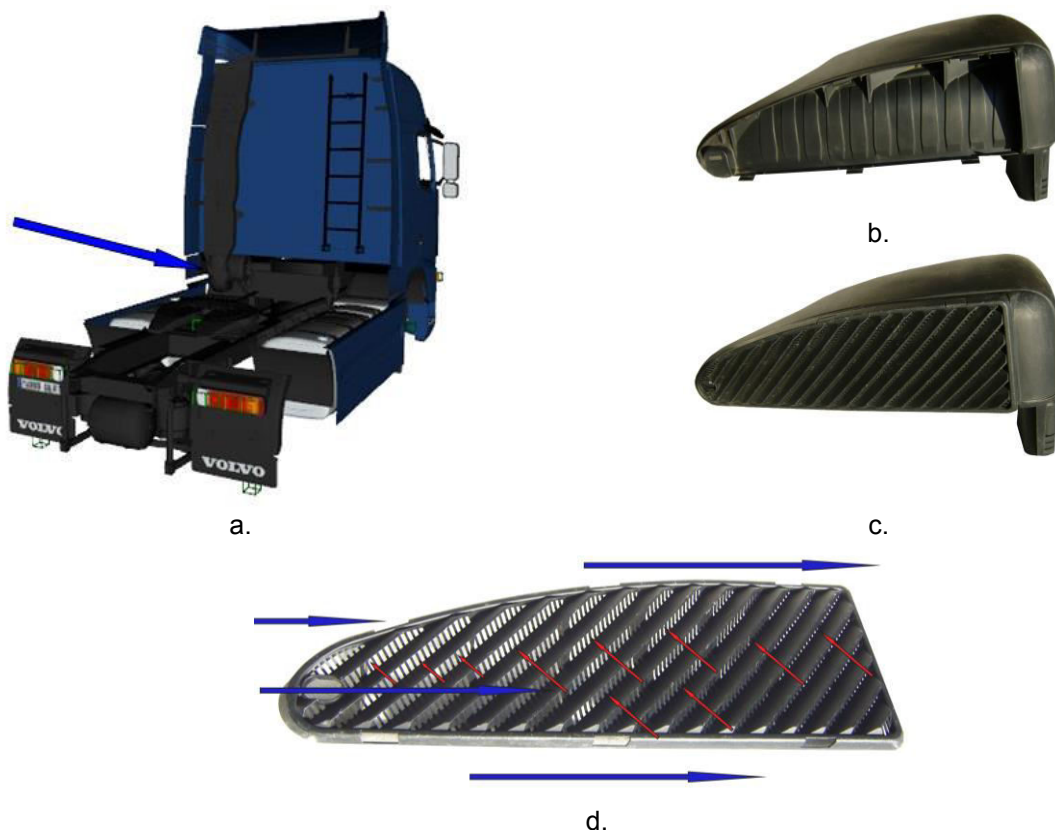


Figura 3.70. Camion Volvo FH 440:

a - poziția filtrului de aer, b - camera traseului de aducțiune fără grila perforată, c – camera traseului de aducțiune cu grila perforată montată, d - circulația aerului peste grilă

Neajunsul acestei soluții constă în faptul că, poziția grilei, cât și a orificiilor acesteia, favorizează, în timpul deplasării autocamionului, apariția unei ușoare depresiuni la nivelul orificiilor, fenomen care reduce capacitatea de aspirație a aerului spre filtru. De asemenea, camera împreună cu grila perforată nu asigură (sau asigură într-o măsură prea mică) funcția de captare a aerului [13, 42, 44, 49].

3.8.2. Captatorul aerodinamic axial

Datorită motivelor prezentate mai sus, s-a conceput un captator aerodinamic axial (figura 3.71.a) cu rol în captarea și direcționarea fluxului de aer spre traseul de aducțiune al filtrului [13, 42, 44, 49].



Figura 3.71. Captator SDTA:

a - captatorul aerodinamic axial, b,c – cap tractor Volvo fără respectiv cu captator montat

Acesta se montează pe grila camerei traseului de aducțiune, așa cum se poate vedea în figura 3.71.c, neutralizând efectul de depresiune apărut în lipsa acestuia.

3.8.3. Standul experimental pentru realizarea măsurătorilor

Pentru a pune în evidență eficiența captatorului aerodinamic axial s-au realizat măsurători ale presiunii aerului din circuitul de aducțiune în absența și în prezența acestuia. Standul experimental (figura 3.72.a) este compus dintr-un ventilator, camera tubulaturii de aducțiune originală (autocamion Volvo 440), captatorul aerodinamic axial și manometrul digital TESTO 510 [13, 42, 44, 49].

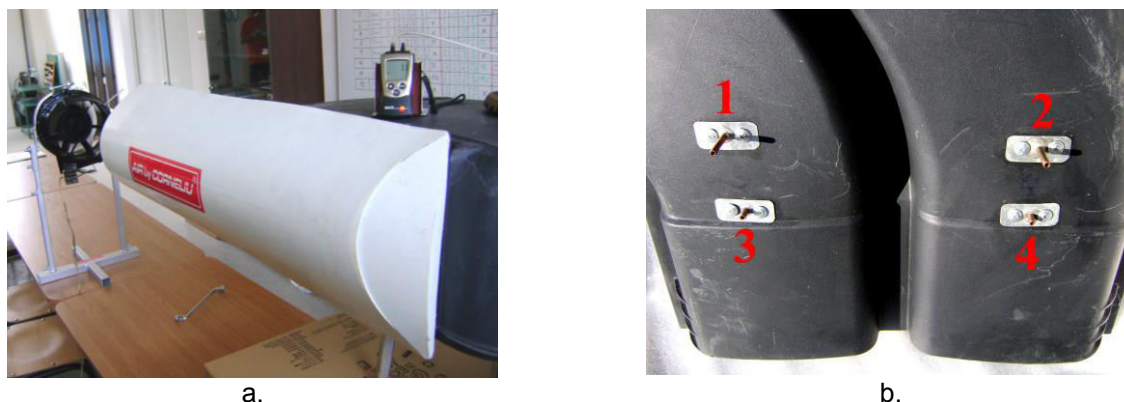


Figura 3.72. Standul experimental:

a – vedere generală, b – detaliu privind prizele de presiune

Pe tubulatura de aducțiune s-au implementat 4 prize de presiune (figura 3.72.b) pentru măsurarea presiunilor statice (prizele 1 și 2) și a celor dinamice (prizele 3 și 4) [13, 42, 44, 49].

S-au efectuat măsurători diferențiate pentru trei cazuri prezentate în Anexa 7, tabelul 3 [13, 42, 44, 49]:

- I. în prezența grilei și fără captatorul aerodinamic axial, situație identică cu cea folosită de autocamioanele Volvo 440;
 II. în prezența grilei și a captatorului aerodinamic axial;
 III. în absența grilei și în prezența captatorului aerodinamic axial.

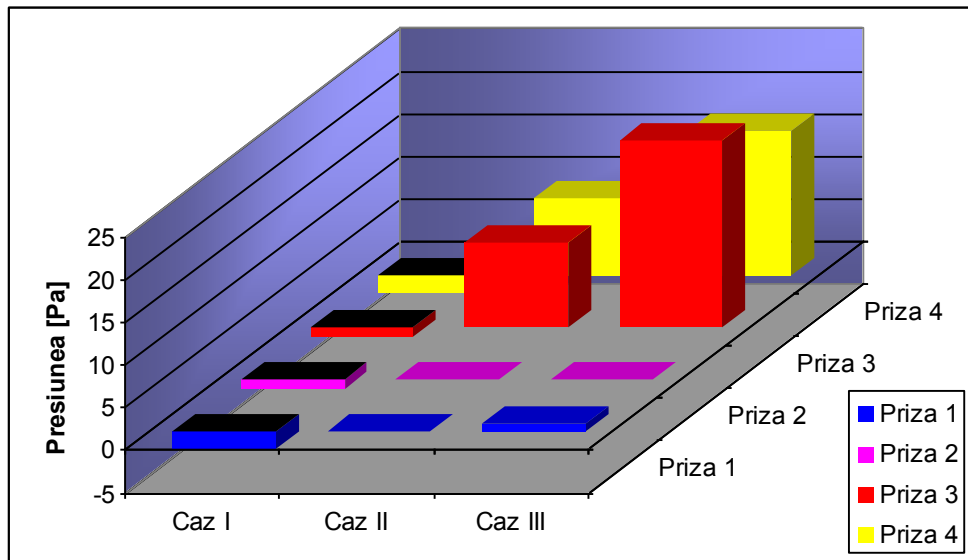


Figura 3.73. Rezultatele măsurătorilor efectuate

În urma măsurătorilor efectuate și prezentate în figura 3.73. se poate concluziona că [13,42,44,49]:

- efectul de captare este maxim în cazul III;
- în cazul I nu există efect de captare observându-se un ușor efect de depresiune;
- cazul II este un compromis prin suprapunerea captatorului aerodinamic axial peste grilă, dar rezistența gazodinamică este dublă față de cazul III.

3.8.4. Eficientizarea captatorului

Eficientizarea captatorului constă în modelarea regiunii externe de captare prin implementarea unei forme difuzorice (figura 3.74.) particularizată în funcție de arhitectura cabinei dar ținând cont de reglementările producătorului privind normele de gabarit ale camionului [13, 42, 44, 49].



a.



b.



c.

Figura 3.74. Captator SDTA:

a - camion Volvo FH 12, b - vedere detaliu captaor; c – captator montat

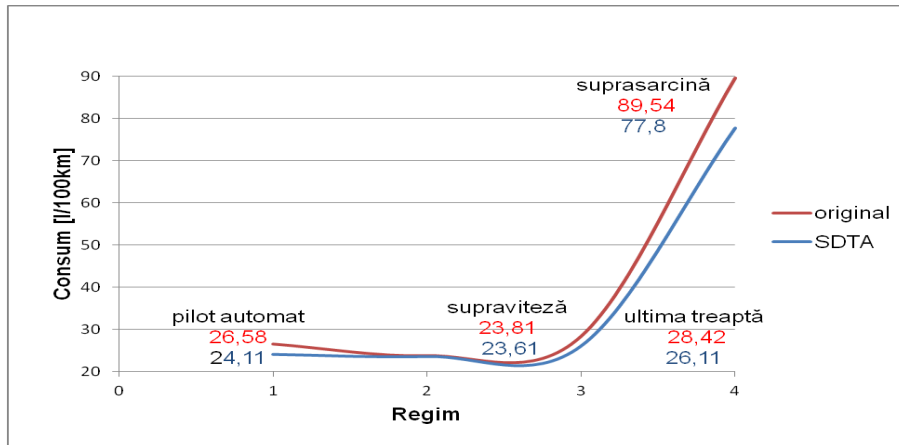


Figura 3.75. Variația consumului specific pentru camionul Volvo FH 440

Captatorul a fost testat în trafic real pe o perioadă de 24 luni reducerea de carburant constatată fiind de 7% față de varianta clasică (figura 3.75.). Datele experimentale sunt prezentate în Anexa 7, tabelul 4.

3.9. Filtre supraaspirante destinate motoarelor de mare litraj

Filtrele supraaspirante implementate pe autobuze sunt cu difuzor intern. Difuzorul intern are funcția suplimentară de accelerare a vitezei aerului la ieșirea din filtru, iar datorită geometriei constructive asigură o creștere considerabilă a coeficientului de umplere cu aer a cilindrilor.

Difuzorul intern are dimensiuni variabile în funcție de cilindreea motorului [13,42,44,47,48].

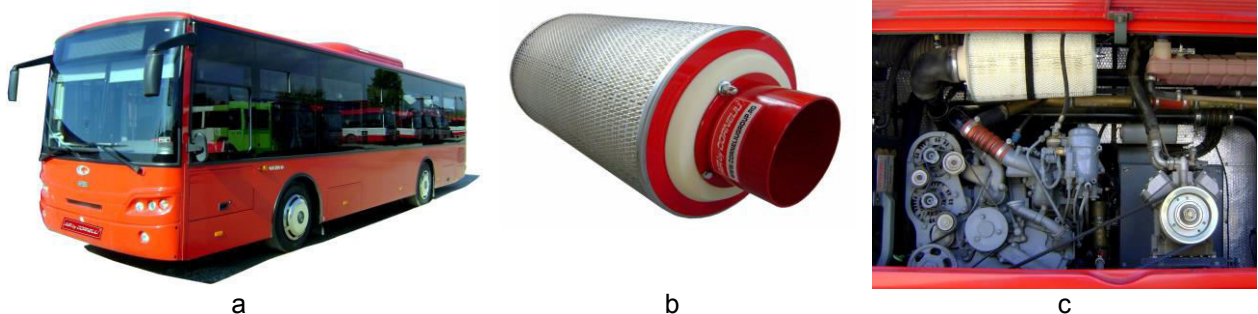


Figura 3.76. Filtru supraaspirant particularizat
a - autobuz Guleryuz; b - filtru supraaspirant; c - compartiment motor.

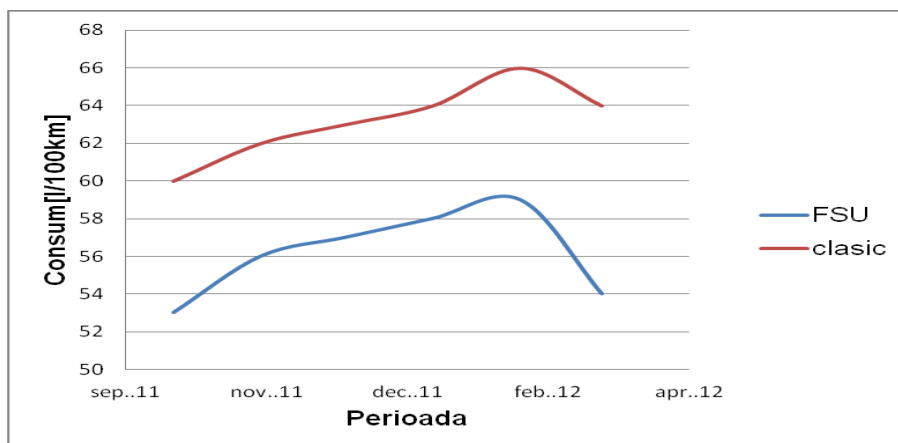


Figura 3.77. Monitorizare consum specific

Conform graficului prezentat în figura 3.77. (Anexa 7, tabelul 5), autobuzul pe care a fost implementat filtrul supraaspirant cu difuzor intern monitorizat pe o perioadă de cinci luni, a obținut o reducere a consumului de carburant cu până la 12% față de varianta de echipare originală.

3.10. Testarea performanțelor funcționale ale filtrelor de aer supraaspirante FSU 70 și YXV „Air by Corneliu”

3.10.1. Descriere stand experimental

Standul experimental utilizat (figura 3.78.) pentru efectuarea măsurătorilor este produs de firma Christiani și este compus dintr-un motor cu injecție multipunct de benzină, marca VW, 1,4 MPI, instalat pe modelele Golf VI 5K1, capacitate cilindrică: 1390cm³, putere: 59KW / 80CP, 4 cilindri în linie, an fabricație: între 2009 și 2012 [43,44, 45,47, 48, 54, 55].

Măsurătorile au constat în determinarea parametrilor funcționali principali ai motorului, la diferite turații de mers în gol, motorul fiind echipat cu filtrul original, cu FSU70 respectiv cu YXV. Sesiunile de testări au fost repetate pentru confirmarea rezultatelor, iar condițiile de încercare pentru cele trei variante de echipare au fost menținute constante [44, 45, 47, 48, 54, 55].

Utilizarea materialelor compozite pentru filtrul supraaspirant YXV permite obținerea unor forme constructive complexe, fapt ce constituie un avantaj comparativ cu filtrul supraaspirant FSU confecționat din oțel DC01 (tablă ambutisată) în optimizarea consumului de combustibil.

3.10.2. Metodologia experimentală

Pentru prima sesiune de măsurători, motorul experimental a fost echipat cu filtrul original (figura 3.79.a). Achiziția datelor s-a realizat pentru diverse turații de mers în gol ale motorului, începând cu cea de relanti și continuând cu 1500, 2000, 2500, 3000, 3500 și respectiv 4000rot/min.

S-au înregistrat [54, 55]:

- poziția clapetei de accelerație;
- presiunea aerului în galeria de admisie;
- temperatura lichidului de răcire;
- temperatura aerului în galeria de admisie;
- consumul orar de combustibil.



Figura 3.78. Prezentarea standului experimental

Următoarele sesiuni de măsurători s-au realizat cu motorul echipat cu filtrul FSU70 (figura 3.79.b) respectiv cu filtrul YXV (figura 3.79.c) [54, 55].



a.



b.



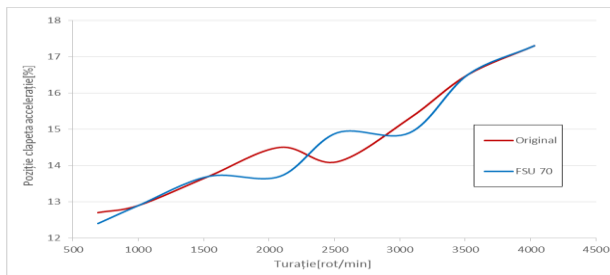
c.

Figura 3.79. Filtre de aer testate:

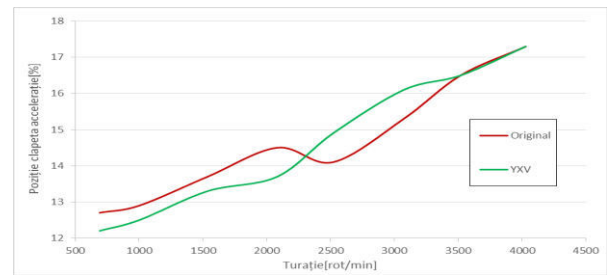
a - filtrul original, b – filtrul FSU70, c – filtrul YXV

3.10.3. Interpretarea rezultatelor

Măsurătorile au fost efectuate în incinta laboratorului, unde temperatura și presiunea atmosferică au rămas constante. În Anexa 8, tabelele 1-3, sunt prezentate valorile comparative ale parametrilor precizați anterior privind performanțele motorului echipat cu filtru original, cu FSU70 respectiv YXV.



a.

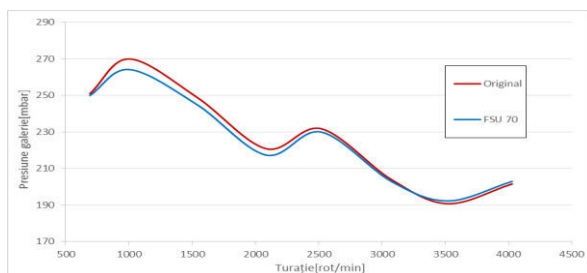


b.

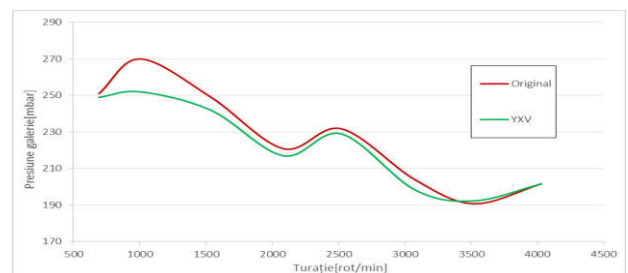
Figura 3.80. Poziția clapetei de accelerație:

a – filtrul original/FSU70, b – filtrul original/YXV

Din graficele prezentate în figura 3.80. se observă că la turații ale motorului sub 3500rot/min, utilizând filtrul FSU70 respectiv YXV, clapeta de accelerație se deschide mai puțin, ceea ce presupune o rezistență gazodinamică mai mică datorită montării filtrelor supraaspirante, situație benefică pentru umplerea cilindrilor cu fluid proaspăt. La valori ale turației peste 3500rot/min se observă că poziția clapetei este identică în toate cazurile [54, 55].



a.



b.

Figura 3.81. Presiunea în galeria de admisie în funcție de turație:

a – filtrul original/FSU70, b – filtrul original/YXV

Din figura 3.81. se observă că, pe toată plaja de turații la care s-au realizat testările, presiunea înregistrată în interiorul galeriei de admisie este mai redusă în cazul implementării filtrelor supraaspirante FSU70 respectiv YXV decât în cazul utilizării filtrului original.

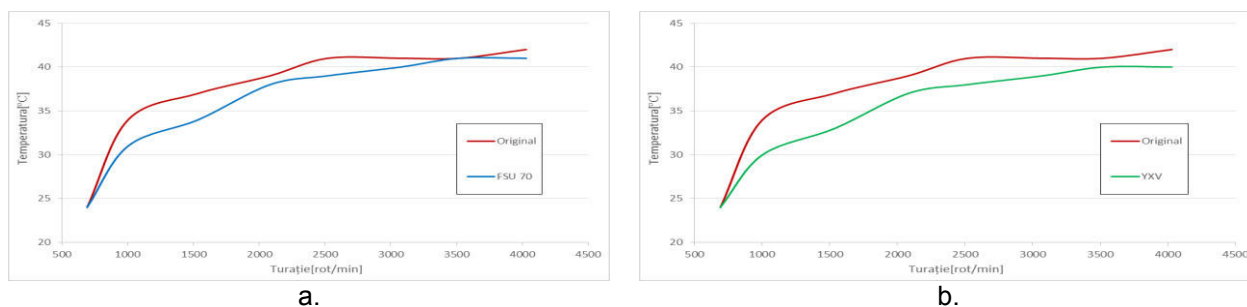


Figura 3.82. Temperatura aerului în galeria de admisie în funcție de turație:
a – filtrul original/FSU70, b – filtrul original/YXV

Din figura 3.82. se poate concluziona faptul că, până la o turație de 3500rot/min temperatura aerului în galeria de admisie, în cazul utilizării filtrului FSU70 respectiv al filtrului YXV este inferioară celei corespunzătoare utilizării filtrului original, situație benefică pentru procesul de umplere a cilindrilor, deoarece o temperatură mai mică a aerului la intrarea în motor înseamnă o densitate mai mare a acestuia, deci o cantitate mai mare introdusă în cilindrii, cu consecințe benefice asupra puterii motorului [54, 55].

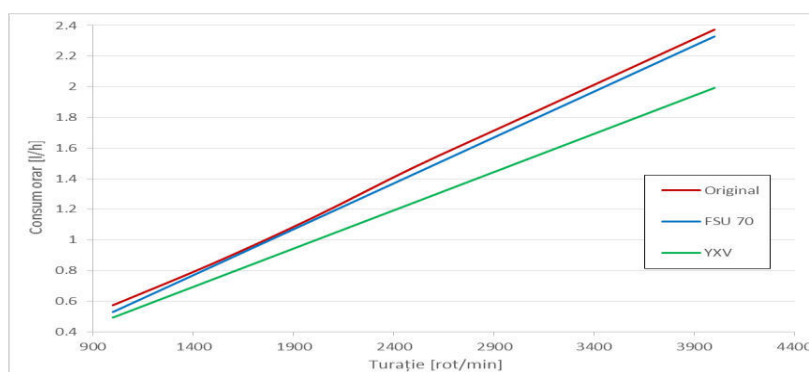


Figura 3.83. Consumul orar de combustibil

Parametrul cel mai important care a fost urmărit în cadrul testelor a fost consumul orar de combustibil (l/h). În figura 3.83. se poate observa variația comparativă a consumului orar în funcție de turație, pentru cazurile când motorul funcționează echipat cu filtrul original, cu filtrul FSU70 respectiv cu filtrul YXV. Se constată că, începând cu valori ale turației în jurul a 1000 rot/min, consumul de combustibil începe să scadă considerabil în cazul echipării cu filtrele supraaspirante (FSU70 este de 7,15%; YXV este de 9,78%).

3.11. Concluzii

Filtrele supraaspirante îndeplinesc o serie de funcții, și anume: captează, prăresc și cresc viteza de curgere a aerului aspirat, inversează cu 180° fluxul de aer respectiv cresc coeficientul de umplere a cilindrilor motori.

Dimensionarea filtrelor de aer supraaspirante și alegerea materialelor din care se execută precum și a tehnologiei de obținere se realizează în funcție de caracteristicile admisiilor respectiv de capacitatea cilindrică a motoarelor cu ardere internă.

Materialele utilizate la realizarea filtrelor de aer supraaspirante – concepute proprii, sunt:

- oțel DC01 respectiv aliaj de aluminiu Al 6061, carton microporos, (tablă, țevă) pentru filtrele cilindrice și supliforme;
- aliaj din aluminiu Al 6061 (tablă, țevă), carton microporos pentru filtrele cilindrice cu difuzor intern, cu radiatoare de răcire, inversate (Brevet de invenție nr. 125034/30.07.2013) și cu captator extern de absorbție;

- tablă expandată aplatizată, aliaj de aluminiu Al 6061 (țeavă), carton microporos, la filtrele directe;

- tablă expandată aplatizată, polyol-isocyanate, oțel DC01 (tablă), carton microporos, la filtrul supraaspirant omologat prin Brevet de invenție nr. 126019/28.12.2012;

- tablă expandată aplatizată, material compozit (matrice polimerică ranforsată cu fibre de sticlă / carbon), aliaj de aluminiu Al 6061 (țeavă), carton microporos, în cazul filtrului YXV;

- din testele realizate în condiții de laborator a rezultat o îmbunătățire a regimului de presiuni pe traseul de admisie, în situația în care sunt implementate filtrele supraaspirante și sistemul dinamic de transfer al aerului;

- urmărind evoluția presiunii pentru fiecare priză la diferite turații ale motorului, se observă un ușor efect de suprapresiune introdus de filtrele supraaspirante, situație benefică pentru procesul de umplere;

- filtrele de aer supraaspirante - concepte proprii (diverse tipuri constructive) au fost implementate pe diferite motorizări: filtrul supraaspirant FSU destinat motorizărilor automobilelor (Ford, Dacia, VW etc.), autobuzelor (MAN, Renault, Guleriuz etc.) și filtrul supraaspirant YXV pe motorizările autovehiculelor de drift (Nissan Silvia, Nissan 350Z V6, BMW E36 V8).

Ca urmare a implementării filtrelor supraaspirante pe diverse motorizări s-au realizat următoarele:

- fiind în contact direct cu aerul, elementul de filtrare asigură o rezistență gazodinamică minimă aerului aspirat, mărind astfel gradul de de captare și aspirație;

- posibilitatea de autocurățare a elementului de filtrare;

- vizualizarea elementului de filtrare, fără demontarea în prealabil a filtrului, pentru verificarea gradului de încărcare cu impurități a acestuia;

- posibilitatea filtrelor de aer de a permite creșterea vitezei aerului aspirat, atât la intrarea cât și la ieșire, precum și de prerăcire a acestuia;

- pentru creșterea performanțelor filtrelor de aer supraaspirante s-a proiectat sistemul dinamic de transfer al aerului SDTA- Model de Utilitate Nr. RO 2009 00028, eficient pentru motoarele cu ardere internă, cu rolul de a îmbunătăți circulația aerului spre filtrul de aer;

- noutatea SDTA constă în montarea longitudinală față de axa autovehiculului, a unor difuzoare externe de captare, care conduc aerul din afara compartimentului motor, în zona filtrului de aer supraaspirant;

- materialele utilizate în confecționarea SDTA sunt: fibră de sticlă, material compozit, izolație termică, PVC, aliaj din aluminiu Al 6061 (țeavă);

- în urma implementării a SDTA particularizat pentru autocamioane, a rezultat o reducere cu până la 7% a consumului specific de carburant;

- pentru protejarea filtrului de aer respectiv a galeriei de admisie de fluxul de aer cald provenit de la radiatorul de răcire al motorului s-a proiectat și implementat Deflector Integrat pentru Radiațiile Termice, Model de Utilitate Nr. RO 2010 00026;

- materialele utilizate în confecționarea deflectorului integrat sunt oțel DC01 (tablă), izolație din polietilenă expandată.

În concluzie, putem spune că utilizarea filtrelor supraaspirante, a sistemului dinamic de transfer al aerului și al deflectorului termic integrat conduc, pe de o parte, la creșterea presiunii de admisie a fluidului proaspăt, iar pe de altă parte la scăderea temperaturii acestuia, cu efecte pozitive asupra gradului de umplere a cilindrului motorului. Aceste beneficii îmbunătățesc performanțele motorului cu ardere internă prin reducerea consumului de combustibil, cu implicații directe în reducerea emisiilor poluante.

CAPITOLUL 4

DISPERSIA FLUXULUI DE CĂLDURĂ ÎN COMPARTIMENTUL MOTOR AL AUTOVEHICULELOR. STUDII DE CAZ

În acest capitol se prezintă rezultatele cercetărilor experimentale ce au avut drept scop determinarea influenței fenomenului de dispersie a fluxului de căldură din compartimentul motor asupra traseului de admisie al m.a.i. (motor cu ardere internă). Datele au fost prelevate cu o cameră cu termoviziune în timp real pentru diverse regimuri de exploatare ale autovehiculelor.

Sistemele de admisie ale motorizărilor studiate au în componență următoarele materiale: aliaje de aluminiu (AL319F), mase plastice (poliamidă PA66, polietilenă expandată PE), materiale compozite (fibră de sticlă).

Cercetările s-au efectuat pe două categorii de motorizări:

- a. autoturisme:
 - Fiat Panda 1.4l;
 - Ford Fiesta 1.4l;
- b. autoturisme de competiție:
 - Nissan 350Z 3.5l;
 - Nissan Silvia 4.0l;
 - Toyota Celica 2.0l;
 - BMW E36 4.0l;
 - BMW E46 3.2l;
 - BMW E 36 4.4l.

Rezultatele obținute în urma testărilor, permit stabilirea parametrilor optimi cu privire la eficientizarea pierderilor termice pe traseul de admisie al motorului cu ardere internă în funcție de coeficientul de transfer termic al materialului.

4.1. Studiu de caz: FIAT PANDA 1.2i

4.1.1. Considerații tehnice

Autoturismul studiat în acest caz este FIAT Panda dotat cu o motorizare de capacitate cilindrică de 1.2l (figura 4.1.a), benzină, injecție multipunct. Grupul propulsor este amplasat transversal, soluție constructivă totul în față [56]. Circulația gazelor prin motor este de tipul crossflow (curgere cu traversare-reper 1, figura 4.2.) cu galeria de admisie poziționată în spatele motorului respectiv colectorul de evacuare în fața motorului.

Filtrul de aer (figura 4.1.b) este dispus în partea superioară a motorului, carcasa de formă prismatică este confecționată din mase plastice (poliamidă PA66). Circulația aerului prin filtru de aer este offset crossflow (curgere cu traversare dezaxată-reper 2, figura 4.2.) având direcția din față spre spate (figura 4.2.) [13,41].

4.1.2. Condiții și măsurători

Măsurătorile comparative au fost efectuate la nivelul compartimentului motor, cu precădere pe suprafețele exterioare ale filtrului de aer, galeriei de admisie și surselor de căldură (colector de evacuare, motor și radiator de răcire al motorului) [57].



Figura 4.1. Fiat Panda [1]:
a - model 1.2i 2008, b – filtrul de aer

Au fost monitorizate temperaturile în funcție de regimul de funcționare și temperatura ambiantă, după cum urmează:

- varianta 1 – motor rece;
- varianta 2 – motorul cald în trafic urban.

Filtrul de aer (figura. 4.1.b) este de tip element de filtrare panel (din carton microporos), orientat vertical, dispus în partea superioară a motorului, carcasa fiind construită din mase plastice de formă prismatică [13,41,58].

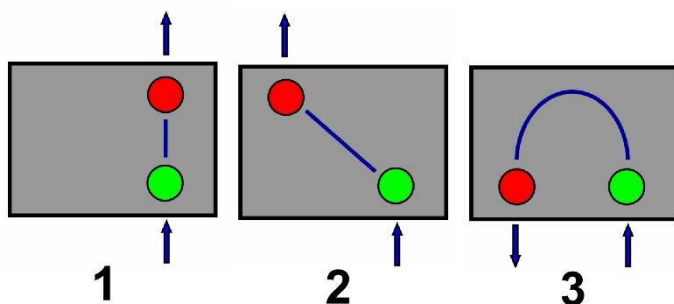


Figura 4.2. Circulația aerului
1 – crossflow, 2 – offset crossflow, 3 – loopflow

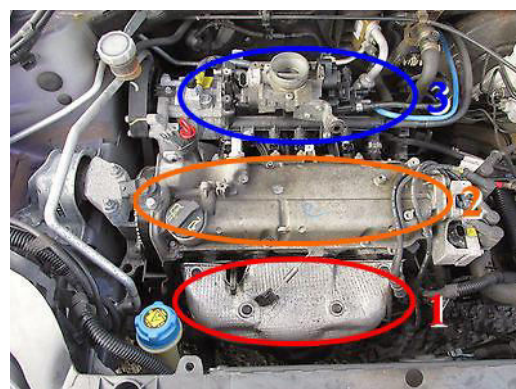


Figura 4.3. Vedere de ansamblu motor

Galeria de admisie (figura 4.3.–reper 3), este poziționată în partea din spate a motorului. Pe galeria de admisie sunt amplasate modulul clapeta de accelerație-motoraș pas cu pas și rampa de injecție multipunct [57,58,59]. Materialul utilizat în construcția galeriei de admisie este poliamida (PA66, prezentată în capitolul 2).

Sursele de încălzire ale filtrului de aer respectiv a galeriei de admisie în cazul autoturismului Fiat studiat sunt următoarele (figura 4.3.) [43,57]:

- colectorul de evacuare (figura 4.3. – reper 1) ;
- motor (figura 4.3. – reper 2);
- radiatorul de răcire.

4.1.3. Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu camera cu termoviziune

În continuare, sunt prezentate măsurători de temperatură comparative din compartimentul motor (figura 4.4. vedere de ansamblu), de pe suprafața exterioră a filtrului de aer (figura 4.7.) și a galeriei de admisie (figura 4.8.), pentru situațiile mai sus menționate (datele sunt prezentate în Anexa 9, tabelul 1.).

Prin utilizarea camerei cu termoviziune (marca Flir), se pot pune în evidență zonele influențate de transferul termic ca urmare a dispersiei căldurii prin compartimentul motor [57,60].

Măsurătorile efectuate cu motorul rece sunt prezentate în figurile 4.4.-4.8.

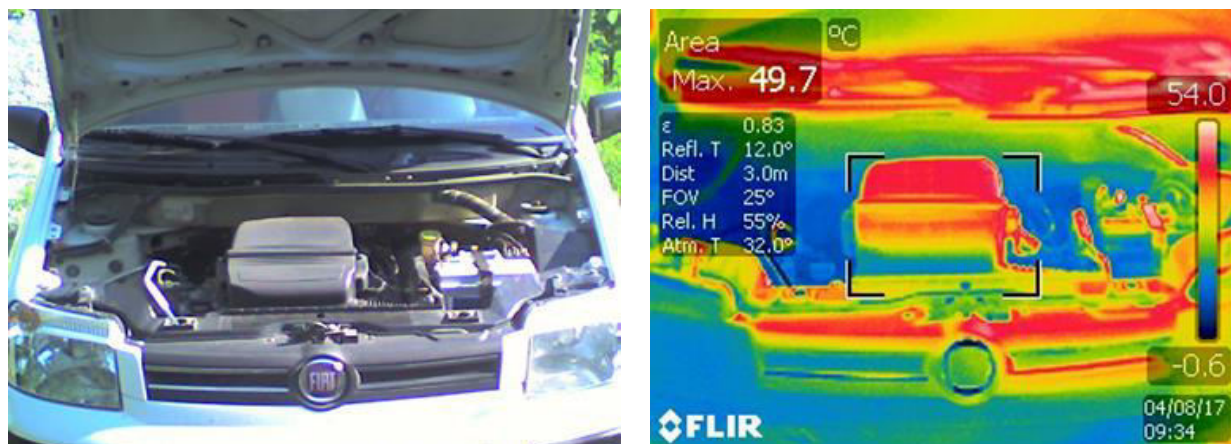


Figura 4.4. Câmpul termic în compartimentul motor



Figura 4.5. Câmpul termic pe suprafața racordului de intrare a filtrului de aer

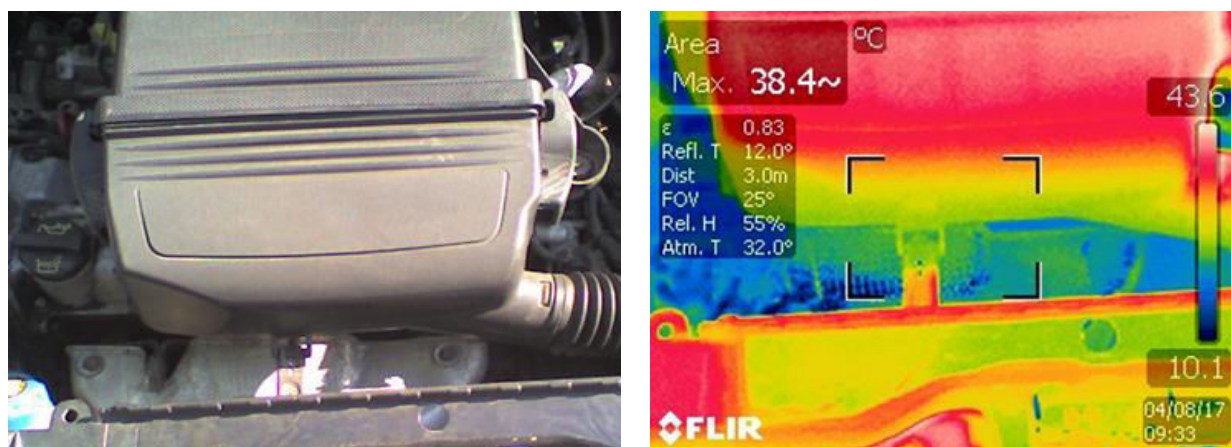


Figura 4.6. Câmpul termic în zona colectorului de evacuare

Măsurătorile înregistrate cu motorul cald, în trafic urban, sunt prezentate în figurile 4.9.-4.14. [57,60].



Figura 4.7. Câmpul termic pe carcasa filtrului de aer

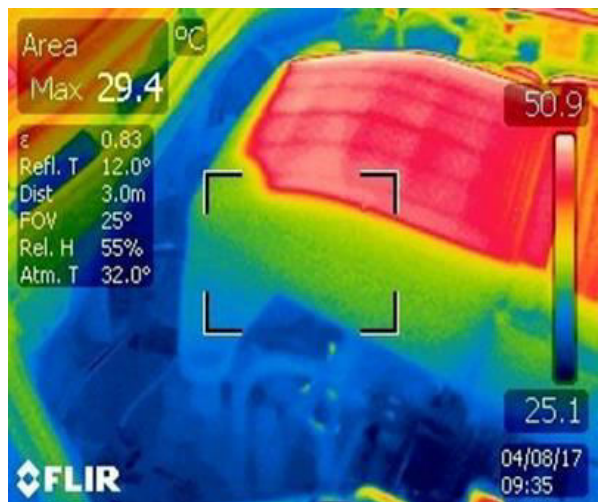


Figura 4.8. Câmpul termic în zona galeriei de admisie

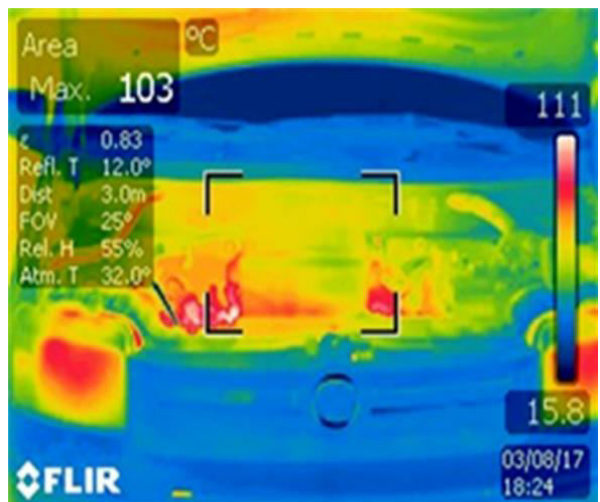


Figura 4.9. Câmpul termic în compartimentul motor



Figura 4.10. Câmpul termic pe suprafața racordului de intrare a filtrului de aer

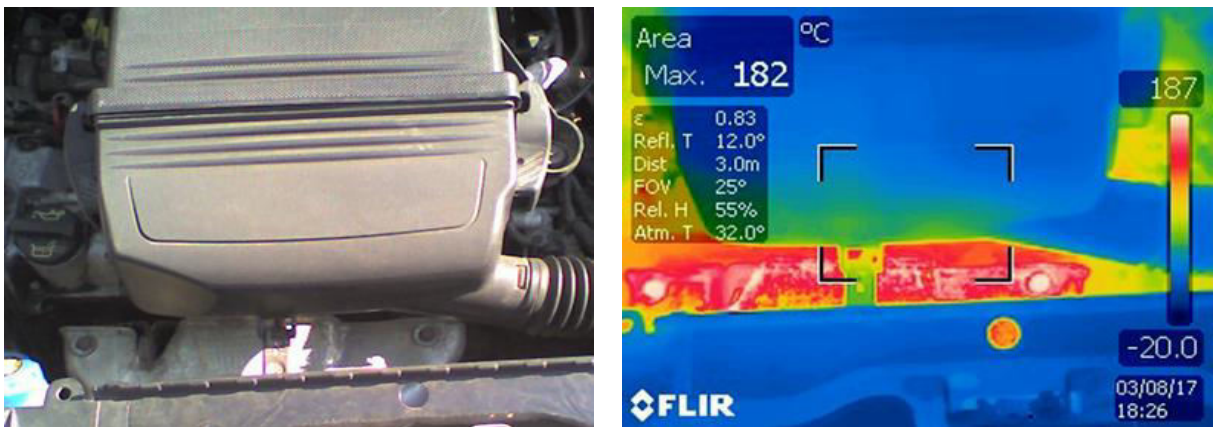


Figura 4.11. Câmpul termic în zona colectorului de evacuare



Figura 4.12. Câmpul termic pe carcasa filtrului de aer



Figura 4.13. Câmpul termic în zona galeriei de admisie

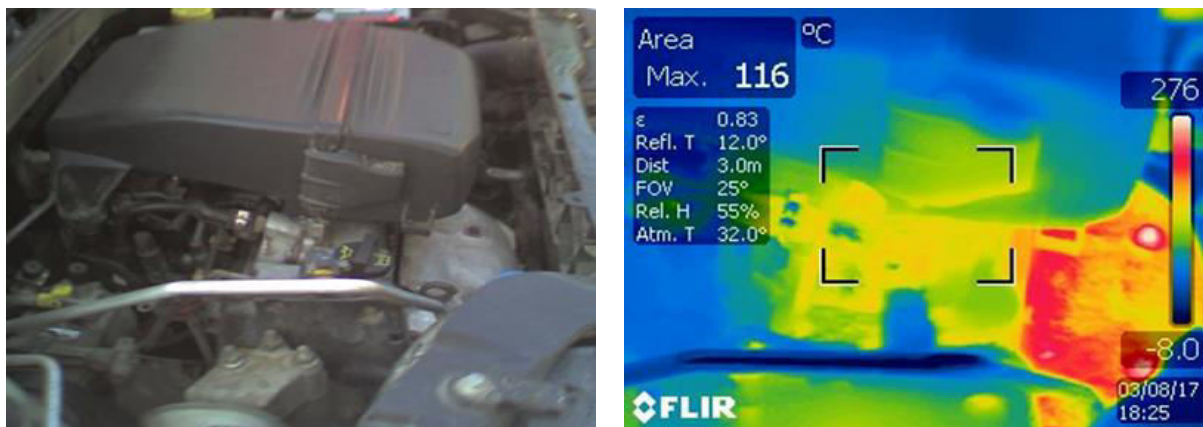


Figura 4.14 Câmpul termic în partea superioară a motorului

Temperaturile filtrului de aer și a galeriei de admisie variază, în acest caz, între 60-92°C în funcție de viteza de deplasare a autoturismului [57].

Dispersia fluxului de căldură este dependentă de următorii parametri constructivi ai filtrului de aer și a galeriei de admisie:

- materialele utilizate;
- arhitectura și suprafața exterioară.

Rezultatele obținute sunt prezentate sub formă grafică în figura 4.15.

4.1.4. Rezultate și concluzii

Amplasamentul galeriei de evacuare, în partea din față a motorului, contribuie la creșterea temperaturii fluxului de aer care circulă prin compartimentul motor în cazul traficului urban aglomerat (figura 4.15.c). Aerul aspirat este și el încălzit micșorându-i-se densitatea, performanțele motorului scăzând cu precădere în anotimpul cald.

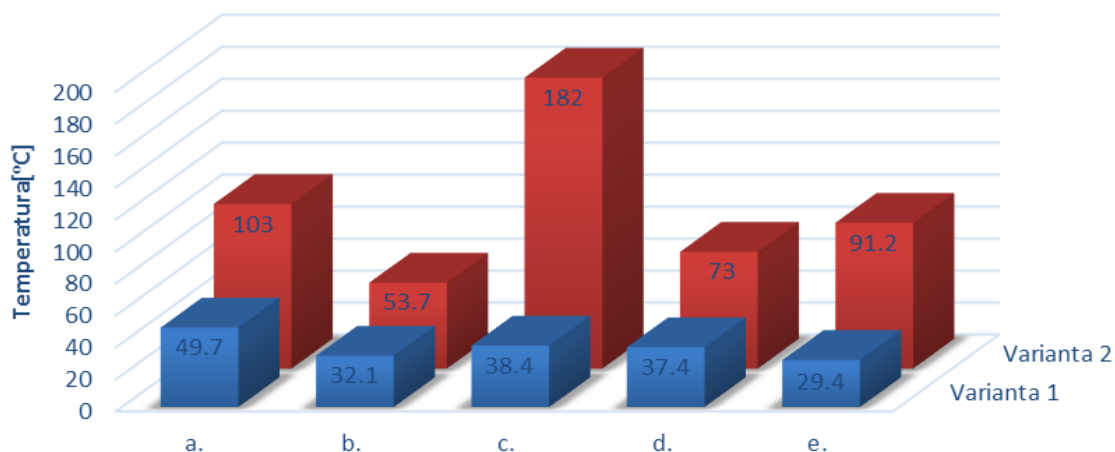


Figura 4.15. Reprezentarea grafică a temperaturilor maxime în cele două situații:

varianta 1 – motor rece; varianta 2 – motorul cald în trafic urban

- a) compartimentul motor; b) suprafața racordului de intrare a filtrului de aer;
c) zona colectorului de evacuare; d) carcasa filtrului de aer; e) zona galeriei de admisie

Pe baza măsurătorilor se evidențiază faptul că, soluția constructivă aleasă pentru autoturismul FIAT Panda 1.2i, respectiv poziționarea filtrului de aer deasupra motorului, conduce la încălzirea suplimentară a aerului destinat funcționării motorului, contribuind astfel la apariția fenomenelor de supraîncălzire a motorului, de detonație, uzuri anormale etc. cu influențe asupra reducerii coeficientului de umplere al cilindrilor motori, cu consecințe în ceea ce privește creșterea consumului de carburant și a noxelor.

4.2. Studiu de caz – Ford Fiesta 1.4l

4.2.1. Considerații tehnice

Studiul s-a particularizat pe modelul Ford Fiesta 1.4l, al cărui motor este caracterizat de o circulație a gazelor de tip crossflow cu galeria de admisie poziționată în față, respectiv colectorul de evacuare în spatele motorului. Filtrul de aer este dispus în partea superioară a motorului, carcasa fiind construită din mase plastice (poliamida PA 66) de formă prismatică [13]. Circulația aerului prin filtru de aer este de tipul loopflow (curgere tip buclă-reper 3, figura 4.2.) având orificiile de intrare / ieșire orientate spre partea din față a autoturismului.

4.2.2. Condiții și măsurători

Măsurătorile au fost efectuate la nivelul compartimentul motor al autoturismului marca FORD Fiesta, dotat cu o motorizare de capacitate cilindrică de 1.4l (figura 4.16.a), benzină, injecție multipunct [61].



a. b.
Figura 4.16. Autoturismul FORD Fiesta:
a – suprafață capotă, b – compartimentul motor

Măsurătorile comparative au fost efectuate după atingerea temperaturii de regim a motorului, la nivelul compartimentului motor, de pe carcasa filtrului de aer, a galeriei de admisie și a racordurilor intrare / ieșire ale filtrului de aer [13,61].

Au fost monitorizate temperaturile în funcție de regimul de funcționare (trafic normal, trafic aglomerat) și traseu (diferența de altitudine, rampă, pantă) după cum urmează [61]:

- A – motor oprit rece – stare de referință;
- B - regim de trafic autostradă;
- C - regim de trafic urban normal;
- D - regim de traseu montan (urcare);
- E - regim de traseu montan (coborâre);
- F - regim de trafic aglomerat urban.

Filtrul de aer (figura. 4.17.) este de tip element de filtrare panel dispus orizontal, amplasat în partea superioară a motorului, carcasa construită din mase plastice de formă prismatică și acoperă în totalitate motorul. Circulația aerului prin filtru de aer este loopflow (curgere tip buclă-reper 3, figura 4.2.) [13].



Figura 4.17 Filtrul de aer



Figura 4.18 Galeria de admisie

Galeria de admisie (figura 4.18.) este poziționată în partea din față a motorului. Pe galerie sunt amplasate modulul clapetei de accelerație și rampa de injecție multipunct. Materialul folosit în construcția galeriei de admisie este poliamida (capitolul2) [61]. Sursele de încălzire ale filtrului de aer respectiv ale galeriei de admisie, în cazul autoturismului Ford sunt următoarele: colectorul de evacuare, motor, radiatorul de răcire.

4.2.3. Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu camera cu termoviziune

În continuare sunt prezentate măsurători de temperatură comparative pe suprafața capotei (figura 4.19.), la nivelul compartimentului motor, vedere de ansamblu (figura 4.20.), de pe carcasa filtrului de aer (figura 4.21.; 4.23.), a galeriei de admisie (figura 4.22.) și a racordurilor intrare / ieșire ale filtrului de aer (figura 4.24.), pentru situațiile mai sus menționate (Anexa 9, tabele 2, 3). Prin utilizarea camerei cu termoviziune se pot pune în evidență zonele influențate de transferul termic, ca urmare a dispersiei căldurii prin compartimentul motor [60, 61].

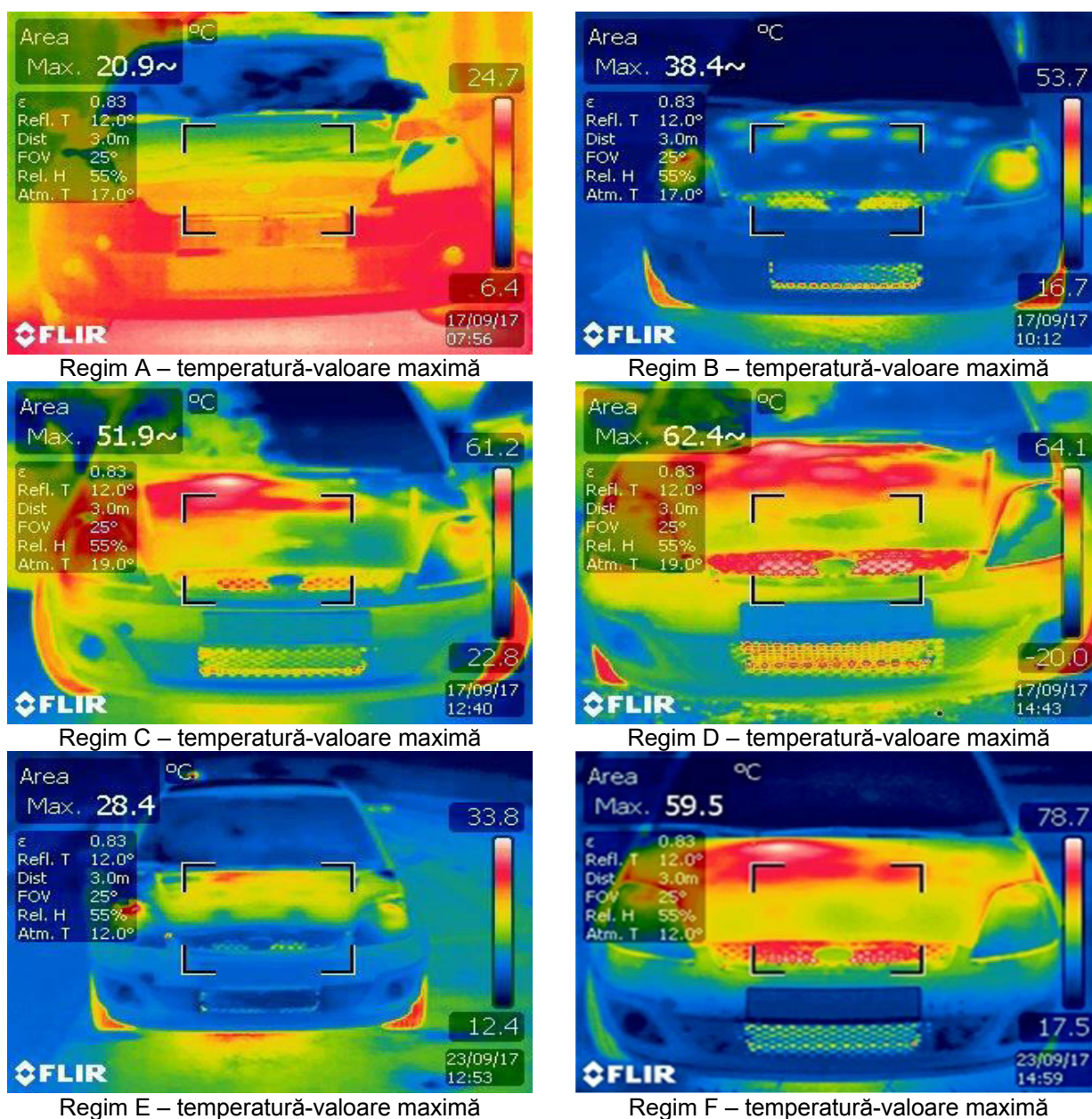
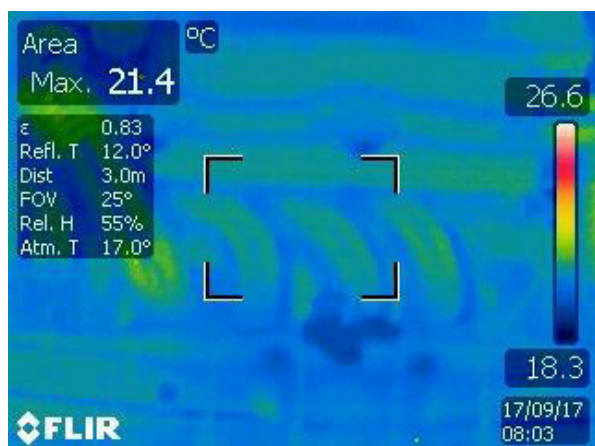
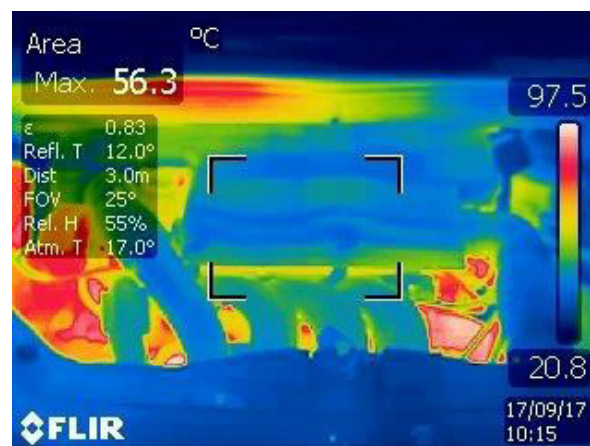


Figura 4.19. Măsurători efectuate pe suprafața capotei

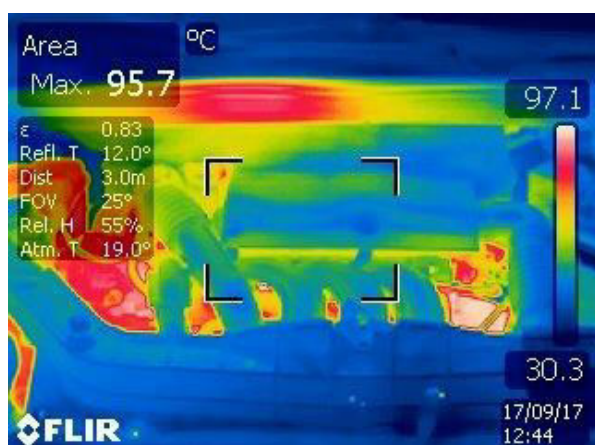
În figura 4.23. sunt prezentate zonele cu temperaturi critice la intrarea respectiv ieșirea din filtrul de aer (Anexa 10, tabel 1.) [61].



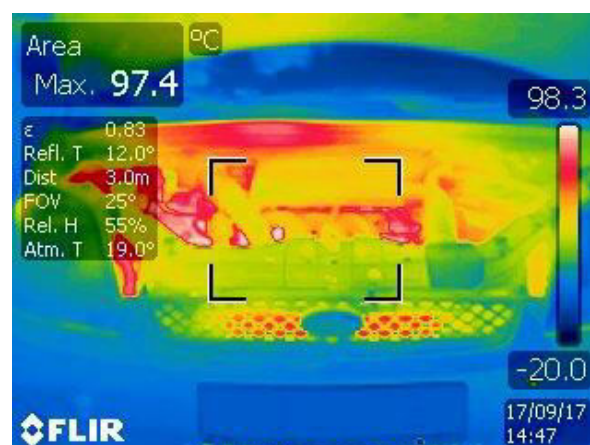
Regim A - temperatură valoare-maximă



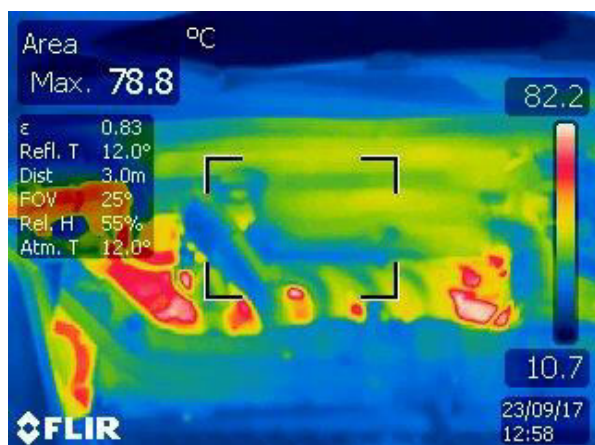
Regim B – temperatură-valoare maximă



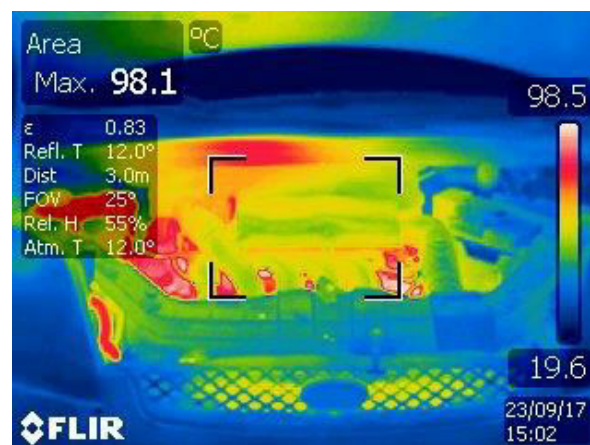
Regim C – temperatură-valoare maximă



Regim D – temperatură-valoare maximă



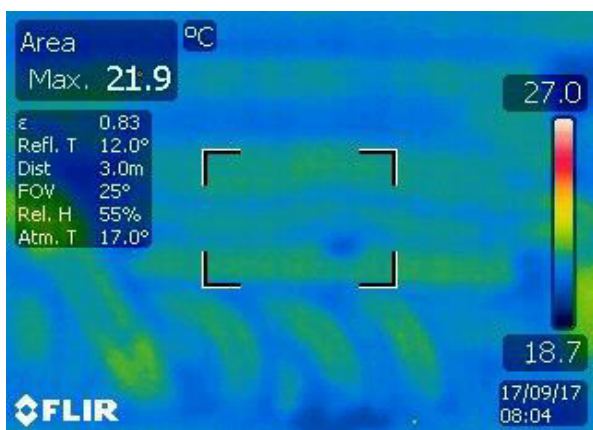
Regim E - temperatură valoare-maximă



Regim F - temperatură valoare-maximă

Figura 4.20. Măsurători efectuate la nivelul compartimentului motor

Măsurători comparative ale temperaturilor pe suprafața exterioară a racordurilor de intrare respectiv ieșire ale filtrului de aer se pot vizualiza în figura 4.24. (Anexa 10, tabel 2.) [61].



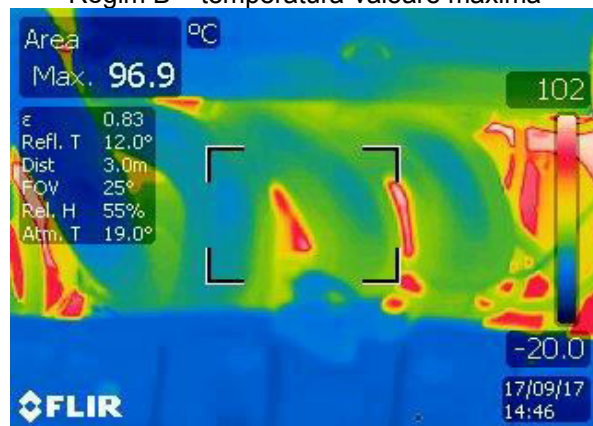
Regim A – temperatură-valoare maximă



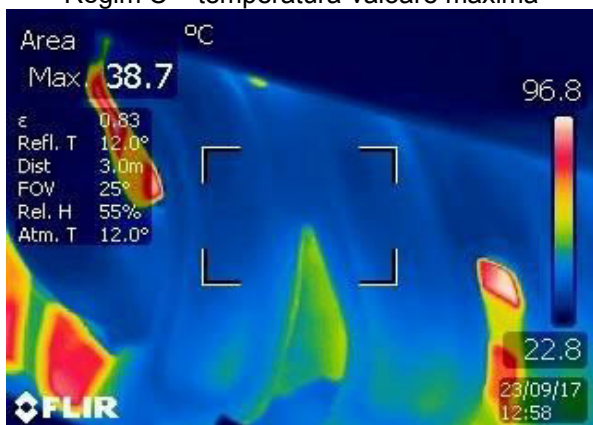
Regim B – temperatură-valoare maximă



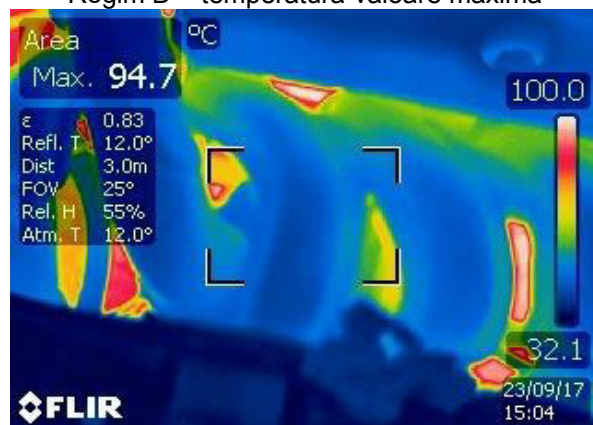
Regim C – temperatură-valoare maximă



Regim D – temperatură-valoare maximă

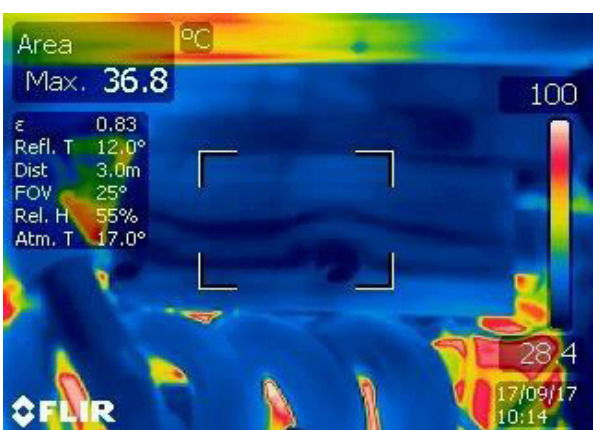


Regim E - temperatură valoare-maximă

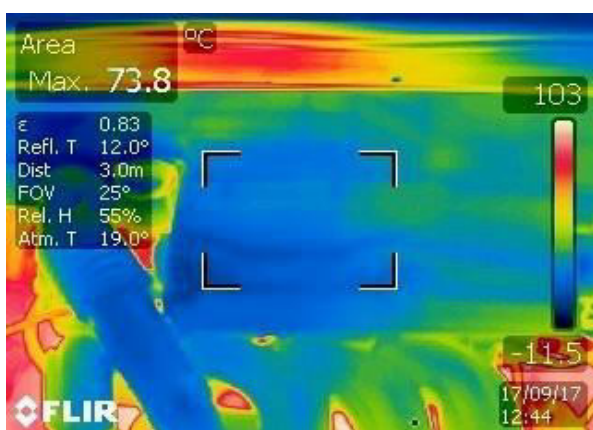


Regim F - temperatură valoare-maximă

Figura 2.21. Măsurători efectuate pe suprafața galeriei de admisie

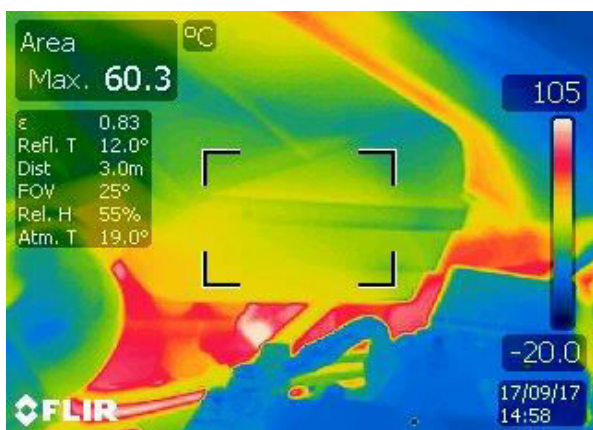


Regim B - temperatură valoare-maximă



Regim C – temperatură-valoare maximă

Figura 4.22. Măsurători efectuate pe suprafața filtrului de aer

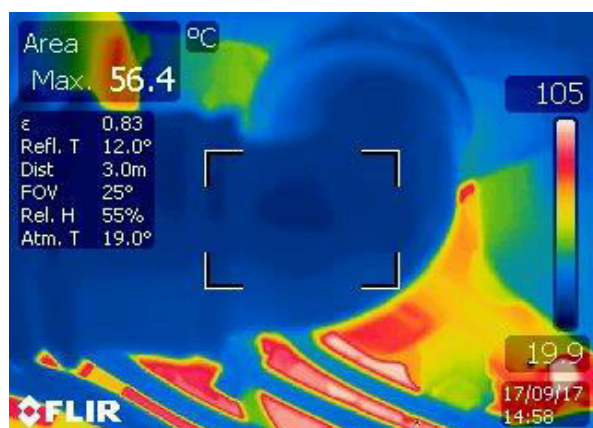


Regim D – temperatură, valoare maximă–intrare

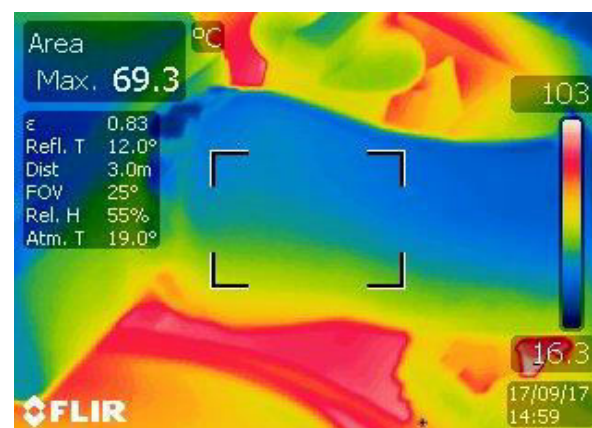


Regim D – temperatură, valoare maximă–ieșire

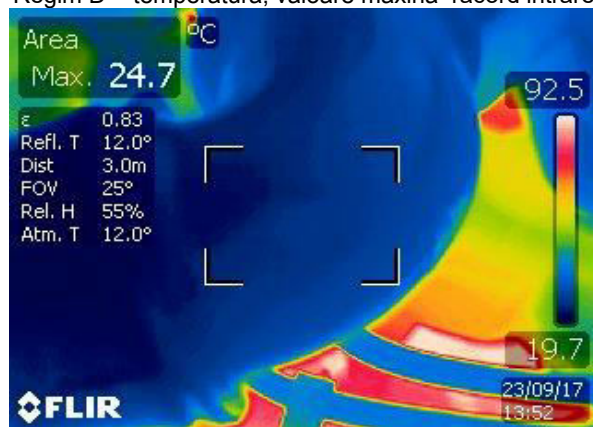
Figura 4.23. Măsurători efectuate în zone critice la nivelul carcasi filtrului de aer



Regim D – temperatură, valoare maximă–racord intrare



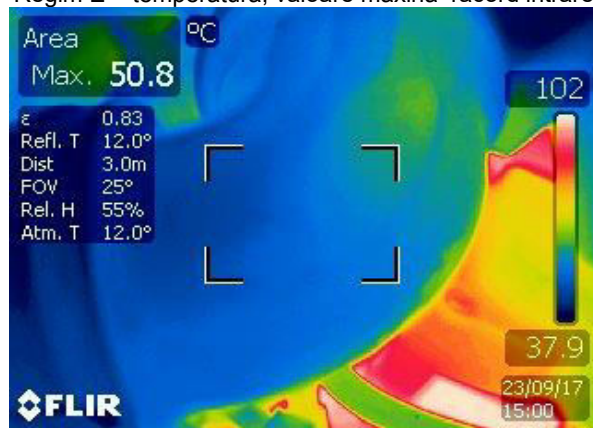
Regim D – temperatură, valoare maximă–racord ieșire



Regim E – temperatură, valoare maximă–racord intrare



Regim E – temperatură, valoare maximă–racord ieșire



Regim F – temperatură, valoare maximă–racord intrare



Regim F – temperatură, valoare maximă–racord ieșire

Figura 4.24. Măsurători efectuate pe suprafețele racordurilor

În cazul regimului de traseu montan (D) s-au prelevat date referitoare la temperatura tuturor componentelor și s-a realizat o modelare folosindu-se metoda celor mai mici pătrate.

4.2.4. Rezultate și concluzii

Programul utilizat pentru generarea graficelor a fost realizat în limbajul Matlab, rezultatele obținute fiind prezentate în figurile 4.25.-4.28. [61, 62]

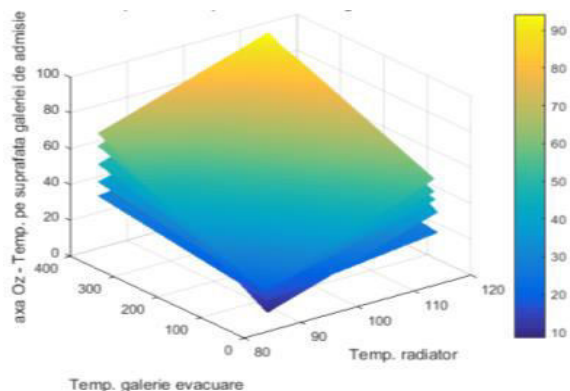


Figura 4.25. Evoluția temperaturii galeriei de admisie pentru fiecare regim de funcționare

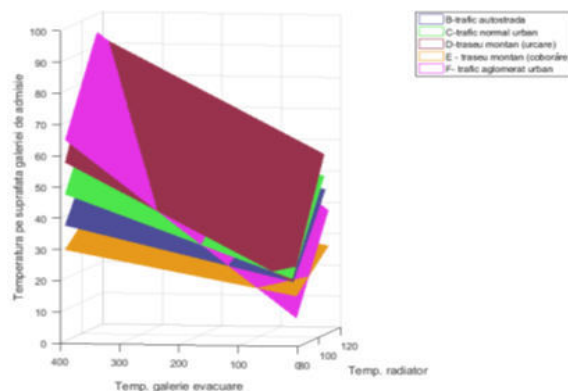


Figura 4.26. Câmpul de temperaturi corespunzător galeriei de admisie pentru fiecare regim de funcționare

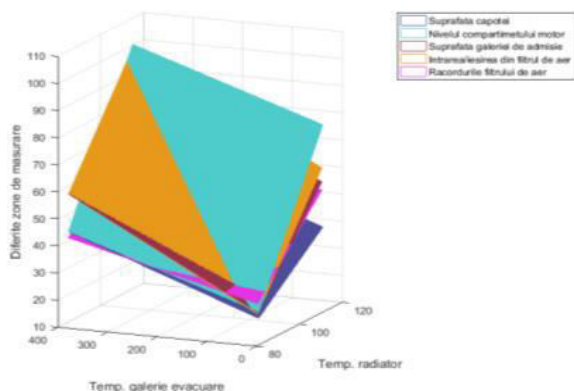


Figura 4.27. Valorile câmpului termic pentru fiecare componentă, în cazul regimului D

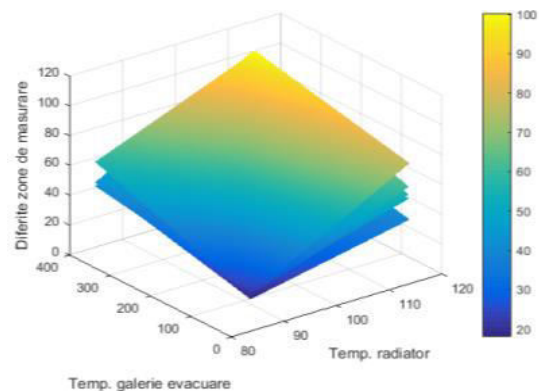


Figura 4.28. Variația temperaturilor fiecărei componente pentru regimul D

După finalizarea măsurătorilor și prelucrarea datelor, s-au evidențiat următoarele:

- soluția constructivă adoptată pentru autoturismul FORD Fiesta 1.4l, și anume, amplasamentul filtrului de aer deasupra motorului respectiv dimensiunile acestuia, conduc la încălzirea excesivă a aerului destinat funcționării motorului, cu consecințe asupra reducerii puterii respectiv a creșterii consumului de carburant și a noxelor;
- existența pe filtru de aer (figura 4.23.) a unor zone critice unde se înregistrează temperaturi cu până la 30% mai ridicate decât temperaturile măsurate pe suprafața filtrului de aer, acest fapt se datorează influenței cumulate a celor trei surse de încălzire: colectorul de evacuare, motor, radiatorul de răcire.

În cazul celor două modele de autoturisme prezentate, Fiat Panda respectiv Ford Fiesta, grupul propulsor este amplasat transversal cu soluție constructivă totul în față, filtrul de aer este poziționat deasupra motorului care reprezintă o soluție relativ facilă și economică în ceea ce privește asamblarea motorizării în cadrul caroseriei comparativ

cu modelele fabricate până în anul 2002, la care filtrul de aer era poziționat pe caroserie.

Producătorii de autovehicule au adoptat varianta nouă, compactă constructiv, pe considerentul reducerii costurilor de fabricație, materiale, asamblare în detrimentul creșterilor pierderilor termice pe galeria de admisie respectiv filtrul de aer.

În ceea ce privește materialul utilizat pentru confecționarea galeriei de admisie respectiv a filtrului de aer, și anume poliamida, prezintă următoarele avantaje: coeficient de transfer termic redus, costul tehnologiei de fabricație relativ micșorat, reducerea gabaritului și a maselor, etc. Inițial poliamida a reprezentat o soluție alternativă pentru obținerea galeriilor de admisie din aliaje de aluminiu și oțel, dar datorită avantajelor constatate prin implementarea galeriilor de admisie din poliamidă în prezent acest material este utilizat pe scară largă în industria auto.

Datorită poziției din compartimentul motor, filtrul de aer respectiv galeria de admisie sunt expuse fenomenelor de conducție, convecție respectiv radiații termice provenite de la radiatorul de răcire, galeria de evacuare și motorul în sine, conducând la încălzirea aerului aspirat, rezultatul fiind o densitate mai mică (cantitate redusă de oxigen pe volum). Temperatura de admisie a aerului este importantă pentru a asigura o cantitate mai mare de combustibil implicată în procesul de ardere. Putem spune că, consumul de carburant este eficientizat odată cu scăderea temperaturii aerului aspirat indiferent de turația motorului. De asemenea, conținutul de monoxid de carbon, oxid de azot și hidrocarburi nearse din gazele de evacuare se reduce odată cu scăderea temperaturii aerului aspirat. În cazul în care raportul stoichiometric aer/combustibil (14.7/1) nu se respectă respectiv prin arderea unui amestec bogat, cu o concentrație de oxigen redusă, rezultă un exces de monoxid de carbon.

Cea mai mare cantitate de oxid de azot este produsă în timpul sarcinii moderate până la maximă, situație în care presiunile și temperaturile de ardere sunt cele mai ridicate. Cauzele obișnuite ale cantităților de monoxid de carbon respectiv oxid de azot relativ ridicate includ funcționarea defectuoasă a sistemului EGR, amestecul de aer / combustibil, aerul de admisie la temperaturi ridicate, motorul supraîncălzit, etc [63].

4.3. Studiu de caz: motorizări de drift

4.3.1. Considerații tehnice

Studiul este îndreptat spre motorizările destinate autoturismelor competiției de Drift (figura 4.29.) datorită dinamicii specifice de derapaj controlat ceea ce conduce la o circulație precară a fluxului de aer prin compartimentul motor destinat răcirii.

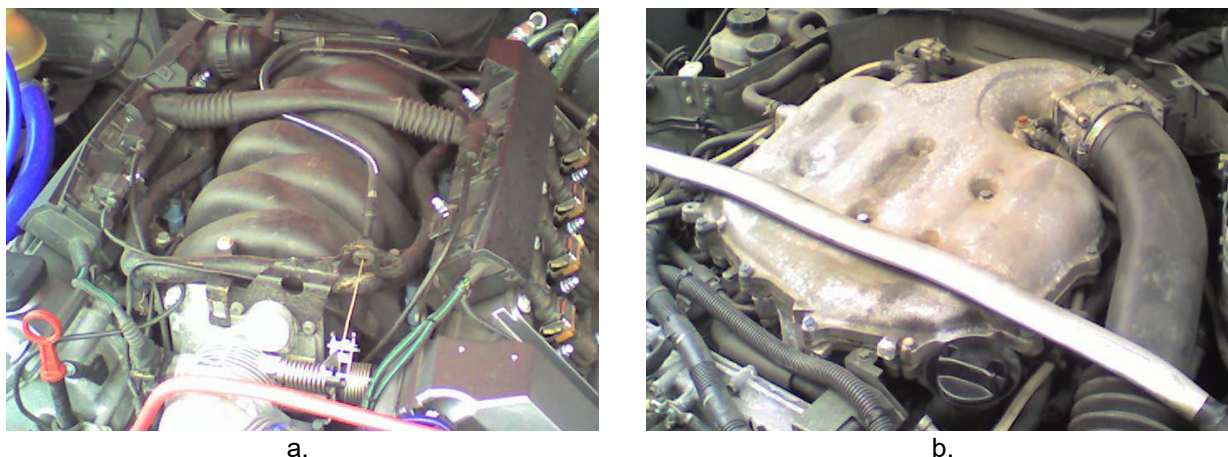
Fluxul de aer cald respectiv radiațiile termice provenite de la radiatorul de răcire a motorului, intercooler, colectorul de evacuare și grupul de supraalimentare încălzesc suplimentar galeria de admisie și filtrul de aer [13, 58].



Figura 4.29. Autoturisme destinate competiției de DRIFT

4.3.2. Condiții și măsurători

Măsurătorile comparative au fost efectuate după atingerea temperaturii de regim a motorului, la nivelul compartimentul motor, de pe suprafața galeriei de admisie și în regiunea filtrului de aer. Galeria de admisie (figura 4.30.) este poziționată în plan longitudinal lateral (partea stângă sau dreaptă) în cazul motoarelor cu cilindrii amplasați în linie respectiv în plan longitudinal central în cazul motoarelor cu cilindrii amplasați în V. Materialele utilizate în construcția galeriilor de admisie sunt masele plastice poliamidă (figura. 4.30.a) și aliaje de aluminiu (figura. 4.30.b) prezentate în capitolul 2 [64].



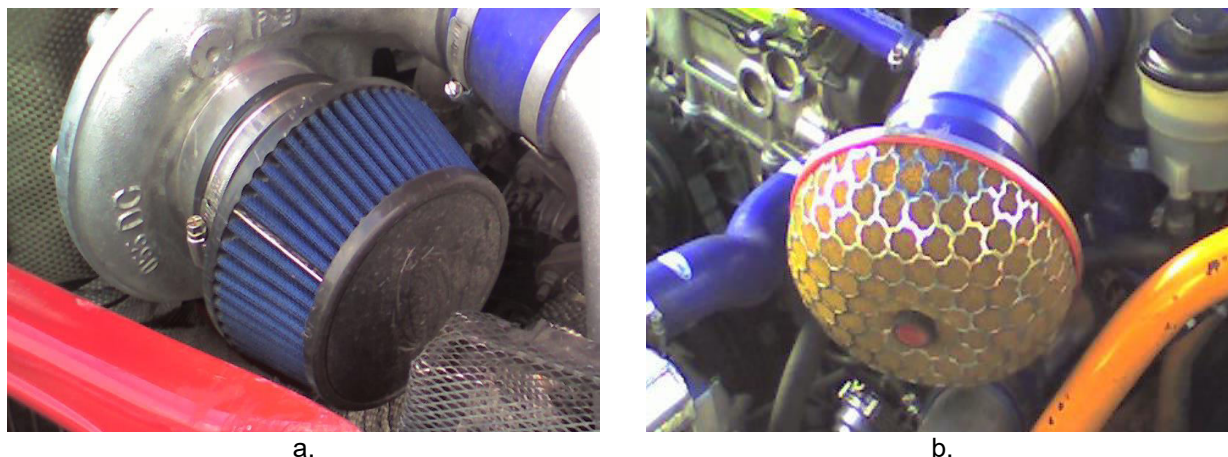
a.

b.

Figura 4.30. Galerii de admisie:

a – galerie din poliamidă, b – galerie din aliaj de aluminiu

Filtrul de aer (figura. 4.31.) este de tip sport de forma tronconică (figura 4.31.a) sau calotă sferică (figura 4.31.b) cu element filtrant din material textil sau burete, amplasat longitudinal sau transversal față de axa motorului [13].



a.

b.

Figura 4.31 Filtre de aer [12]:

a – filtru conic, b – filtru calotă sferică

Sursele de încălzire ale galeriei de admisie respectiv ale filtrului de aer, în cazul motorizărilor de drift sunt următoarele:

- colectorul de evacuare;
- grupul de supraalimentare;
- motor;
- radiatorul de răcire;
- intercooler.

4.3.3. Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu camera cu termoviziune

În continuare sunt prezentate măsurători de temperatură comparative din compartimentul motor (vedere de ansamblu - P_1), de pe suprafața galeriei de admisie (P_2) și în regiunea filtrului de aer (P_3) pentru cele șase cazuri studiate. Prin utilizarea camerei cu termoviziune se pot pune în evidență zonele influențate de transferul termic, ca urmare a dispersiei căldurii prin compartimentul motor [60, 64].

S-au analizat șase cazuri:

Cazul I – Nissan 350Z motor aspirat V6 cu capacitate cilindrică de 3.5l, dotat cu filtru de aer de tip sport de formă tronconică, galerie de admisie din aliaj de aluminiu (figura 4.32.);

Cazul II – Nissan Silvia motor supraalimentat V8 cu capacitate cilindrică de 4.0l, dotat cu filtru de aer de tip sport de formă tronconică, galerie de admisie din aliaj de aluminiu (figura 4.33.);

Cazul III – Toyota Celica motor supraalimentat L4 cu capacitate cilindrică de 2.0l, dotat cu filtru de aer de tip sport de formă calotă sferică, galerie de admisie din aliaj de aluminiu (figura 4.34.);

Cazul IV – BMW E36 motor supraalimentat V8 cu capacitate cilindrică de 4.0l, dotat cu filtru de aer de tip sport de formă tronconică, galerie de admisie din poliamidă (figura 4.35.);

Cazul V – BMW E46 motor supraalimentat L6 cu capacitate cilindrică de 3.2l, fără filtru de aer, galerie de admisie din poliamidă (figura 4.36.);

Cazul VI – BMW E36 motor supraalimentat V8 cu capacitate cilindrică de 4.4l, dotat cu filtru de aer de tip sport de formă calotă sferică, galerie de admisie din poliamidă (figura 4.37.).

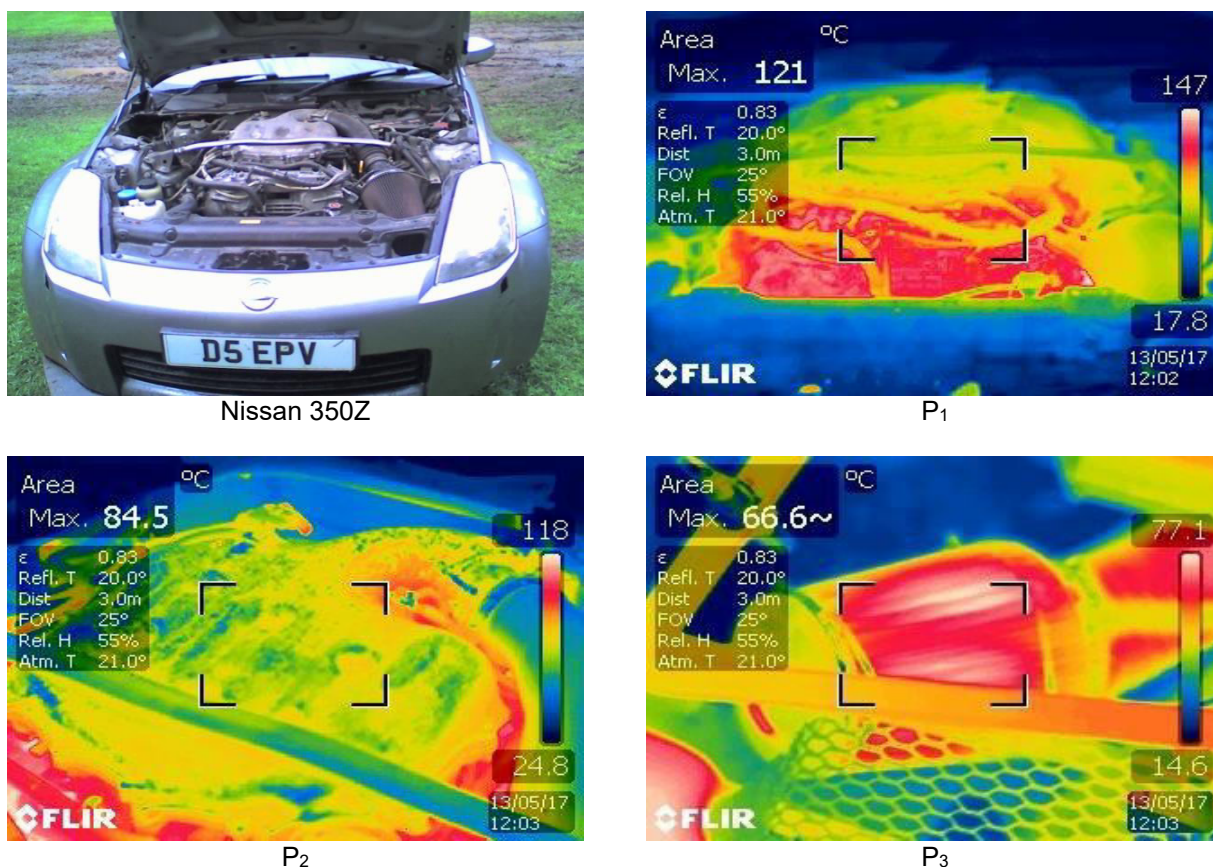
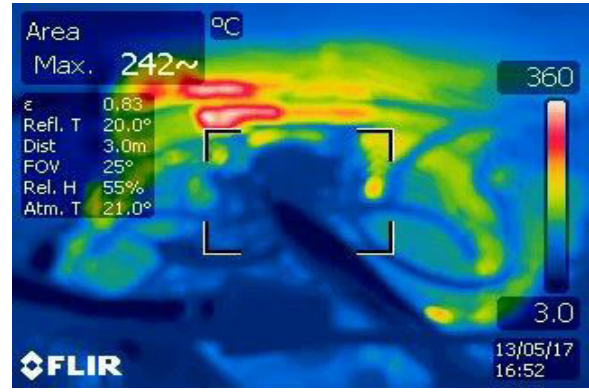


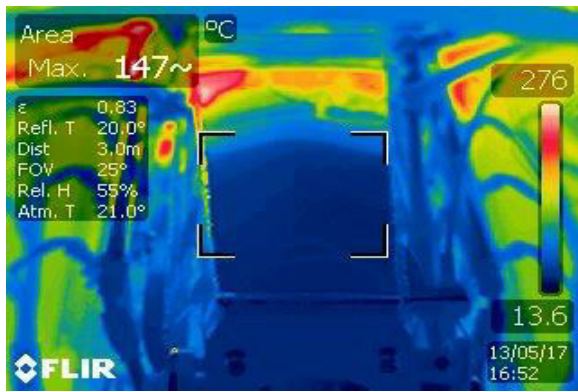
Figura 4.32. Caz I – Nissan 350Z



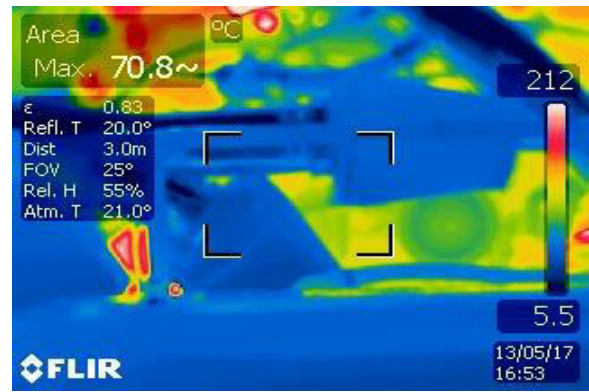
Nissan Silvia



P₁



P₂

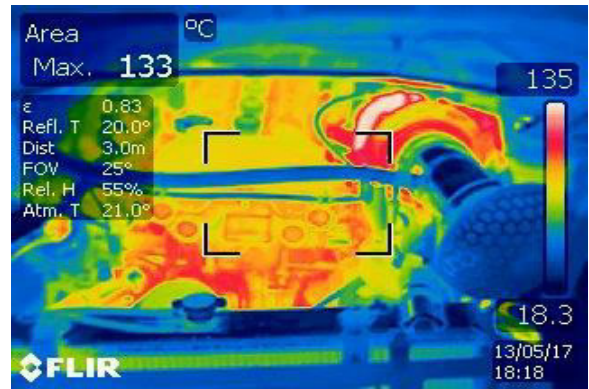


P₃

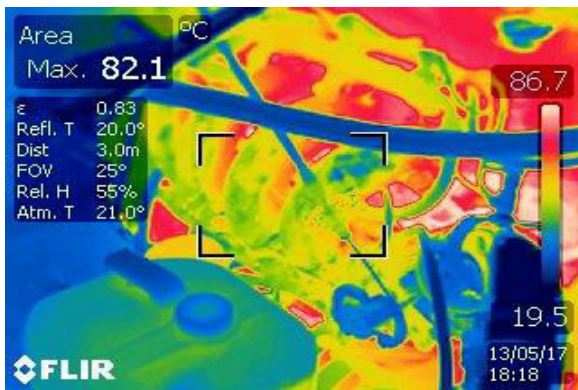
Figura 4.33. Caz II – Nissan Silvia



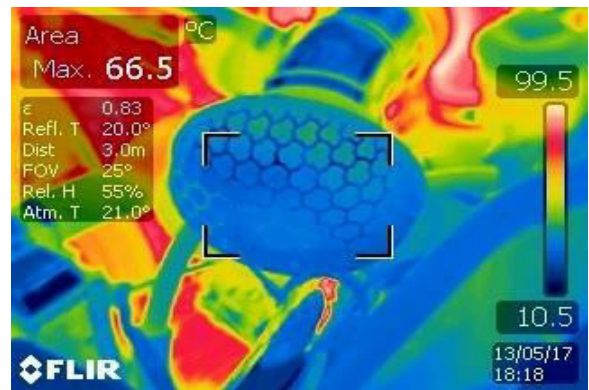
Toyota Celica



P₁



P₂

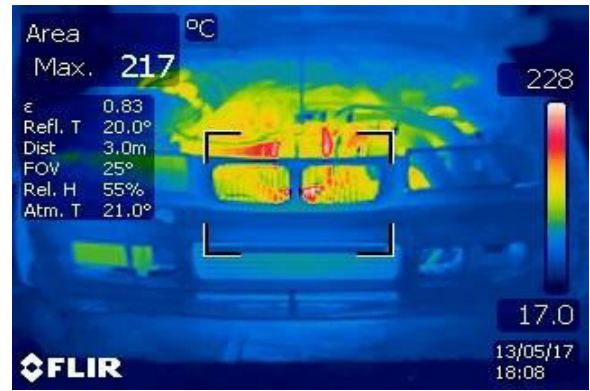


P₃

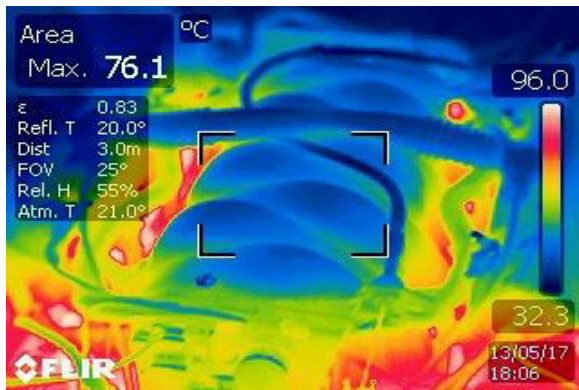
Figura 4.34. Caz III - Toyota Celica



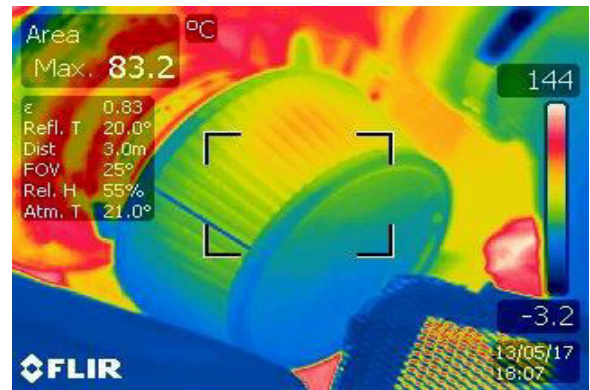
BMW E36



P₁



P₂

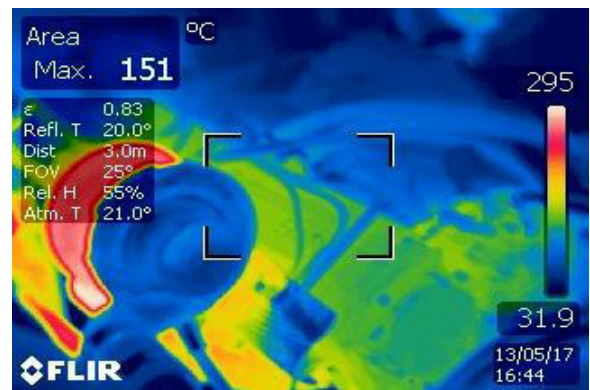


P₃

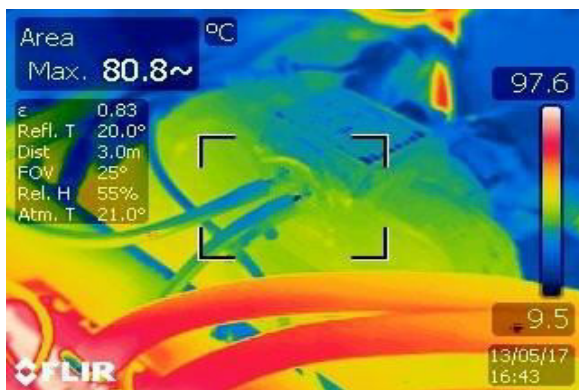
Figura 4.35. Caz IV – BMW E36



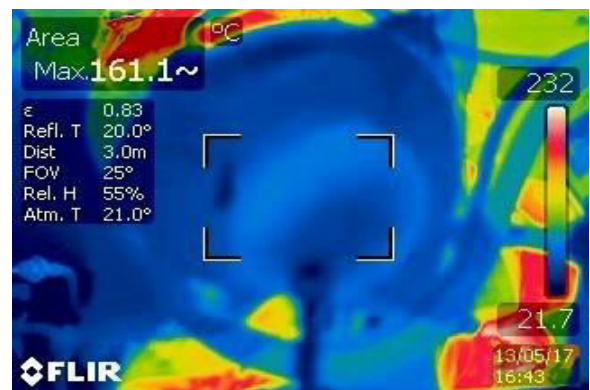
BMW E46



P₁



P₂



P₃

Figura 4.36. Caz V – BMW E46

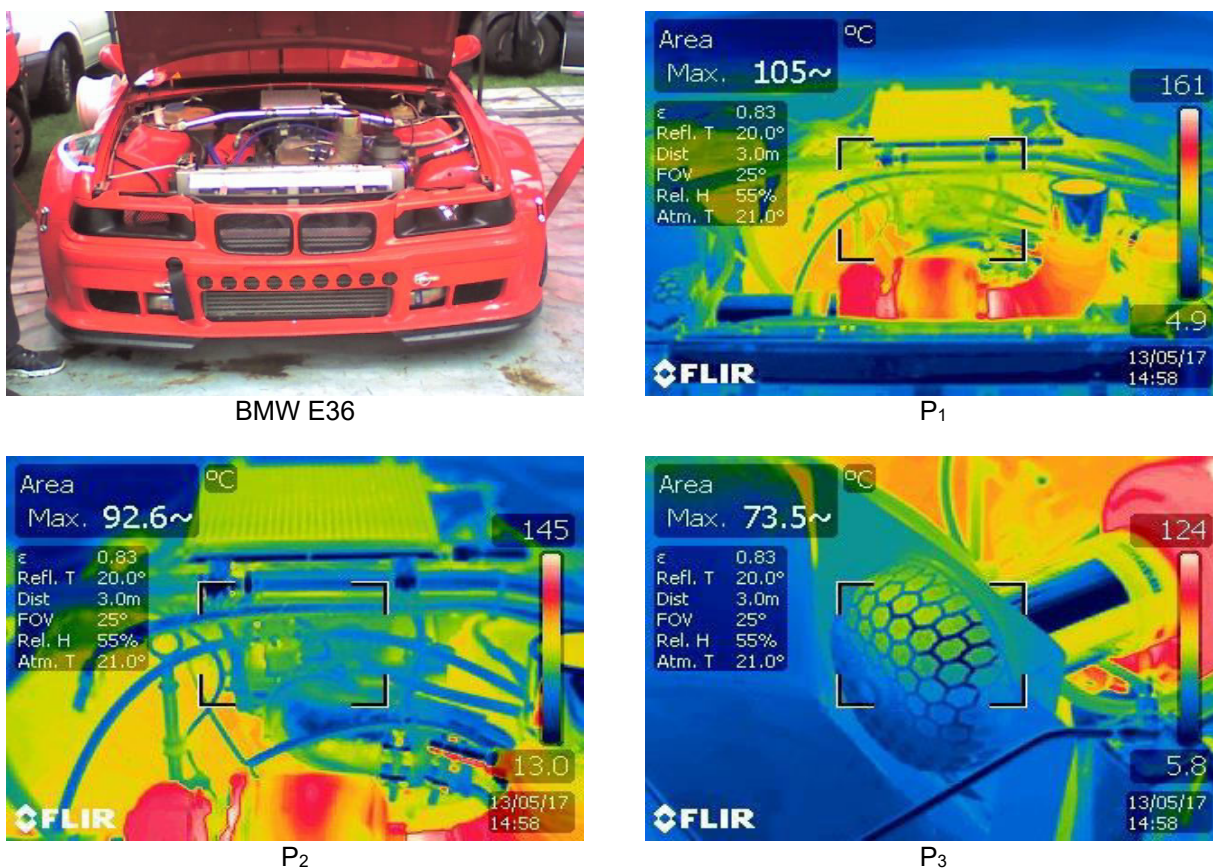


Figura 4.37 Caz VI – BMW E36

Variația temperaturilor înregistrate (tabel 4.1.) la nivelul compartimentului motor (P_1), pe suprafața galeriei de admisie (P_2) și din regiunea filtrului de aer (P_3) pentru fiecare caz, sunt prezentate sub formă grafică în figura 4.38. [64].

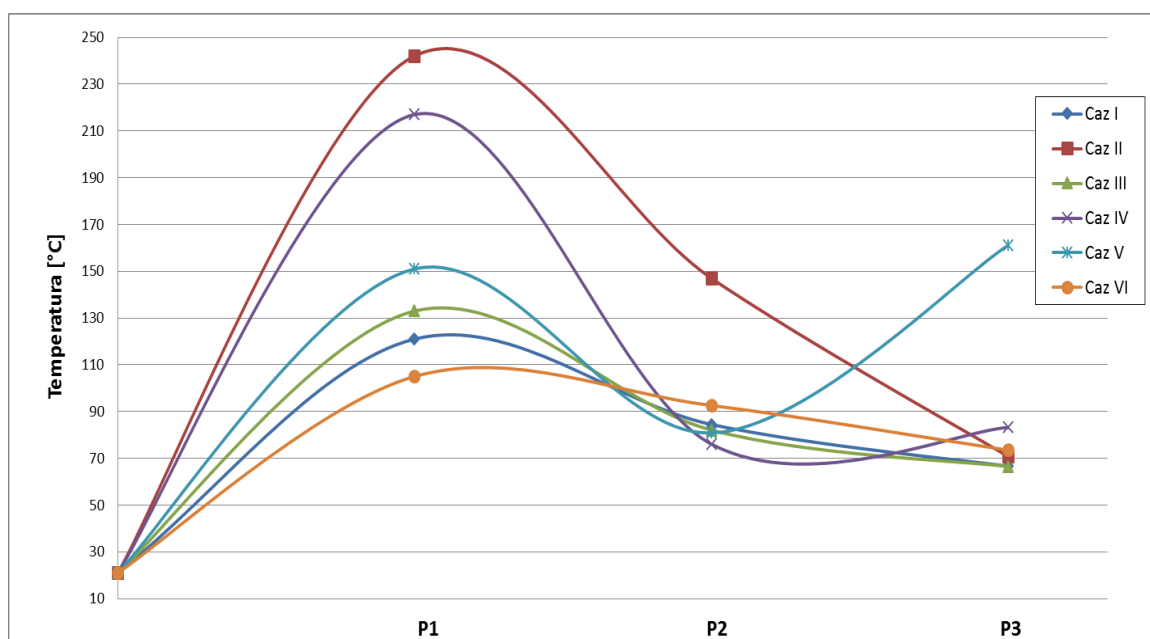


Figura 4.38. Variația temperaturilor pentru fiecare caz:
 P_1 – compartimentul motor (vedere de ansamblu),
 P_2 – suprafața galeriei de admisie, P_3 – regiunea filtrului de aer.

Tabel 4.1. Temperaturi înregistrate în punctele de măsurare

CAZ STUDIAT Material galerie	Temperatura maximă la nivelul compartimentului motor [°C]	Temperatura maximă pe suprafața galeriei de admisie [°C]	Temperatura maximă în regiunea filtrului de aer [°C]
I – AI	121	84,5/	66,6
II – AI	242	147	70,8
III – AI	133	82,1	66,5
IV – PA	217	76,1	83,2
V – PA	151	80,8	161,1
VI – PA	105	92,6	73,5

4.3.4. Rezultate și concluzii

În urma experimentărilor efectuate și analiza datelor obținute rezultă următoarele concluzii:

- amplasarea filtrului de aer și a galeriei de admisie în cazul II (Nissan Silvia) determină o variație relativ mare a temperaturii (70,8°C pe filtru, 147°C pe galerie), spre deosebire de situația din cazul VI (BMW E36) (73,5°C pe filtru, 92,6°C pe galerie), din punct de vedere al transferului termic, poziția de montaj a filtrului de aer din cazul II este avantajoasă prin situarea acestuia în afara zonelor de influență termică respectiv a surselor de încălzire;

- absența filtrului de aer în cazul V (BMW E46), determină o variație relativ ridicată a temperaturii aerului aspirat;

- în cazurile I (Nissan 350Z), II (Nissan Silvia), III (Toyota Celica) motorizările sunt dotate cu galerii de admisie confecționate din aliaje de aluminiu, temperaturile înregistrate pe suprafețele respective au valori cuprinse între (82–147)⁰C fiind determinate de amplasamentul acestora față de sursele de încălzire. În vederea reducerii pierderilor termice datorate coeficientului de transfer termic relativ ridicat al aliajului de aluminiu se recomandă implementarea unei protecții termice (deflector termic) pe suprafața exterioară a galeriei de admisie;

- motorizările existente în cazurile IV (BMW E36), V (BMW E46), VI (BMW E36), au în componența lor galerii de admisie confecționate din poliamidă. Din graficul prezentat în figura 4.38. se observă că variația temperaturilor în cazul acestor tipuri de galerii este cuprinsă între (76-92)⁰C. Din punct de vedere a pierderilor termice, poliamida este un material care are coeficientul de transfer termic subunitar ceea ce îl recomandă pentru fabricarea componentelor solicitate termic.

Poziționarea filtrului de aer se recomandă a fi în afara zonelor de influență termică sau regiunea filtrului trebuie protejată suplimentar prin implementarea unui deflector termic.

4.4. Studiu de caz BMW 4,4l V8

4.4.1. Considerații tehnice

În acest subcapitol se prezintă un studiu comparativ între două modele BMW E36 destinate competiției de Drift.

Au fost monitorizate două autoturisme cu motorizări identice, cu capacitate cilindrică de 4.4l V8, cu următoarele variante de echipare [13]:

- varianta 1 (figura 4.39.; figura 4.40.) filtrul de aer supraaspirant YXV, sistem dinamic de transfer al aerului (SDTA) și deflector termic integrat;

- varianta 2 (figura 4.41.; figura 4.42.) filtru de aer sport [65].

Galeria de admisie este confecționată din poliamidă (PA66) fiind poziționată în plan longitudinal central față de axa geometrică a motorului (figura 4.40.).

Amplasamentul filtrului de aer supraaspirant YXV (figura 4.40.) în aceasta variantă este transversal față de axa geometrică a autovehiculului ceea ce impune existența unui captator de aer [13].

Sistemul dinamic de transfer al aerului (figura 4.39.) adoptat este monotrasedu având în componența sa un difuzor de captare respectiv un racord de transfer al aerului în regiunea filtrului YXV [13].

Deflectorul termic integrat (figura 4.40.) implementat este din polietilena expandată multistrat, cu rolul de a proteja filtrul de aer YXV de aerul cald provenit de la radiatorul de răcire și radiațiile termice de la galeria de evacuare [13].

4.4.2. Condiții și măsurători

Măsurătorile comparative (figurile 4.41.-4.42.) au fost efectuate la nivelul compartimentului motor cu precădere pe suprafețele exterioare ale filtrului de aer, galeriei de admisie și surselor de căldură (radiator de răcire al motorului, intercooler, radiator de răcire al uleiului și motor) [65].



Figura 4.39. Filtrul de aer supraaspirant YXV simulare virtuală amplasament SDTA

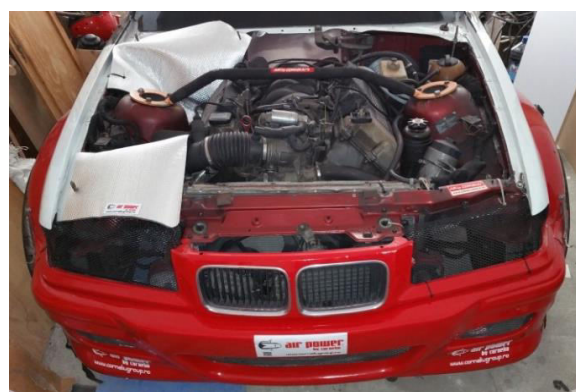


Figura 4.40. Compartiment motor – amplasament deflector termic integrat

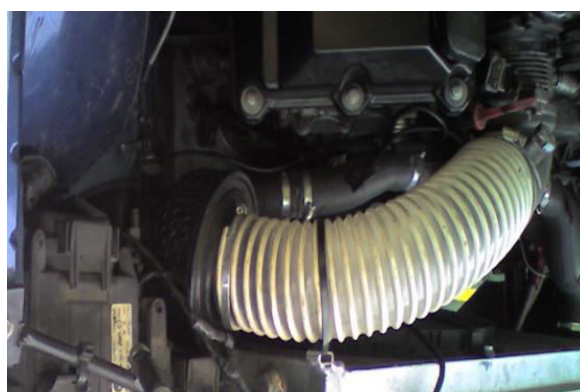


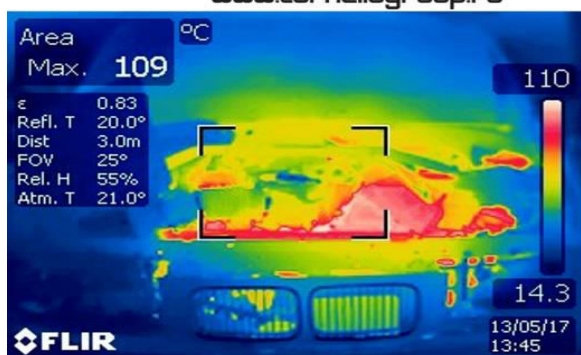
Figura 4.41. Filtrul de aer sport



Figura 4.42. Compartiment motor - amplasament filtru de aer sport

4.4.3. Dispersia fluxului de căldură pusă în evidență prin măsurători cu termoviziune

Aceste măsurători au fost realizate cu ajutorul unei camere cu termoviziune cu scopul de punere în evidență a zonelor influențate de transferul termic, afectate de dispersia căldurii prin compartimentul motor (figura 4.43.) [60]. Datele sunt prezentate în Anexă 10, tabelul 3.

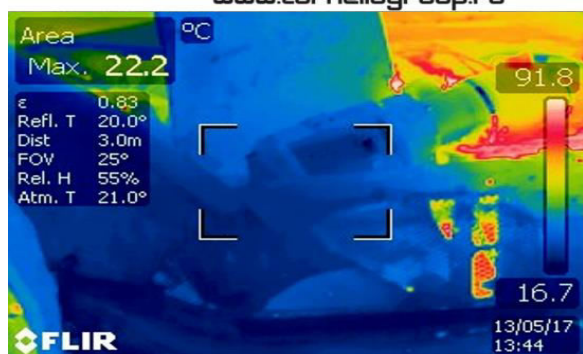


a.

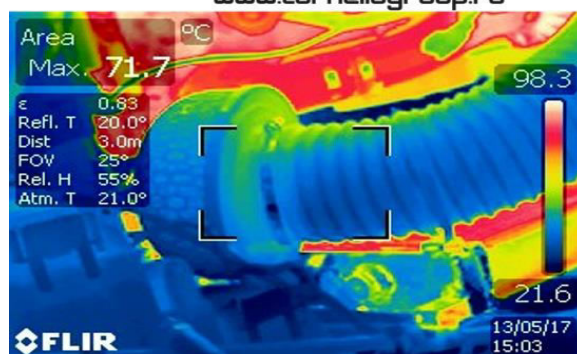
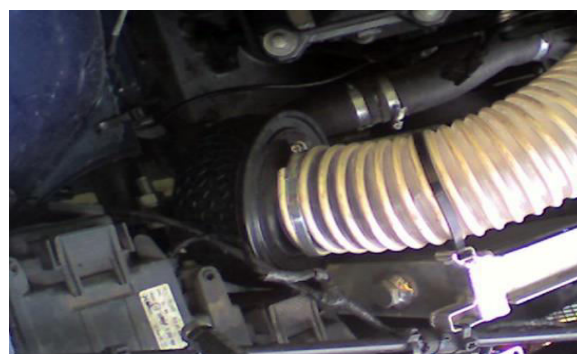


b.

Figura 4.43. Câmpul termic în compartimentul motor captat cu o cameră cu termoviziune:
a - varianta 1; b - varianta 2



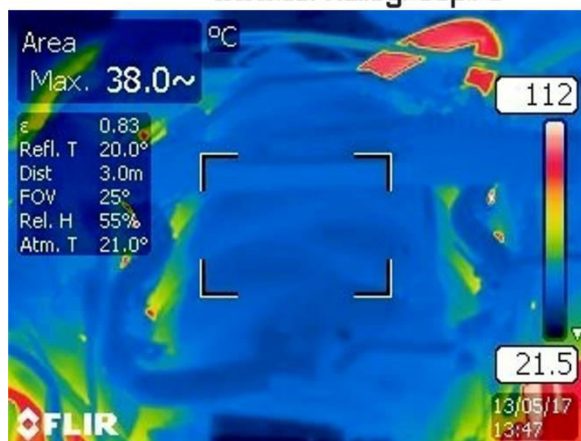
a.



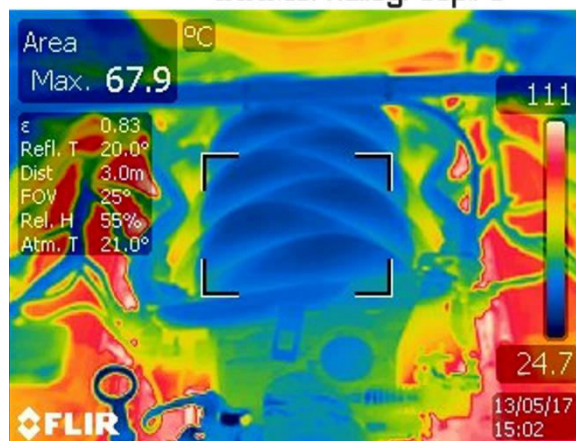
b.

Figura 4.44. Câmpul termic în zona filtrului de aer captat cu o cameră cu termoviziune:
a - varianta 1; b - varianta 2

Din figurile 4.44. respectiv 4.45. se observă faptul că în cazul primei variante, valorile temperaturilor pe suprafețele filtrului de aer YXV și a galeriei de admisie sunt: 22,2°C respectiv 38°C, comparativ cu a doua variantă a căror valori sunt: 71,7°C respectiv 67,9°C [65]. Temperaturile filtrului de aer și a galeriei de admisie variază, în aceste cazuri, între 20-75°C, datorită soluțiilor tehnice implementate, și anume: deflector termic integrat respectiv sistem dinamic de transfer al aerului.



a.



b.

Fig. 4.45. Câmpul termic pe suprafața galeriei de admisie:

a - varianta 1; b - varianta 2

4.4.4. Rezultate și concluzii

În urma măsurătorilor efectuate se constată că pentru aceeași valoare a temperaturii la nivelul compartimentului motor (109°C) (figura 4.43.) se evidențiază o diferență de temperatură pe suprafețele galeriilor de admisie datorată diferenței de temperatură a aerului aspirat. Acest fapt se explică prin menținerea unei temperaturi relativ scăzute a aerului în zona filtrului în cazul primei variante, datorită captării și transferului unui flux suplimentar de aer din exteriorul compartimentului motor (cu ajutorul SDTA) respectiv protecției zonei filtrului YXV (deflector termic integrat).

În concluzie, prin soluțiile implementate în cazul variantei 1, aerul aspirat în m.a.i. are o temperatură cu până la 69% mai scăzută comparativ cu varianta 2 cu efect direct asupra diferenței de temperatură pe suprafața galeriei de admisie cu până la 44%.

Efectul reducerii temperaturii aerului aspirat duce la îmbunătățirea randamentului de umplere a cilindrilor motori, se evită astfel și apariția fenomenului de supraîncălzire a motorului, frecvent întâlnit în cazul motorizărilor mașinilor de drift.

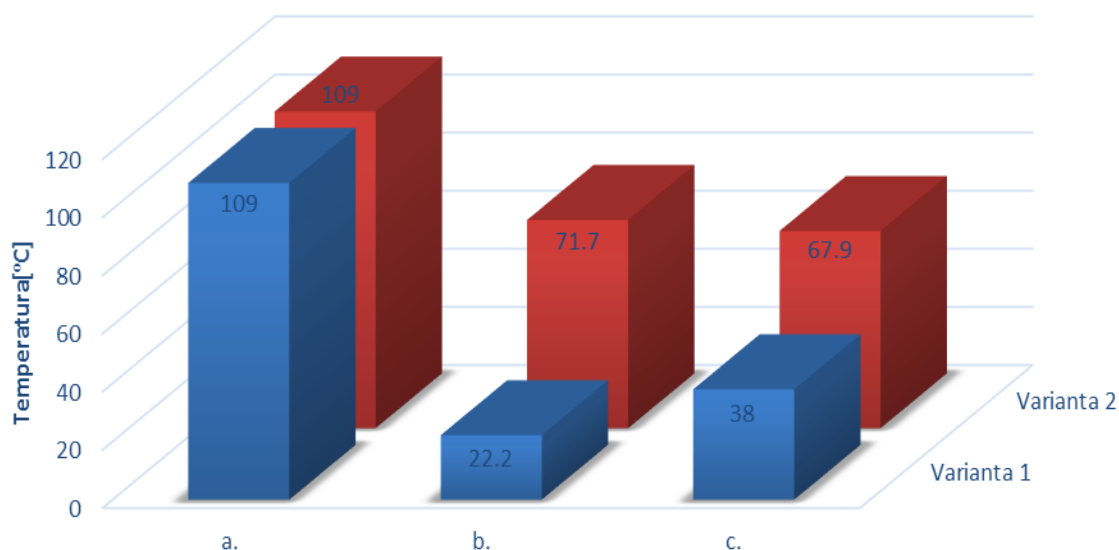


Figura 4.46. Reprezentarea grafică a temperaturilor maxime:

1 – varianta echipată cu YXV, SDTA, deflector, 2 – varianta echipată cu filtrul sport
a-compartimentul motor; b) zona filtrului de aer captat; c) suprafața galeriei de admisie

Varianta 1 echipată cu filtrul de aer supraaspirant YXV, sistem dinamic de transfer al aerului (SDTA) și deflector termic integrat prezintă temperaturi scăzute în zona filtrului de aer și pe suprafața exterioară a galeriei de admisie, comparativ cu modelul similar echipat doar cu filtrul sport (varianta 2 - figura 4.46.).

Dispersia fluxului de căldură este dependentă de următorii parametrii constructivi, a filtrului de aer și a galeriei de admisie:

a) materialele utilizate (aliaje de aluminiu, poliamidă, materiale compozite);

Datorită proprietăților materialului galeriilor de admisie a celor două motorizări supuse observației, se observă din figura 4.46. că valoarea maximă a temperaturii în cazul variantei dotată cu filtrul sport este 70°C , comparativ cu studiul de caz prezentat în subcapitolul 4.3., al motorizărilor dotate cu galerii de admisie din aliaje de aluminiu unde a fost înregistrată o temperatură maximă de 147°C .

Poliamida este un material care are coeficientul de transfer termic subunitar, ceea ce înseamnă un avantaj din punctul de vedere al diminuării pierderilor termice, recomandat pentru fabricarea galeriilor de admisie destinate motorizărilor de drift.

b) arhitectura și dimensiunile de gabarit;

Performanțele motorului sunt direct influențate de forma geometrică a galeriei și în mod special de lungimea traseului parcurs de aerul aspirat (galerie de admisie). Conform literaturii de specialitate, caracteristicile de performanță ale motorului, cum ar fi cuplul, puterea și consumul specific de combustibil au fost luate în considerare pentru a stabili efectele variației lungimii galeriei de admisie.

Rezultatele au arătat că variația lungimii galeriei determină îmbunătățirea caracteristicilor performanței motorului, în special asupra consumului de combustibil pe toată plaja de turații, lungimea galeriei de admisie trebuie să fie invers proporțională cu turația motorului [66].

4.5. Concluzii

Pe baza literaturii de specialitate sunt scoase în evidență următoarele aspecte:

- creșterea temperaturii aerului influențează emisiile de NO_x și HC - emisiile de NO_x au crescut la temperaturi ridicate pentru toate sarcinile, iar emisiile de HC au scăzut la temperaturi scăzute [67-70]. S-a demonstrat că menținând o valoare a temperaturilor relativ scăzute a lichidului de răcire și a aerului aspirat se pot reduce emisiile de NO_x cu până la 30%; cu îmbunătățiri ale consumului specific de combustibil, emisiile de monoxid de carbon (CO) și HC [71];
- întreținerea corespunzătoare este un factor decisiv asupra funcționării și a performanțelor autovehiculelor, afectând în mod pozitiv consumul de carburant și emisiile de noxe. Studiile de specialitate demonstrează că înlocuirea filtrului de aer colmatat sau murdar se reflectă în economia de combustibil a autovehiculului. Rezultatele relevă economie de combustibil și sensibilitate ridicată a emisiilor pentru motorizările testate, cu injecție de combustibil indirectă (PFI), directă (GDI), de diferite capacități și configurații ale cilindrilor: în linie și în V [72];
- de asemenea, mentenanța precară a sistemului de admisie are efecte negative asupra valorilor optime ale presiunilor aerului aspirat, necesare pentru atingerea nivelului de fiabilitate prevăzut de producător [73];
- standardele globale privind emisiile și cerințele minime de economie de combustibil impuse pentru automobile, au devenit pentru producătorii de autovehicule principalul impuls al cercetării și dezvoltării motorului cu combustie internă prin implementarea injecțiilor directe pe benzină, injecție multiplă, hibride de benzină-electric și full electric, și motoare diesel cu tehnologii sofisticate de reducere a emisiilor. Aceste constrângeri de mediu, împreună cu avansarea rapidă a puterii de calcul încorporate și a noilor generații de senzori au determinat realizarea unor motoare cu combustie la temperaturi joase [74];
- scopul unui motor cu combustie la temperaturi joase (LTC-combustion at low temperatures) este de a atinge niveluri ridicate de eficiență a arderii fără a produce emisii nocive ca de exemplu: oxizii de azot (NO_x) și particule de pulberi (PM) în cazul motorizărilor diesel. Deși toate strategiile pentru motoarele LTC diferă în combinațiile de amestec aer, combustibil și timpul de injecție, există și câteva atribute comune. În primul rând, achiziționarea și prelucrarea datelor în timp real a proceselor din cilindri motori, astfel încât parametrii motorului să poată fi reglați pentru a obține performanțe optime. Multe motoare LTC realizează acest lucru cu senzori de presiune în cilindru care furnizează cu precizie date detaliate despre fazele de ardere, presiuni, temperatură, etc. În al doilea rând, se realizează un control precis asupra alimentării cu combustibil, prin utilizarea sistemelor de injecție multipuls sau combinarea injecției indirecte și a injecției directe. În al treilea rând, un factor important este menținerea controlului asupra temperaturii de ardere prin recircularea gazelor de eșapament dintr-un ciclu anterior (EGR) [73].

În urma cercetărilor efectuate în cadrul acestui capitol rezultă următoarele concluzii:

- în cazul autovehiculelor sudiate, măsurătorile comparative au scos în evidență zonele influențate de transferul termic, ca urmare a dispersiei căldurii în compartimentul motor;
- la motorizarea Ford Fiesta s-a constatat pe suprafața filtrului de aer, apariția unor zone puternic solícitate termic, cauzate atât de amplasamentul filtrului cât și de modul de circulație a aerului aspirat (circulație de tip buclă);

- radiațiile termice și aerul cald provenite de la sursele de încălzire respectiv amplasarea filtrului de aer, în cazul motorizărilor de tip compact, conduce la încălzirea în exces a filtrului de aer și a galeriei de admisie, determinând astfel apariția fenomenelor de supraîncălzire a motorului, de detonație, uzuri anormale etc., cu influențe asupra reducerii coeficientului de umplere al cilindrilor. Temperaturile filtrului de aer și a colectorului de admisie variază între $(60...98)^{\circ}\text{C}$, în funcție de viteza de deplasare a autoturismului respectiv a regimului de trafic;

- în cazul autoturismelor destinate competițiilor de Drift, dotate cu motoare cu ardere internă având capacități cilindrice cuprinse între 2.0l și 6.0l, temperaturile filtrului de aer și a galeriilor de admisie variază între $60-150^{\circ}\text{C}$, în funcție de viteza de deplasare și de amplasamentul surselor de încălzire în compartimentul motor;

- valoarea relativ ridicată a temperaturii aerului aspirat are influență asupra temperaturii amestecului carburant la sfârșitul comprimării, ceea ce conduce la apariția fenomenului de detonație, frecvent întâlnit la motorizările de competiție;

- în cazul autovehiculelor echipate cu galerii de admisie confecționate din aliaje de aluminiu, s-au constatat valori ale temperaturilor pe suprafețele respective cuprinse între $(82-147)^{\circ}\text{C}$;

- utilizarea SDTA respectiv protejarea filtrului supraaspirant YXV cu deflectorul termic în cazul motorizării autoturismului de drift BMW E36 a condus la reducerea temperaturii aerului aspirat cu 69% față de varianta echipată cu filtrul sport;

- datorită coeficientului de transfer termic relativ ridicat al aliajului de aluminiu există pierderi termice semnificative, în vederea diminuării acestora se recomandă implementarea unei deflector termic pe suprafața exterioară a galeriei de admisie.

- motorizările autovehiculelor care au în componența lor galerii de admisie confecționate din poliamidă, prezintă pierderi termice relativ scăzute, fenomen ce se explică prin valoarea coeficientului de transfer termic care este subunitară, ceea ce recomandă poliamida pentru fabricarea componentelor solicitate termic.

CAPITOLUL 5

CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA MATERIALULUI GALERIEI DE ADMISIE ASUPRA PROCESELOR TERMODINAMICE ÎN MOTOARELE CU ARDERE INTERNĂ

În cadrul acestui capitol se prezintă rezultatele obținute cu privire la influența materialului galeriei de admisie asupra proceselor termodinamice în motoarele cu ardere internă, simularea proceselor și validarea rezultatelor experimentale.

Cercetările s-au efectuat pe un stand experimental conceput pentru a studia influența materialului galeriei de admisie asupra procesului de transfer termic în timpul admisiei aerului în motor. În acest scop, standul permite măsurarea temperaturii în diferite puncte caracteristice pentru galerii de admisie, din materiale diferite.

Pentru cercetările experimentale au fost luate în considerare două variante:

- o galerie de admisie din aliaj de aluminiu (Ford Puma 1.7);
- o galerie de admisie din poliamidă (Ford Puma 1.4).

Datele experimentale obținute, în ambele variante, au fost prelucrate și analizate. Acestea s-au utilizat pentru generarea modelului numeric de simulare a fluxului de aer prin galeria de admisie. În urma rezultatelor obținute au fost formulate concluzii cu privire la influența materialului galeriei de admisie asupra proceselor caracteristice motoarelor cu ardere internă.

În ceea ce privește reducerea transferului termic pe traseul de admisie, cu preponderență în cazul galeriei din aliaj de aluminiu, s-au adoptat, implementat și testat o serie de soluții pentru diminuarea pierderilor termice. Acestea constau în conceperea unui deflector termic particularizat respectiv izolarea admisiei cu un nou tip de material compozit cu caracter termoizolator, a cărei compoziție conține elemente naturale, organice și reciclabile. În vederea stabilirii proprietăților termoizolatoare a noilor materiale dezvoltate s-a realizat analiza topografică, morfologică și s-au determinat valorile coeficienților de transfer termic.

O proprietate adițională suplimentară este ca materialul respectiv să poate fi aplicat ușor prin pensulare sau pulverizare pe suprafața exterioară a galeriei de admisie.

5.1. Stabilirea parametrilor caracteristici curgerii aerului prin sistemul de admisie

În figura 5.1 se prezintă cele două tipuri de galerii de admisie confecționate din aliaj de aluminiu (figura 5.1.a) respectiv poliamidă (figura 5.1.b) utilizate la testările experimentale. În cazul autoturismului Ford Puma, galeria de admisie (figura 5.1.) este situată în spatele radiatorului de răcire, ceea ce conduce la încălzirea substanțială a aerului aspirat cu efect negativ asupra coeficientului de umplere al cilindrilor [75].

Dispersia fluxului de caldură din compartimentul motor, captată cu o cameră cu termoviziune, este prezentată în figura 5.2, în care se poate vizualiza diferența de temperatura dintre zona filtrului de aer protejat cu un deflector termic (18,8°C) și galeria de admisie pe care s-au înregistrat temperaturi de aproximativ 50°C [60, 76].

Tabelul 5.1 prezintă valorile vitezei aerului prin sistemul de admisie în funcție de regimul de turaj, înregistrate cu anemometrul, necesare pentru conceperea standului experimental.

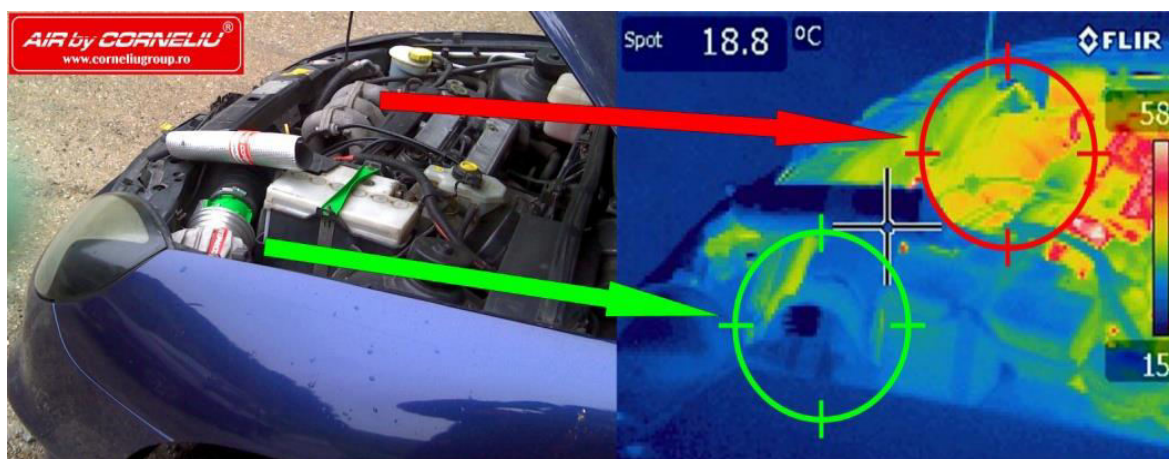


a.

b.

Figura 5.1. Amplasamentul galeriei de admisie:

a - Ford Puma 1.7i aliaj de aluminiu, b - Ford Puma 1.4i poliamidă

**Figura 5.2. Dispersia fluxului de căldură în compartimentul motor captat cu o cameră de termoviziune**

Motorizare	Turație [rot/min]	Viteză aer racord admisie [m/s]	Viteză aer ventilator radiator răcire [m/s]
FORD Puma 1.7 i temperatură ambiantă (22,2°C)	900	0,7-0,8	1-3
	1500	1,3-1,4	
	2000	1,5-1,7	
	2500	1,9-2	
	3000	2,2-2,3	
FORD Puma 1.4 i temperatură ambiantă (22,2°C)	3500	2,6-2,7	
	900	0,6-0,7	1-3
	1500	1,3-1,4	
	2000	1,7-1,9	
	2500	2,3-2,4	
3000	2,5-2,6		
	3500	3,1-3,2	

5.2. Realizarea standului experimental RIMS

În vederea realizării studiului termodinamic a influenței materialului galeriei de admisie asupra procesului de transfer termic și gazodinamic, în timpul admisiei aerului în m.a.i., s-a proiectat și executat standul experimental RIMS (Resource Intake Manifolds Stand) concepție proprie. Standul permite efectuarea unor măsurători de temperatură și presiune în diferite puncte caracteristice, pentru galerii de admisie identice sau diferite din punct de vedere geometric, realizate din materiale diverse (aliaj de aluminiu, poliamidă, material compozit etc.) [75].

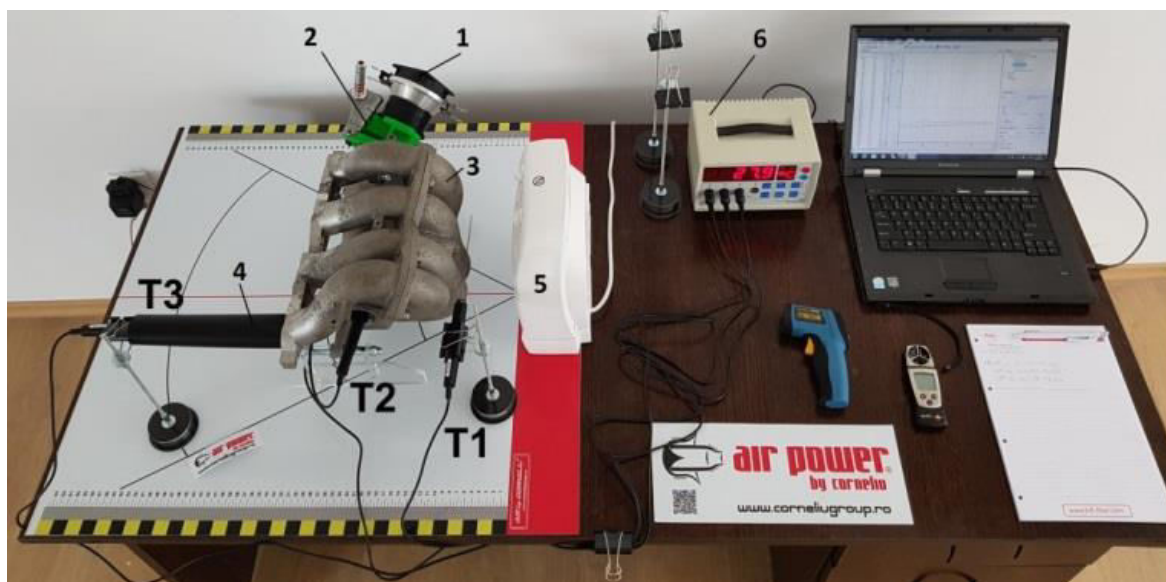
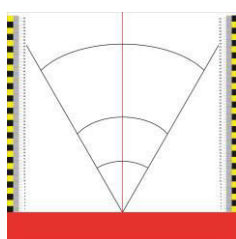


Figura 5.3. Standul experimental RIMS:

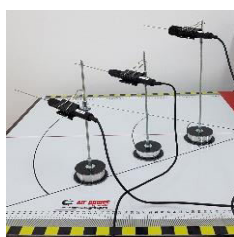
1 – ventilator, 2 – clapetă de accelerație, 3 – galerie de admisie, 4 – conductă,
5 – sursă de încălzire, 6 – dispozitiv monitorizare temperatură

Elementele componente RIMS sunt următoarele [75]:

- placă suport - permite poziționarea galeriei de admisie față de sursa de încălzire în funcție de distanța și unghiul de amplasare a acesteia în compartimentul motor (figura 5.4.a);
- suportii senzori temperatură - sunt destinați fixării și orientării termocupleurilor în punctele de măsurare a temperaturii (figura 5.4.b);
- galerie de admisie - este prevăzută în partea inferioară cu suportii din plexiglass cu rolul menținerii acesteia într-o poziție identică cu cea din cadrul m.a.i. (figura 5.4.c);
- sursă de încălzire – care asigură condițiile de temperatură și fluxul de aer cald din compartimentul motor (figura 5.3. reperul 5);
- dispozitiv monitorizare temperatură – afișarea temperaturilor înregistrate de termocupluri (figura 5.3. reperul 6).



a.



b.



c.

Figura 5.4. Elementele componente ale standului RIMS

Pentru obținerea curgerii fluxului de aer prin galeria de admisie, s-au montat un ventilator (figura 5.5.a), un mecanism de comandă (figura 5.5.b) și un raportor (figura 5.5.c) pe corpul clapetei de accelerație.

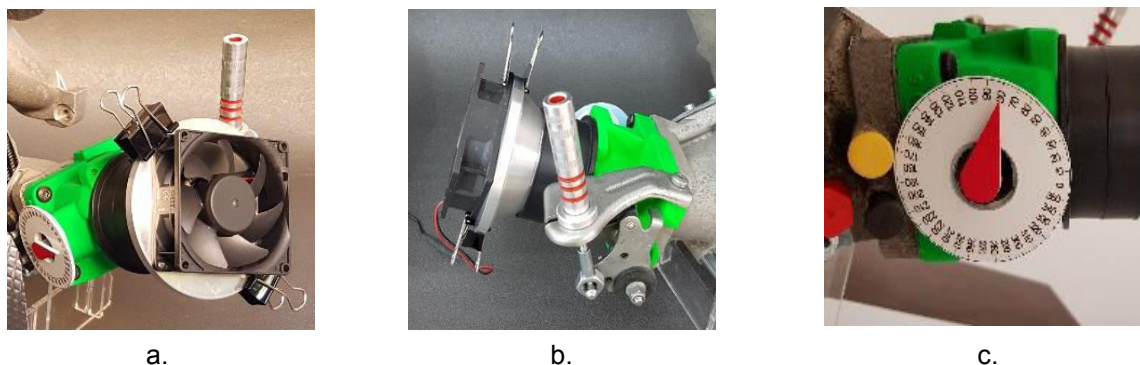


Figura 5.5. Corpul clapetei de accelerație

Măsurătorile de temperatură s-au realizat prin intermediul a trei senzori cu termocuplu NiCr-Ni (figura 5.3.), după cum urmează [75]:

T_1 - în afara galeriei de admisie, măsurarea temperaturii la nivelul suprafeței exterioare;

T_2 - în interiorul galeriei de admisie, măsurarea temperaturii peretelui interior;

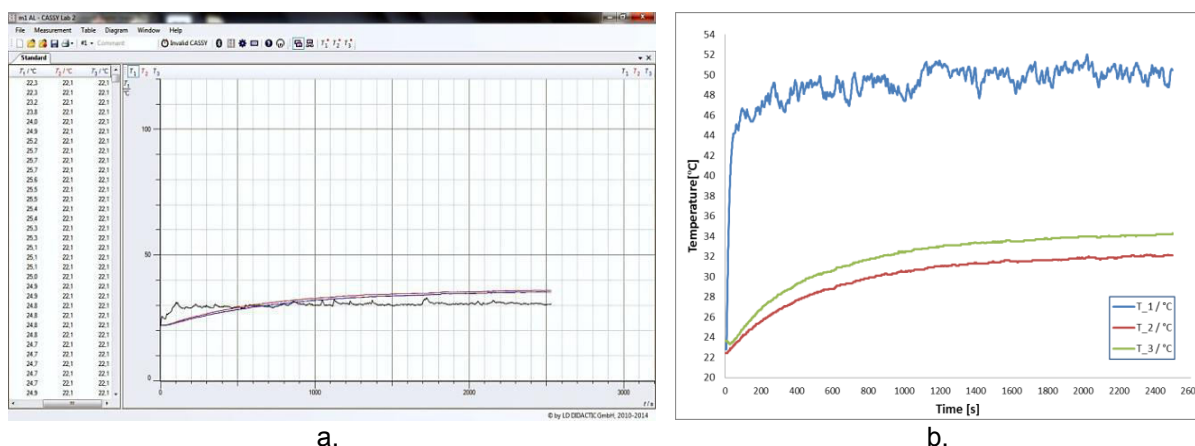
T_3 - în interiorul regiunii drepte a conductei, măsurarea temperaturii aerului care iese din galeria de admisie, conectați la dispozitivul de monitorizare al temperaturii (figura 5.3. reperul 6).

Poziționarea elementelor standului respectă configurația reală a galeriei de admisie în compartimentul motorului în raport cu sursa de încălzire, respectiv parametrii prezentați în tabelul 5.2.

Datele experimentale au fost înregistrate și prelucrate cu ajutorul software-ului Cassy Lab2 prezentat în figura 5.6. [77].

Softul CASSY Lab 2 este ideal pentru măsurători și analize experimentale atât simple cât și complexe; înregistrarea măsurătorilor se poate face manual sau automat, având posibilitatea să se definească intervale de timp, durate de măsurare, intervale de preînregistrare și alte condiții de măsurare [77].

Pentru o prezentare ușoară, este posibilă afișarea simultană a valorilor și a graficelor (figura 5.6.a), de asemenea, se poate alege între instrumente analogice, digitale, tabele sau grafice (figura 5.6.b).



a.

b.

Figura 5.6. Soft CASSY LAB 2:
a - interfață CASSY LAB 2; b - evoluția temperaturii

Tabel 5.2. Parametrii înregistrați cu anemometrul pe standul experimental

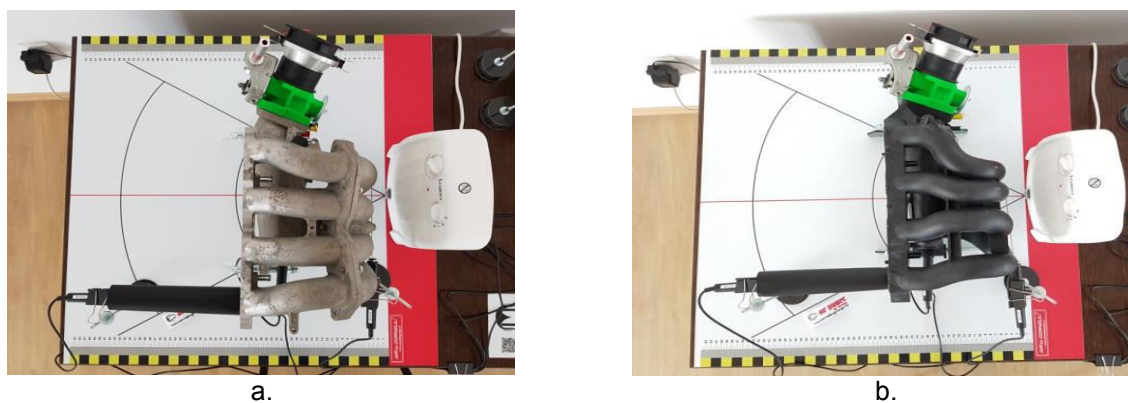
Viteză aer ventilator la intrarea în galerie [m/s]	3,6 – 3,7
Viteza aerului la ieșire din galerie - obturator dechis 10° [m/s]	0,4 – 0,5
Viteza aerului la ieșire din galerie - obturator dechis 40° [m/s]	1,3 – 1,4
Viteza aerului la ieșire din galerie - obturator dechis 80° [m/s]	1,7 – 1,8
Sursa de încălzire - viteza aerului la ieșire din aeroterma [m/s]	0,9 – 2,5
Sursa de încălzire - viteza aerului la nivelul galeriei [m/s]	0,8 – 2,0

Pentru analiza datelor, CASSY Lab 2 oferă funcții de bază și analitice complexe, integrarea și transformările Fourier (linii drepte, parabole, hiperbola, funcții exponențiale sau curbe arbitrare) [77].

5.3. Studiu termodinamic a fluxului de aer prin galeria de admisie a motorului cu aprindere prin scânteie pe standul RIMS

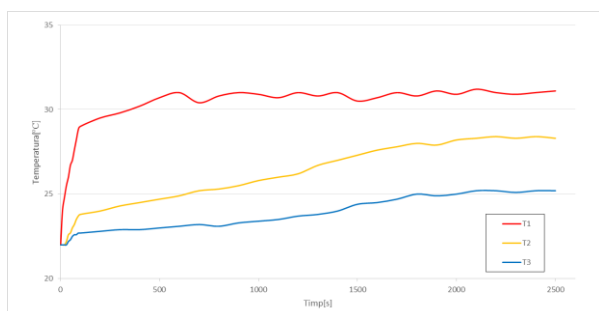
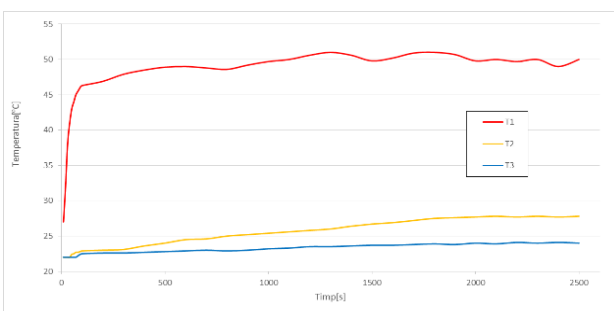
5.3.1. Studiu comparativ al galeriilor de admisie confecționate din aliaj de aluminiu și poliamidă

În figura 5.7. sunt prezentate cele două galerii de admisie din aliaj de aluminiu (figura 5.7.a) Ford Puma 1.7 respectiv din poliamidă (figura 5.7.b) Ford Puma 1.4, supuse testării în condiții de laborator pe standul RIMS. Testele au constat în monitorizarea parametrilor caracteristici pierderilor termice, pentru cele două galerii de admisie, prin măsurarea temperaturilor în diferite puncte caracteristice [75].

**Figura 5.7. Galerii de admisie:**

a – Ford Puma 1.7 galerie de admisie din aliaj de aluminiu,
b – Ford Puma 1.4 galeria de admisie din poliamidă.

Valorile temperaturii au fost înregistrate până la atingerea echilibrului termic (Anexa 11, Anexa 12), din secundă în secundă, aproximativ 2500s prezentate grafic în figurile 5.8. și 5.9.

**Figura 5.8. Evoluția temperaturii pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu****Figura 5.9. Evoluția temperaturii pentru galeria de admisie din poliamidă**

Se poate observa că, diferența de temperatură dintre interior (T_2) și suprafața exterioară (T_1) a peretelui galeriei din aliaj de aluminiu este neglijabilă (figura 5.8.); acest fapt se datorează coeficientului de transfer termic ridicat, comparativ cu galeria din poliamidă în cazul în care diferența de temperatură este mult mai mare (figura 5.9.), ambele galerii fiind supuse unei temperaturi constante generată de sursa de încălzire [75].

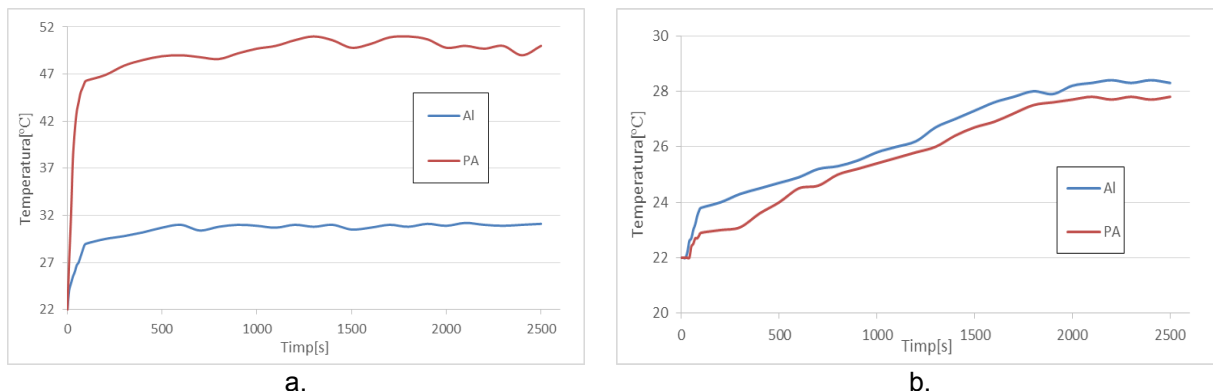


Figura 5.10. Valori ale temperaturii aerului:
a - la nivelul suprafeței exterioare a galeriilor de admisie (T_1),
b - pe suprafața interioară a pereților galeriilor de admisie (T_2)

Valorile temperaturilor indicate de termocuplul T_1 (figura 5.10.a), la nivelul suprafeței exterioare a galeriilor de admisie, sunt mult mai mari pentru poliamidă (PA) decât pentru aliajul de aluminiu, datorită coeficientului de transfer termic redus al poliamidei, care acționează ca o barieră termică.

Din figura 5.10.b se poate observa că, temperatura peretelui interior al galeriei din aluminiu (T_2) este mai ridicată decât în cazul galeriei din poliamidă. Coeficientul ridicat de transfer termic al aliajului de aluminiu facilitează încălzirea aerului aspirat, cu consecințe negative asupra eficienței de umplere a cilindrului [75].

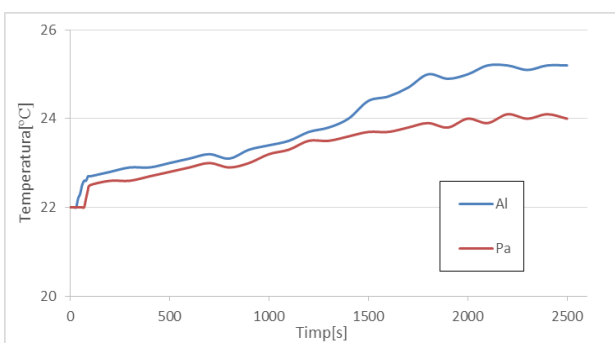


Figura 5.11. Valorile temperaturii aerului la ieșirea din galeriile de admisie (T_3)

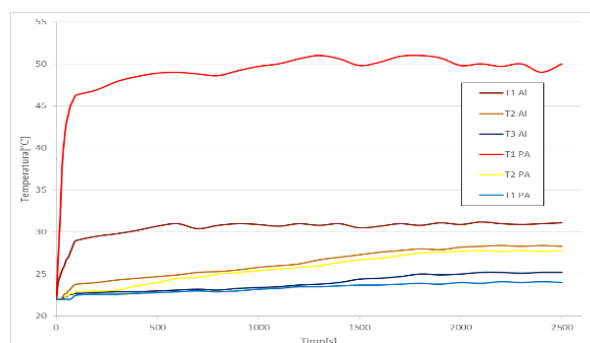


Figura 5.12. Valori comparative ale temperaturilor măsurate în cele trei puncte

Figura 5.11. prezintă evoluția temperaturii aerului (T_3) la ieșirea din galeriile de admisie. Este de remarcat faptul că, temperatura aerului aspirat este mai mare în cazul galeriei de admisie confecționată din aliaj de aluminiu.

5.3.2. Analiza tehnică a rezultatelor obținute

Din analiza rezultatelor obținute pot fi scoase în evidență următoarele aspecte tehnice:

- îmbunătățirea eficienței consumului de combustibil pentru motoarele automobilelor moderne și de reducere a gazelor de eșapament sunt tot mai exigente, în

privința acestor reguli stricte; literatura de specialitate prezintă studii [78-81] care au dezvoltat tehnologia pentru a reduce fluctuația de ardere și menținerea constantă a raportul aer-combustibil;

- fluctuația de ardere a fost crescută, prin modificarea variației raportului aer-combustibil din cauza fenomenului de transfer de căldură pe sistemul de admisie, iar principalele motive au fost următoarele [82-85]: în primul rând, datorită transferului de căldură de la chiulasa motorului la galeria de admisie și în al doilea rând, datorită transferului de căldură din compartimentul motor (radiator de răcire, intercooler, colector de evacuare etc.) ceea ce conduce la o modificare a raportului aer-combustibil și oferă o creștere fluctuației de ardere [86];

- obiectivul experimentului prezentat în subcapitolul 5.1. a fost simularea în condiții de laborator a transferului de termic în funcție de materialul galeriei de admisie. În condițiile unui flux constant, au fost măsurate temperaturile peretelui galeriei de admisie respectiv a aerului pentru a examina efectul stratului limită asupra transferului termic;

- analizând valorile temperaturii pentru cele două galerii de admisie, se poate afirma că, încălzirea aerului aspirat este destul de pronunțată pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu.

5.4. Simularea transferului termic

Datele experimentale obținute pe standul RIMS au fost folosite pentru generarea modelului matematic în vederea simulării fluxului de aer prin galeria de admisie [87].

În vederea realizării modelului necesar pentru simulare numerică (figura 5.13.), geometria galeriei de admisie a fost generată cu ajutorul softului Autodesk Inventor Professional [87,88].

5.4.1 Elaborarea modelului numeric

Autodesk Inventor Professional Software-ul 2018 oferă utilizatorilor în proiectare mecanică, instrumentele esențiale pentru a adăuga modelarea CAD 3D și tehnologia **Digital Prototyping** la fluxurile de proiectare existente. Pot fi exploatate în continuare abilitățile de desenare 2D prin integrarea desenelor 2D în mediul de lucru 3D. **AutoCAD LT Suites** sunt pachete economice de aplicații software ce cuprind atât instrumente de proiectare 3D, specifice pentru proiectarea mecanică, cât și capacitățile de desenare 2D ale AutoCAD LT [88].

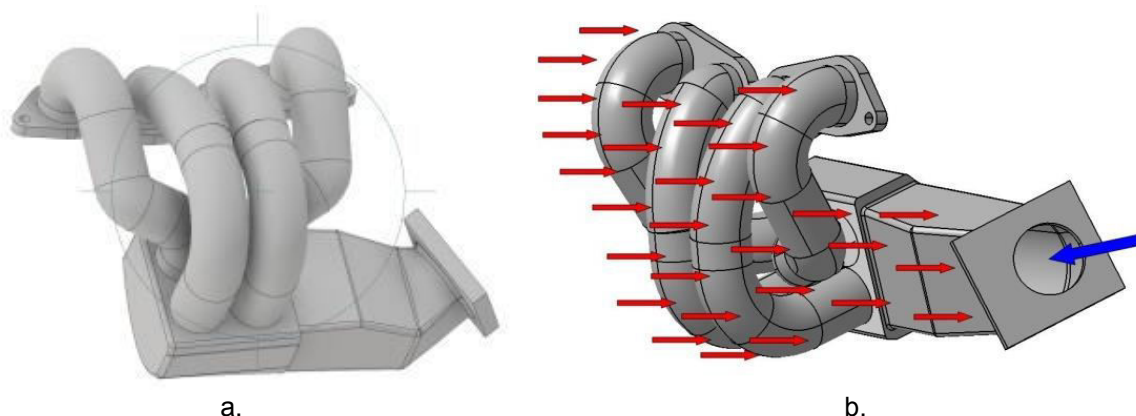


Figura 5.13. Modelul virtual al galeriei de admisie:
a - vedere , b – circulația aerului

Datele necesare pentru realizarea modelului de simulare numerică sunt prezentate în tabelul 5.3. pentru galeria din aliaj de aluminiu respectiv pentru galeria din poliamidă [75,87].

Tabel 5.3. Parametrii utilizați pentru generarea modelului numeric de simulare a fluxului de aer prin galeria de admisie din aliaj aluminiu și poliamidă

Parametrii	Al	PA
Viteza aerului prin clapeta de accelerație [m/s]	1.7	1.7
Viteza aerului sursei de încălzire [m/s]	1.4	1.4
Temperatura inițială a aerului de admisie [°C]	22	22
Temperatura aerului la o distanță de 2 mm față de peretele galeriilor de admisie [°C]	31	50
Coeficient de transfer termic [W/m·k]	110	0.22

Datorită complexității arhitecturii galeriei respectiv a circulației alternative a aerului aspirat în funcție de ordinea de aprindere/admisie a motorului, simularea numerică s-a efectuat pentru o singură conductă (realizată în CATIA) din componența acesteia pe motivul amplasamentului față de sursa de încălzire (figura 5.14.) [89,90]. Din măsurătorile realizate pe standul RIMS, prezentate în cadrul subcapitolului 5.3., s-au considerat cele mai ridicate valori înregistrate ale temperaturii la nivelul suprafeței exterioare ale galeriilor (tabelul 5.3.).

Pentru crearea modelelor tridimensionale ale pieselor, CATIA folosește modelarea parametrizată bazată pe generarea de caracteristici, care constă în construcția modelului solid prin adăugarea caracteristicilor simple. Modelarea pieselor, folosind această metodă, este asemănătoare cu obținerea acestora în timpul proceselor de prelucrare. O caracteristică poate fi asemuită cu rezultatul unei operații tehnologice simple [89].

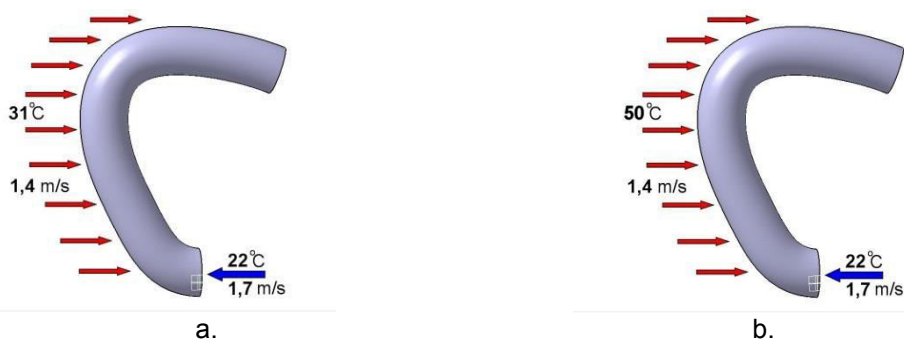


Figura 5.14. Domeniul de analiză cu condiții limită:

a – galeria de admisie din aliaj de aluminiu, b – galeria de admisie din poliamidă

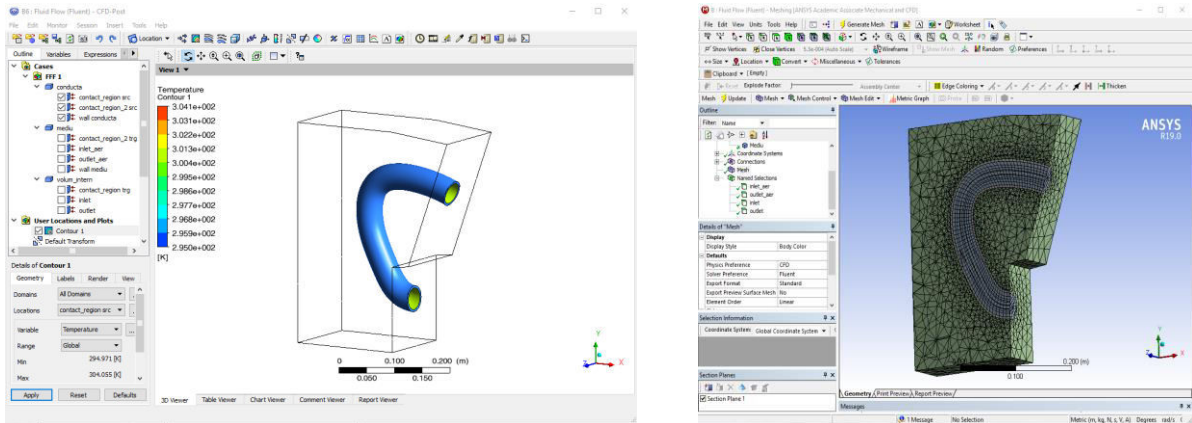
Modelul numeric a fost dezvoltat cu ANSYS Multiphysics [91], un instrument de analiză multi-scop care permite utilizatorului să combine efectul a două sau mai multe fenomene fizice (structurală, termică, electrică, magnetică, electromagnetică, electrostatică, fluid).

Următoarele module au fost utilizate în pachetul ANSYS [87,90,91]:

- ANSYS Design Modeler (figura 5.15.a) care oferă instrumente de modelare specifice cerințelor de simulare, inclusiv: capacitatea de a modifica geometria și instrumentele existente pentru a crea modelul geometric;

- ANSYS Meshing (figura 5.15.b) furnizează unelte de preprocesare foarte complexe, cu conectare directă la rezolvatori. Realizează intercalarea în volume finite ale domeniului care urmează să fie analizat, în funcție de scopul aplicației;

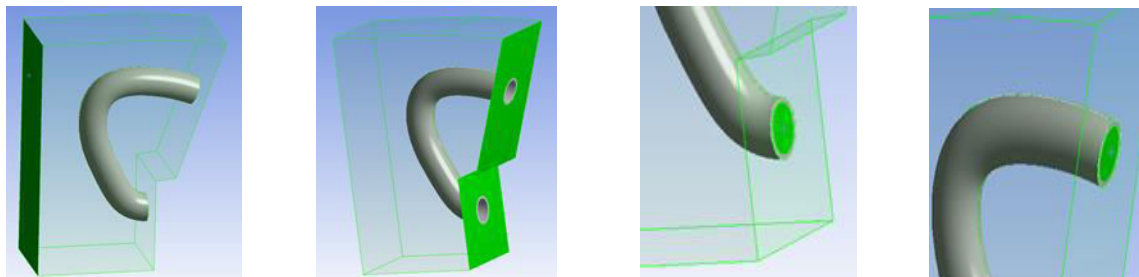
- FLUENT este un modul CFD flexibil, aparținând platformei ANSYS Multiphysics, utilizat pentru simulări de complexitate. Acesta oferă o gamă completă de modele fizice care pot fi utilizate pentru o gamă largă de aplicații din întreaga industrie;
- Postul CFD permite ca rezultatele să fie evidențiate atât ca valori cât și ca reprezentare grafică și imagistică [91].



a. **Figura. 5.15. ANSYS interfața:**
a - ANSYS Design Modeler, b - ANSYS Meshing

Pentru a introduce datele, au fost definite patru suprafețe [87,90]:

- suprafața 1 - admisia aerului de încălzire (figura 5.16.a);
- suprafața 2 - ieșirea aerului de încălzire (figura 5.16.b);
- suprafața 3 - orificiu de intrare a țevii (figura 5.16.c);
- suprafața 4 - ieșirea țevii de aer (figura 5.16.d).



a. **Figura 5.16. Suprafețe definite:**
a - suprafața 1, b - suprafața 2, c - suprafața 3, d - suprafața 4

5.4.2. Interpretarea rezultatelor obținute în urma simulării

Rezultatele simulării în CFD (Computational Fluid Dynamics) pentru galeria din aliaj de aluminiu respectiv din poliamidă au fost:

- câmpul de temperatură pe un plan median al secțiunii galeriei din aliaj de aluminiu (figura 5.17.a), poliamidă (figura 5.17.b);
- liniile de curent în funcție de temperatură pentru galeria din aliaj de aluminiu (figura 5.17.c), poliamidă (figura 5.17.d);
- distribuția vitezelor aerului pe suprafețele exterioare ale galeriei din aliaj de aluminiu (figura 5.18.a), poliamidă (figura 5.18.b);

- distribuția vitezelor aerului pe suprafețele interioare ale galeriei din aliaj de aluminiu (figura 5.18.c), poliamidă (figura 5.18.d);
- distribuția temperaturilor pe suprafețele exterioare ale galeriei din aliaj de aluminiu (figura 5.19.a), poliamidă (figura 5.19.b);
- distribuția temperaturilor pe suprafețele interioare ale galeriei din aliaj de aluminiu (figura 5.19.c), poliamidă (figura 5.19.d) [87,90].

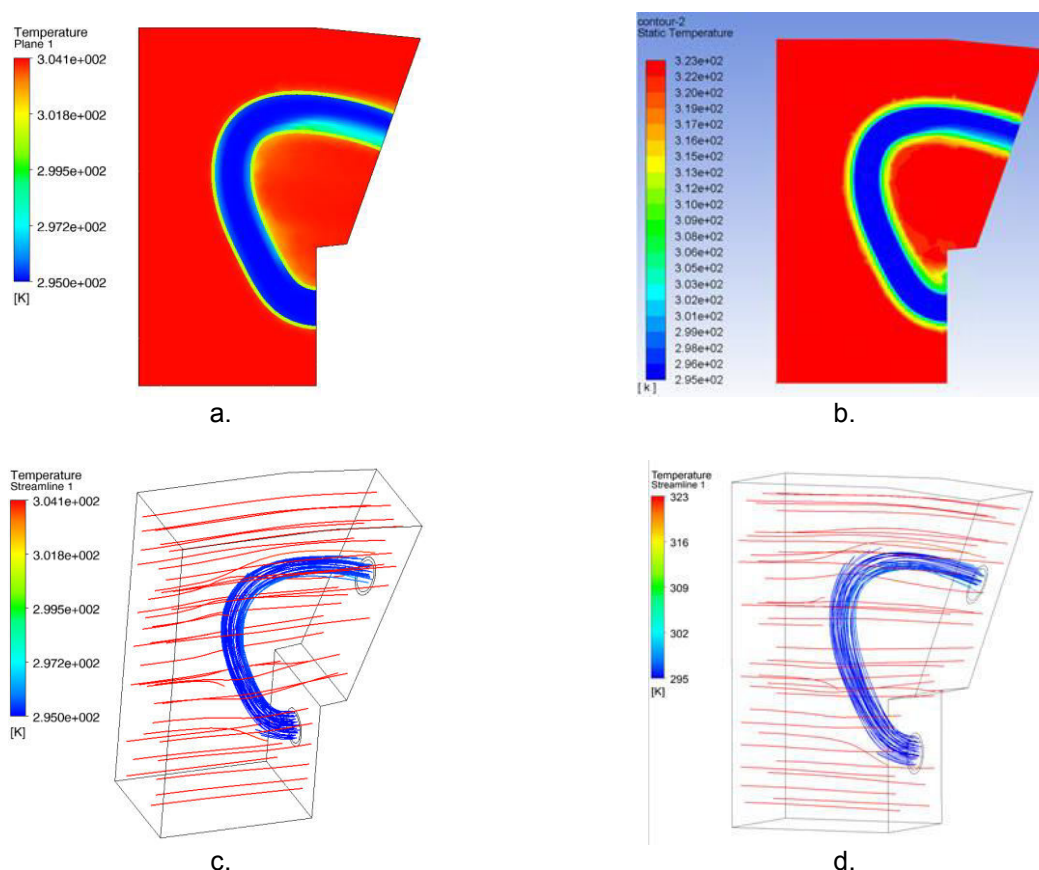


Figura 5.17. Temperatura și liniile de curent:

- a, b - câmpurile de temperatură în planul median (galerie aliaj de aluminiu / poliamidă);
 c, d - liniile de curent în funcție de temperatură (galerie aliaj de aluminiu / poliamidă)

Datorită coeficientului de transfer termic redus al poliamidei, care acționează ca o barieră termică, temperaturile în exteriorul galeriei din poliamidă (figura 5.17.b) sunt relativ ridicate comparativ cu cele obținute în cazul galeriei din aluminiu (figura 5.17.a).

Distribuția vitezelor aerului pe suprafețele exterioare (figura 5.18.a) și interioare, (figura 5.18.c) ale galeriei de admisie din aliaj de aluminiu, respectiv pe suprafețele exterioare (figura 5.18.b) și interioare (figura 5.18.d) ale galeriei din poliamidă, sunt identice în ambele cazuri (viteza aerului cald 1,4m/s, viteza aerului aspirat 1,7m/s).

Analizând valorile câmpului de temperatură din interiorul galeriei din aliaj de aluminiu, rezultă că, încălzirea aerului aspirat este destul de pronunțată, în primul rând datorită materialului din care este confecționată și în al doilea rând datorită poziției galeriei de admisie în raport cu sursa de încălzire (radiatorul de răcire al motorului). Valoarea relativ ridicată, a coeficientul de transfer termic al aliajului de aluminiu, influențează încălzirea aerului aspirat, cu consecințe negative asupra eficienței de umplere a cilindrului. Se poate observa că, diferența de temperatură între suprafața exterioară și interioară a peretelui galeriei este relativ mică, ceea ce se datorează faptului că aluminiul este un conductor termic foarte bun.

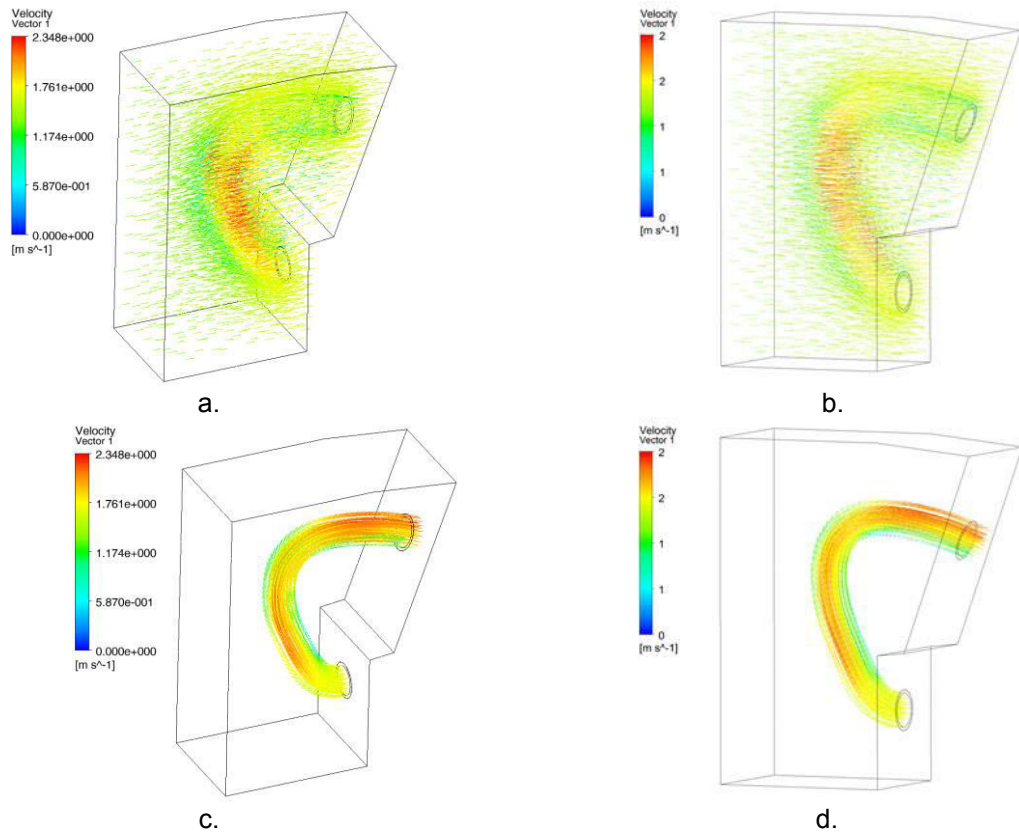


Figura 5.18. Viteza fluxului de aer:

a, b - distribuția vitezelor aerului pe suprafețele exterioare (galerie aliaj de aluminiu / poliamidă);
 c, d - distribuția vitezelor aerului pe suprafețele interioare (galerie aliaj de aluminiu / poliamidă)

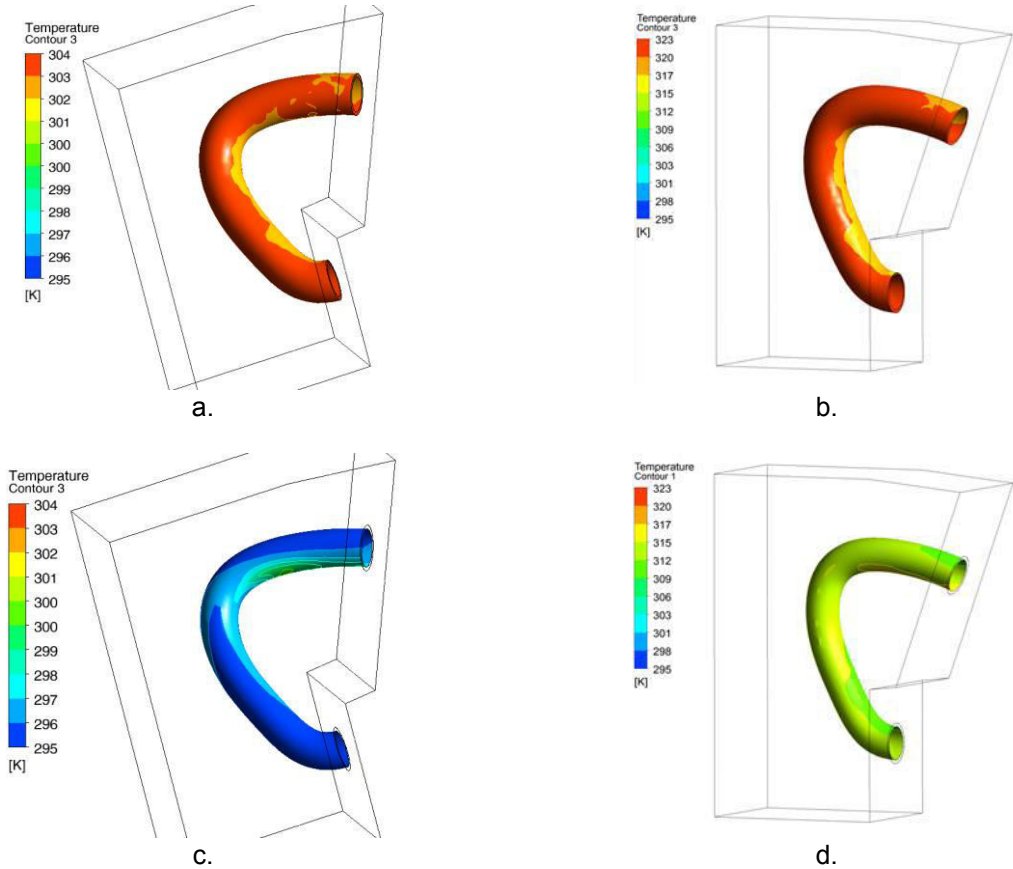


Figura 5.19. Variația temperaturilor:

a, b - distribuția temperaturilor pe suprafețele exterioare (galerie aliaj de aluminiu / poliamidă);
 c, d - distribuția temperaturilor pe suprafețele interioare (galerie aliaj de aluminiu / poliamidă)

Coeficientul de transfer termic scăzut al poliamidei, menține temperatura relativ constantă a aerului de admisie, cu consecințe pozitive asupra eficienței umplerii cilindrului. De asemenea, se poate observa că, diferența de temperatură dintre suprafața exterioară și cea interioară a peretelui conductei are o valoare semnificativă, datorită faptului că este un izolator termic bun.

În urma analizei datelor experimentale înregistrate pe standul RIMS și cele obținute prin simulare, valoarea erorii în cazul aliajului de aluminiu este de aproximativ 8,73% respectiv în cazul poliamidei aproximativ 3% (aceste valori s-au determinat pentru temperaturile maxime măsurate respectiv determinate în punctul de înregistrare T_3). Aceste valori se încadrează sub valoarea maxim admisă în tehnică și se datorează erorilor de măsurare, de înregistrare, de condiții etc.

În continuare, s-a efectuat o simulare a galeriei din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C , în două situații și anume: viteza aerului aspirat având o valoare de $1,7\text{m/s}$ respectiv $0,5\text{m/s}$ în vederea obținerii temperaturilor la nivelul peretelui interior respectiv a aerului la ieșire (figurile 5.20. și 5.22.). Scopul acestei simulări, este de a studia evoluția temperaturilor pentru cele două tipuri de materiale, aliaj de aluminiu respectiv poliamidă, ale galeriilor studiate, pentru aceeași valoare a temperaturii de încălzire (50°C) respectiv același tip de material (aliaj de aluminiu) pentru viteze diferite a curgerii aerului aspirat.

Viteza de curgere cu valoarea de $0,5\text{m/s}$ corespunde unei viteze de deplasare a autovehiculului în regim de trafic urban aglomerat, aproximativ $5\text{-}20\text{km/h}$.

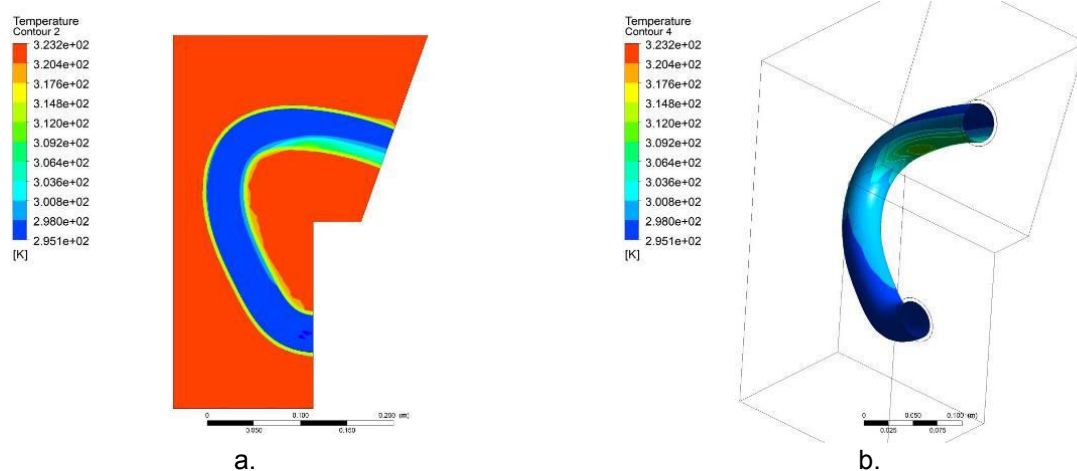


Figura 5.20. Distribuția temperaturilor în cazul galeriei din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C :
a – valorile temperaturii în planul median, b – valorile temperaturii la nivelul peretelui interior

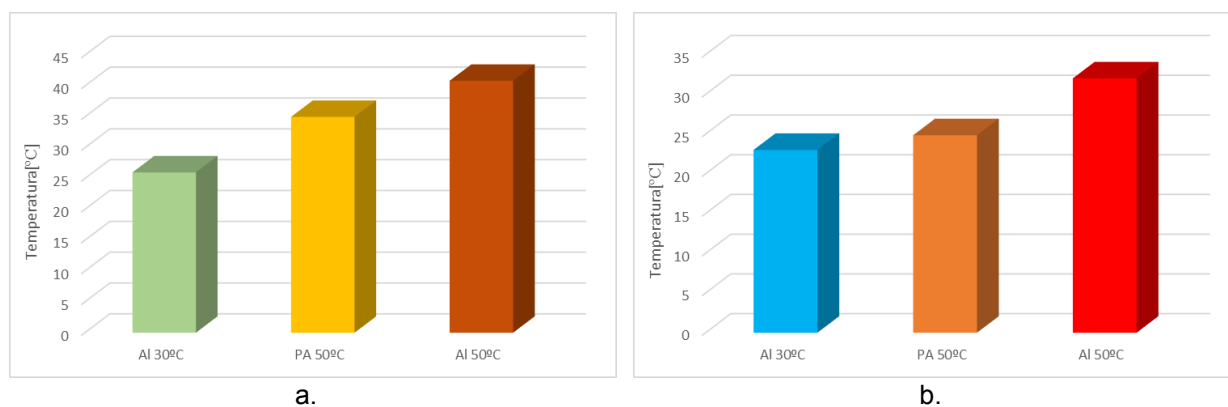


Figura 5.21. Valorile temperaturilor pentru cele trei cazuri studiate (AI 30°C , PA 50°C , AI 50°C):
a – temperatura la nivelul peretelui interior, b – temperatura aerului la ieșire

Valorile temperaturilor obținute în urma simulării în cazul galeriei din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C sunt: la nivelul peretelui interior 40,86°C respectiv 32°C a aerului la ieșirea din galerie.

În figura 5.21. se prezintă valorile comparative ale temperaturilor pentru cele trei variante studiate, și anume: galeria din aliaj de aluminiu încălzită la 30°C (Al 30°C), galeria din poliamidă încălzită la 50°C (PA 50°C) și galeria din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C (Al 50°C). Temperatura la nivelul peretelui interior al galeriei din aliaj de aluminiu are o creștere de 35% (figura 5.21.a) respectiv a aerului la ieșirea din galerie o creștere de 30% în cazul încălzirii la 50°C (figura 5.21.b). În ceea ce privește comparația între galeria de admisie din poliamidă și cea confecționată din aliaj de aluminiu, încălzită la 50°C se constată că, temperatura la nivelul peretelui interior este mai mare cu 15% respectiv temperatura aerului la ieșirea din galerie cu 24%, în cazul galeriei din aliaj de aluminiu.

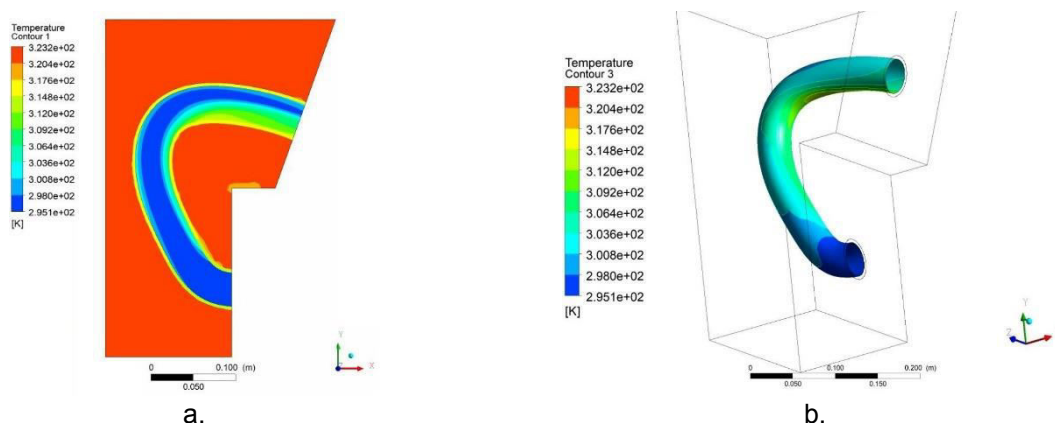


Figura 5.22. Distribuția temperaturilor în cazul galeriei din aliaj de aluminiu încălzită la 50°C pentru o viteză de curgere de 0,5m/s:

a – valorile temperaturii în planul median, b – valorile temperaturii la nivelul peretelui interior

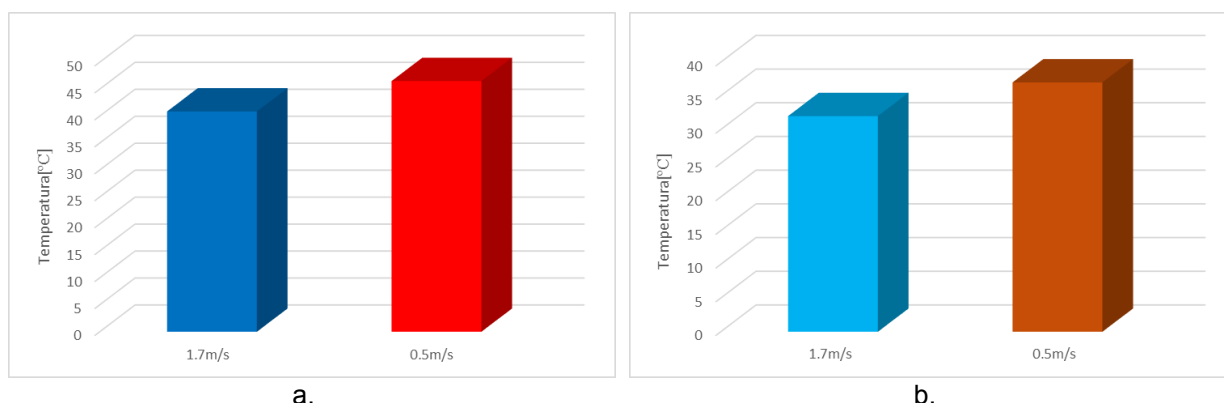


Figura 5.23. Valorile temperaturilor pentru galeria din aliaj de aluminiu în funcție de viteza de curgere (1,7m/s, 0,5m/s):

a – temperatura la nivelul peretelui interior, b – temperatura aerului la ieșire

În cazul celor două regimuri de curgere a aerului la viteze de 1,7m/s respectiv 0,5m/s, din figura 5.23.a, se evidențiază faptul că, temperaturile obținute la nivelul peretelui interior au valori de 40,86°C pentru viteza de 1,7m/s iar pentru viteza de 0,5m/s de 46,5°C.

Temperatura aerului la ieșirea din galerie, pentru viteza de curgere 0,5m/s este cu aproximativ 15% mai ridicată, comparativ cu situația vitezei de curgere 1,7m/s.

Pe baza simulărilor prezentate, se poate concluziona faptul că, viteza de curgere a aerului pe sistemul de admisie influențează temperatura acestuia.

Din analiza datelor obținute pe cale experimentală și prin simulare numerică, se constată că, temperatura aerului este influențată de materialul din care este confecționată galeria de admisie respectiv de valoarea coeficientului de transfer termic caracteristic. Ceea ce impune adoptarea unor soluții tehnice, în vederea diminuării pierderilor termice, prin aplicarea unor bariere termice în cazul galeriei de admisie din aliaj de aluminiu.

5.4.3. Analiza tehnică comparativă

Utilizarea pe scară largă a materialelor plastice în construcția vehiculelor, va conduce la creșterea cererilor a acestor tipuri de materiale, datorită avantajelor majore pe care le prezintă: reducerea costurile de producție și de asamblare, obținerea unor modele funcționale mai atractive etc. Creșterea cererii de vehicule din China, India și țările din America Latină, constituie un stimul pentru industria autovehiculelor. Prețurile materiilor prime volatile și investițiile uriașe în cercetarea unor materiale noi, reprezintă provocările majore cu care se confruntă specialiștii din industrie. Materialele plastice biodegradabile, cum ar fi PHA, PCL și PBS, oferă o oportunitate mai bună pentru producătorii majori din industria mașinilor [92].

Componentele din plastic și polimer au fost esențiale pentru o gamă largă de progrese în ceea ce privește siguranța și performanța de astăzi. Materialele plastice de astăzi reprezintă, în general, 50% din volumul unui nou vehicul ușor, dar mai puțin de 10% din greutatea sa, ceea ce face ca vehiculele să fie mai ușoare și mai eficiente din punct de vedere al consumului de combustibil, ceea ce conduce la emisii scăzute de gaze cu efect de seră. Componentele durabile, moderne și compozitele de polimeri contribuie, de asemenea, la îmbunătățirea siguranței pasagerilor, iar designerii de mașini se bazează pe versatilitatea materialelor plastice și a compozitelor polimerice, precum și pe posibilitățile estetice de proiectare a vehiculelor. În plus, multe rășini din material plastic sunt reciclabile [93].

Modernizarea motoarelor autovehiculelor, reducerea consumului de combustibil și a noxelor devin din ce în ce mai exigente, în ceea ce privește aceste reglementări stricte, literatura de specialitate prezintă studii [78-81] care au dezvoltat tehnologia de reducere a fluctuațiilor de combustie și de menținere a raportului aer-combustibil constant.

Cu toate acestea, studiile anterioare analizate din literatura de specialitate [82-85] au arătat că fluctuația arderii a fost mărită prin creșterea variației raportului aer-combustibil datorită fenomenului de transfer de căldură al sistemului de admisie, în legătură directă cu materialul (PA66, aliaj de aluminiu) al galeriei de admisie.

Cercetările privind influența temperaturii aerului aspirat asupra consumului de combustibil, arată că cea mai mare valoare a consumului a fost de 380 g/kW·h la o temperatură de admisie a aerului mai mare de 30°C, cu 4% mai mare decât cea mai mică temperatură de admisie a aerului de 20°C la aceeași turație a motorului de 1500rpm. Valorile relativ ridicate a temperaturii aerului aspirat, determină o concentrație mai scăzută de oxigen, rezultând efecte negative asupra ratei de ardere respectiv a consumului de combustibil [94,95].

Modelul numeric dezvoltat în ANSYS, permite studiarea transferului termic ținând seama de caracteristicile materialului galeriei de admisie, în special de coeficientul specific de transfer termic.

Datele obținute permit găsirea de noi soluții pentru optimizarea termică a interacțiunii cu pereții galeriei de admisie, în special pentru a reduce încălzirea acestuia pe calea de admisie.

5.5. Implementarea deflectorului termic pe galeria de admisie din aliaj de aluminiu

5.5.1. Stabilirea dimensiunilor deflectorului termic

În vederea reducerii pierderilor termice pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu, se recomandă implementarea unui deflector termic din polietilenă expandată multistrat ROFLEX (prezentat în subcapitolul 3.5.1.) [13,50-52]. Deflectorul termic, în acest caz, are rol de protecție a galeriei de admisie exclusiv față de fluxul de aer cald provenit de la radiatorul de răcire al motorului.

În funcție de aria suprafeței de protecție a galeriei de admisie, s-au luat în considerare, patru suprafețe pentru defletoarele termice, după cum urmează:

- A_1 aria suprafeței de protecție de 100% (figura 5.24.a);
- A_2 aria suprafeței de protecție de 70% (figura 5.24.b);
- A_3 aria suprafeței de protecție de 50% (figura 5.24.c);
- A_4 aria suprafeței de protecție de 30% (figura 5.24.d).

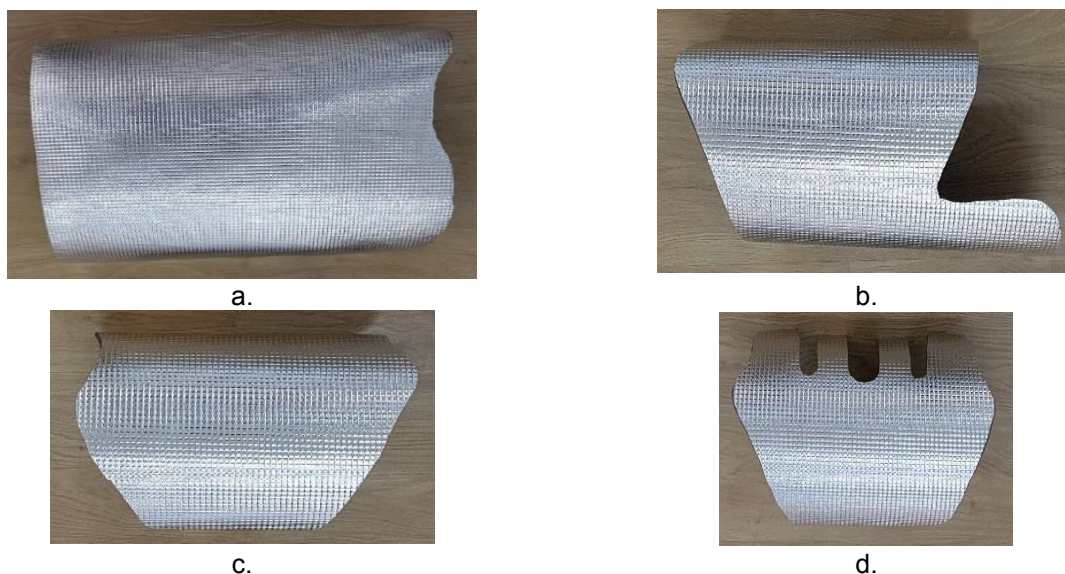


Figura 5.24. Dimensiunile deflectorului termic în funcție de aria de protecție:
a - A_1 ; b - A_2 ; c - A_3 ; d - A_4

Montajul deflectorului termic pe galeria de admisie s-a realizat în două variante: în cazul A_1 la o distanță de 5mm de suprafața exterioară a galeriei, prin intermediul unui suport (figura 5.25.a-c) și în cazurile A_2 , A_3 , A_4 aplicat direct pe suprafața exterioară a galeriei (figura 5.25.d-l).

Cele patru variante ale deflectorului termic prezentate, au fost testate pe standul RIMS în aceleași condiții în care s-au testat galeriile de admisie din aliaj de aluminiu și poliamidă (subcapitolul 5.2.).

5.5.2. Interpretarea rezultatelor experimentale

În urma prelucrării datelor experimentale, din figurile 5.26. și 5.27. rezultă că valorile temperaturilor în punctul de măsurare T_1 sunt:

- $58,6^{\circ}\text{C}$ pentru A_1 ;
- $46,4^{\circ}\text{C}$ pentru A_2 ;
- $44,3^{\circ}\text{C}$ pentru A_3 ;
- 43°C pentru A_4 .

Datele obținute fiind prezentate în Anexele 13-16.

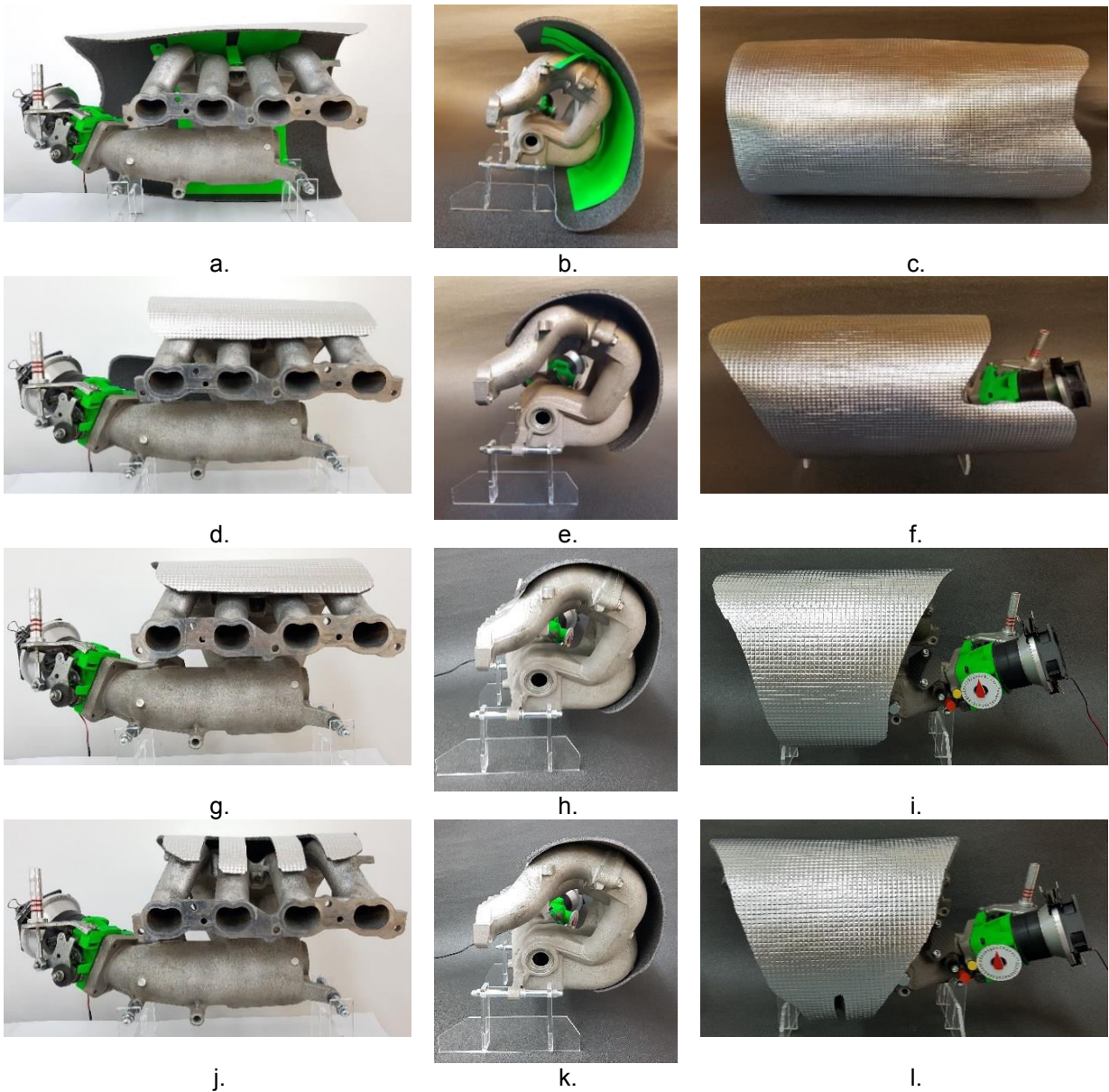


Figura 5.25. Montajul deflectorului termic pe galeria de admisie din aliaj de aluminiu:
 a-c – protecție 100%, d-f – protecție 70%; g-i – protecție 50% ; j-l – protecție 30%

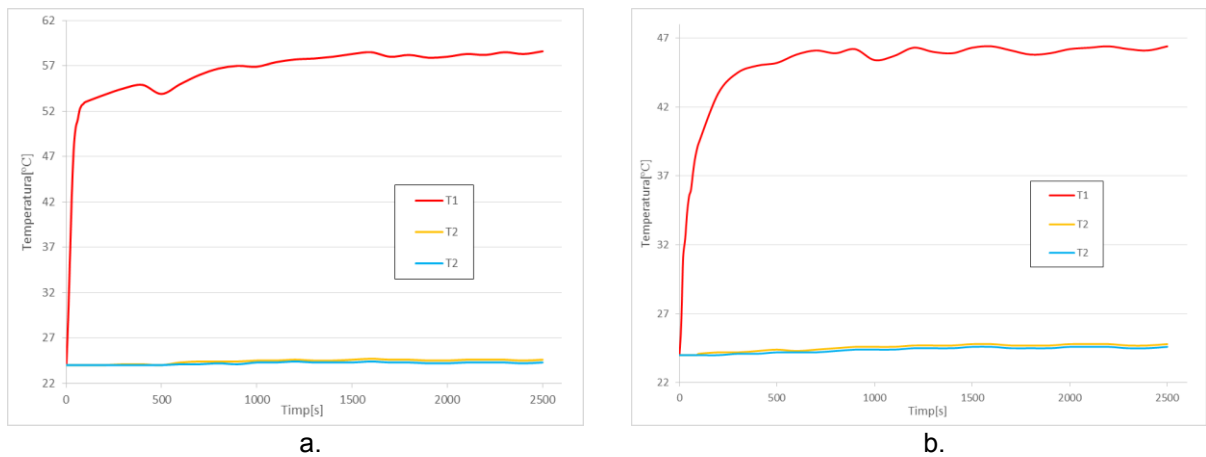


Figura 5.26. Variația temperaturii în funcție de timp:
 a - deflector suprafață A₁, b - deflector suprafață A₂

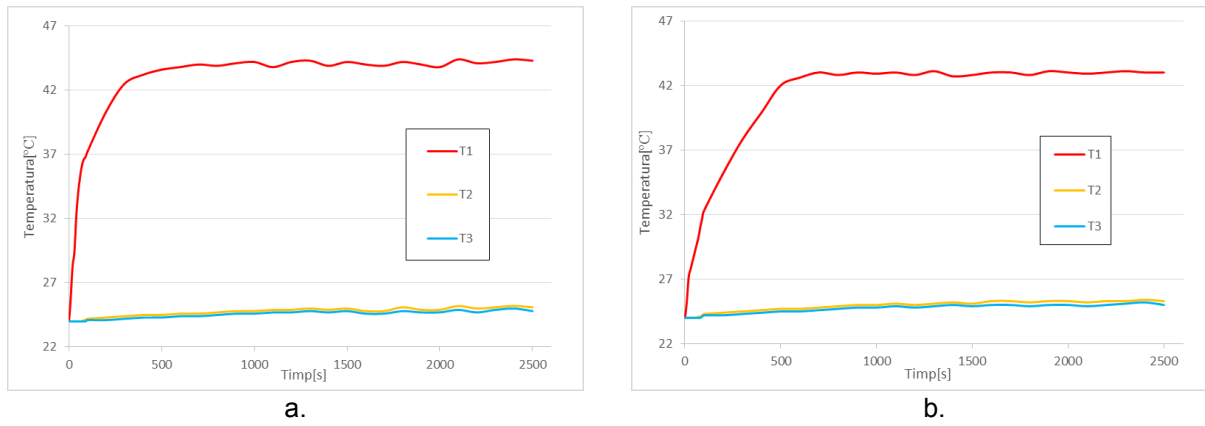


Figura 5.27. Variația temperaturii în funcție de timp:
a - deflector suprafață A₃, b - deflector suprafață A₄

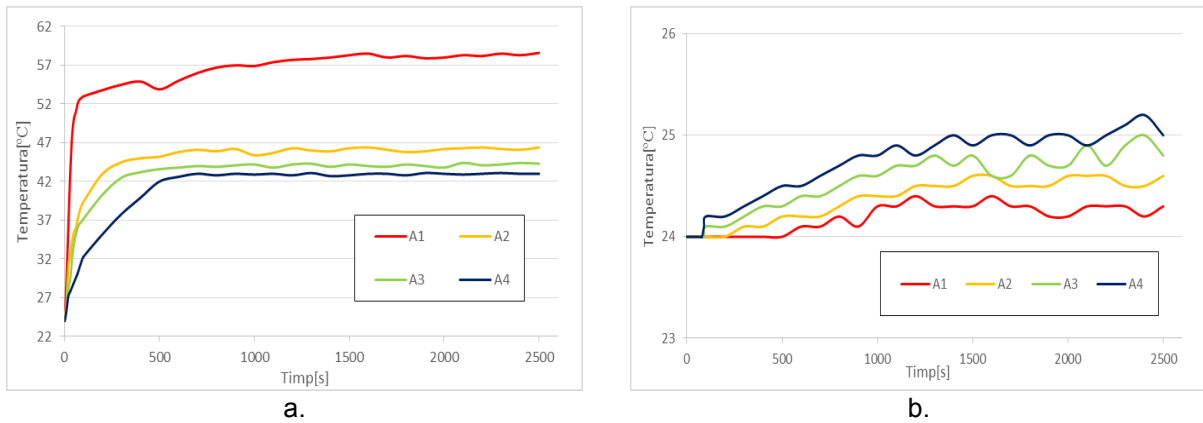


Figura 5.28. Valorile comparative ale temperaturilor pentru cele patru categorii de deflectoare:
a – punctul T₁, b – punctul T₃

Referitor la, valorile temperaturilor măsurate în punctele T₂ respectiv T₃ se constată că acestea se încadrează în intervalul (24 – 25,2)⁰C.

Valorile temperaturilor la nivelul suprafețelor exterioare (corespunzătoare punctului de măsurare T₁) ale deflectoarelor studiate, variază în funcție de aria acestora (figura 5.28.a). Variația temperaturii în punctul T₁, în cazul celor patru variante de suprafețe (A₁, A₂, A₃, A₄), este de aproximativ 27% iar în punctul de măsurare T₃ de 3% (figura 5.28.b).

Se constată că, în aceleași condiții de testare, în cazul galeriei din aliaj de aluminiu temperatura maximă în punctul T₁ este de 30⁰C comparativ cu deflectorul de suprafață A₁ a cărei valoare este 58,6⁰C, variația temperaturii aerului la ieșirea din galerie (punctul T₃) în cazul galeriei din aliaj de aluminiu este aproximativ 25,2⁰C iar în cazul deflectorului de suprafață A₁ este de 24,3⁰C, ceea ce reprezintă o reducere a temperaturii cu aproximativ 3,57%.

5.6. Conceperea unor materiale noi destinate reducerii pierderilor termice

5.6.1. Analiza topografică, morfologică și determinarea coeficientului de transfer termic a materialelor propuse

O metodă de reducere a pierderilor termice a galeriei de admisie, este implementarea unor protecții termice pe suprafața exterioară a acesteia. Principalul scop, este dezvoltarea unui nou material compozit termoizolator, pe bază de spumă poliuretanică, silicon, plută în diferite proporții.

Ca o proprietate adițională, acest material trebuie aplicat ușor prin pensulare sau pulverizare pe suprafața exterioară a galeriei de admisie [95,96].

Au fost supuse studiului șase probe diferite de materiale (figura 5.29.), cu compozițiile prezentate în tabelul 5.4.

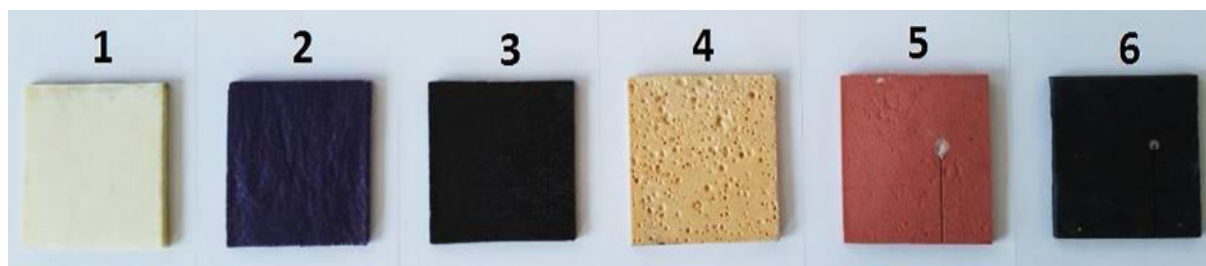


Figura 5.29. Probele de material supuse testării

Tabel 5.4. Compoziția probelor de material

Probă material	Elemente [%]				
	Pigment	Silicon	Spumă poliuretanică	Solvent	Plută
1	-	-	100	-	-
2	3,81	-	68,82	19,01	8,36
3	12,09	11,38	61,20	9,64	5,69
4	3,29	21,31	69,26	6,14	-
5	2,89	58,1	37,28	1,73	-
6	2,89	71,57	21,11	3,42	1,01

Analiza topografică și morfologică a probelor s-a realizat în cadrul Institutului de Cercetări pentru Energii Regenerabile (ICER) Timișoara utilizând microscopul confocal cu laser 3d Olympus OLS 4000 LEXT respectiv microscopul Quanta FEG 250 echipat cu analizor EDAX și detector SDD Apollo (analiza SEM și EDX).


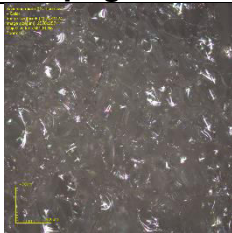
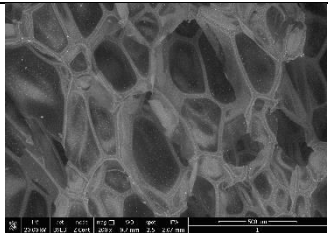

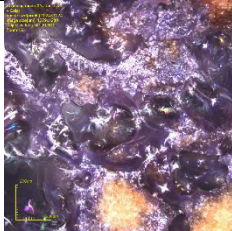
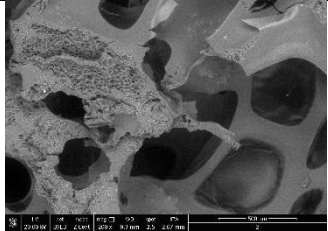

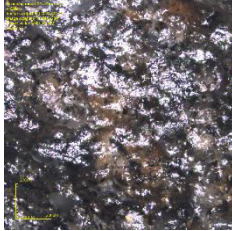
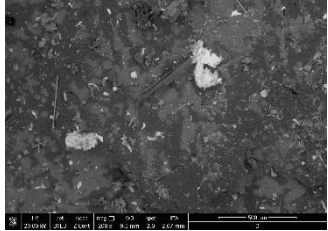


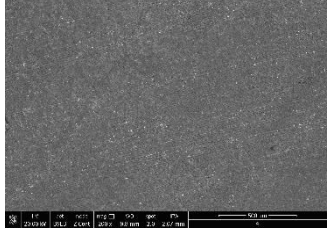

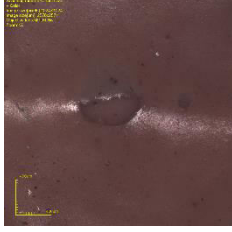
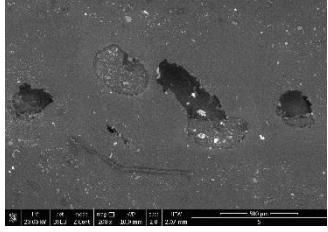



Din imaginile prezentate în tabelul 5.5 și Anexa 17 reiese că:

- proba 1 prezintă o adâncime a porilor de (400 – 600) μm iar în zonele analizate EDX se observă prezența elementelor principale Cl, Si, C în proporție de peste 40% și a componenților minori Al, O, N, K, Mg, N, P;
- proba 2 prezintă o concentrație de C de peste 65% iar adâncimea porilor este între (400 – 800) μm ;
- proba 3 prezintă pori cu diametrul 100 μm și o adâncime de 800 μm , principalele elemente componente în zonele studiate au o concentrație cuprinsă între 30-60%;
- în cazul probei 4, diametrul porilor este cuprins între (500 – 1800) μm respectiv o adâncime între (800 – 1200) μm ;
- proba 5 prezintă o porozitate cu o adâncime ce variază între (400 – 500) μm , elementele componente având dimensiuni cuprinse între (5 – 200) μm ;
- în cazul probei 6, diametrul porilor este cuprins între (400 – 750) μm , cu o adâncime a acestora între (370 – 500) μm .

Proba etalon 1, realizată din spumă poliuretanică, face parte din clasa materialelor termoizolante dar datorită rezistenței relativ scăzută la solicitări mecanice, nu se recomandă utilizarea acesteia în cazul subansamblelor supuse la solicitări compuse, ca de exemplu galeria de admisie din aliaje de aluminiu (supusă la solicitări mecanice, termice, chimice etc.)

Din analizele prezentate anterior, densitatea respectiv repartiția porilor din structura probei 5, sunt similare cu a probei etalon (spumă poliuretanică). Concentrația de silicon (peste 50%) a probei 5, conduce la îmbunătățirea proprietăților elastice respectiv la creșterea rezistenței la solicitări compuse.

Tabel 5.5. Probe materiale - analiza topografică și morfologică

Număr probă	Probă	Analiza topografică	Analiza SEM
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

S-a determinat conductibilitatea termică pentru noile materiale dezvoltate, utilizând metoda plăcii flux de căldură. Această metodă experimentală, constă în plasarea probelor de material într-o cameră calorimetrică.

Fluxul de căldură ce trece prin material fiind constant și cunoscând valorile temperaturii la nivelul suprafețelor probei, se poate determina conductibilitatea termică.

Datorită poziției în compartimentul motor, traseul de admisie este expus fluxului de aer cald și radiațiilor termice provenite de la radiatorul de răcire, intercooler, colectorul

de evacuare, etc. ceea ce conduce la încălzirea aerului aspirat rezultând o densitate scăzută a acestuia [95,96].

Studiile recente prezintă diferențe semnificative în ceea ce privește consumul de combustibil respectiv cantitatea de noxe în funcție de temperatura aerului aspirat [97,98].

Cu alte cuvinte, se poate considera că, pe traseul de admisie există două tipuri de pierderi: de presiune cauzate de existența unor rezistențe gazodinamice pe traseu respectiv termice cauzate de încălzirea fluidului de la pereții galeriei de admisie [99-101].

5.6.2. Principiul de bază al metodei de determinare

Metoda singurei-placi determină conductibilitatea termică λ a unei probe de material de grosime d și suprafața A , măsurând diferența de temperatură $\Delta\vartheta$ și fluxul termic $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ direct [96].

De aici:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \cdot \frac{A}{d} \cdot \Delta\vartheta \quad (5.1)$$

se obține

$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \frac{d}{A} \cdot \frac{1}{\Delta\vartheta} \quad (5.2)$$

Este important pentru măsuratori ca fluxul termic să traverseze omogen proba de material fără disiparea căldurii.

Pentru determinarea fluxului de caldură, proba este încălzită pe suprafața inferioară, iar pe suprafața superioară este plasată gheață pentru menținerea unei temperaturi constante [102,103].

În condiția echilibrului termic (temperatura este constantă în orice punct), puterea electrică P este egală cu fluxul termic:

$$P = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (5.3)$$

Respectiv

$$P \cdot t = W = Q \quad (5.4)$$

adică, energia electrică introdusă, W este egală cu energia termică Q care trece prin proba de material [22].

Conductibilitatea termică λ a probei de material rezultă din:

$$\lambda = P \cdot \frac{d}{A} \cdot \frac{1}{\Delta\vartheta} \quad (5.5)$$

5.6.3. Prezentarea standului experimental

În figura 5.30, se prezintă standul experimental format din: sursă de curent electric 2-22V (1), camera calorimetrică (2), dispozitiv monitorizare temperatură (3) și un laptop pentru prelucrarea datelor achiziționate. Parametrii caracteristici ai ansamblului experimental sunt prezentați în tabelul 5.6 [96].

Tabelul 5.6. Parametrii caracteristici ai ansamblului calorimetric

Tensiune [V]	Intensitate [A]	ϑ_1 [°C]	ϑ_2 [°C]	ϑ_3 [°C]	Suprafața [m ²]	Grosime [m]
6	0,87	2,9	29	57,6	0,0225	0,01

Carcasa camerei calorimetrice (figura 5.31.) este izolată și permite introducerea senzorilor de temperatură prin canale prevăzute în pereții exteriori. În interiorul camerei este plasată sursa de încălzire (figura 5.31.b), având o suprafață de 80x100mm. Magnitudinea fluxului de căldură poate fi ajustată prin modificarea intensității și a tensiunii curentului cu ajutorul transformatorului (1) [96].

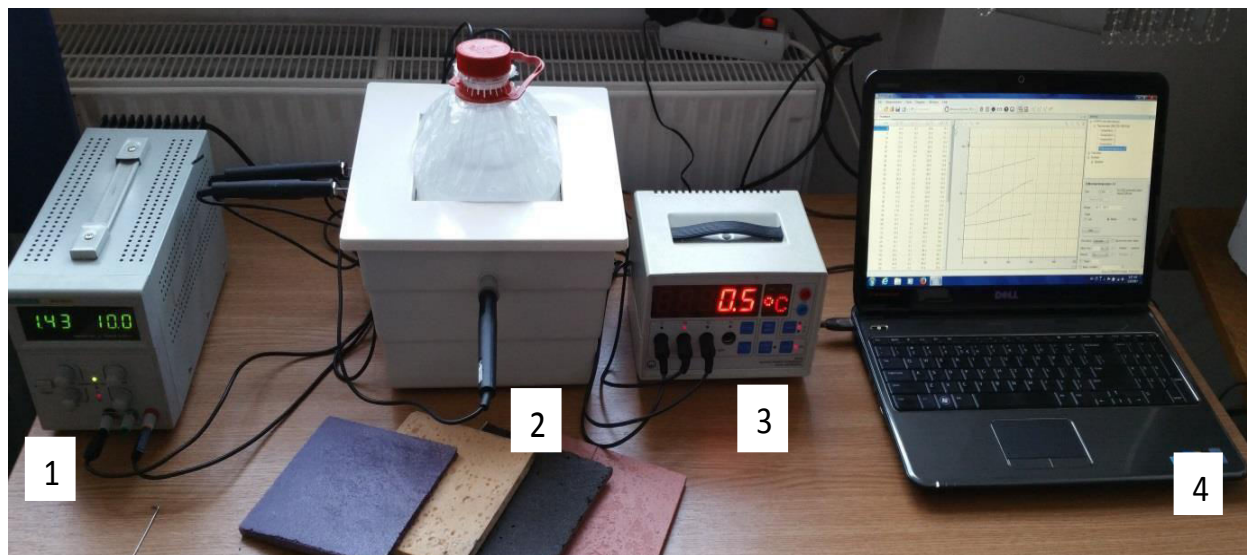


Figura 5.30. Stand experimental:

1 – transformator, 2 – cameră calorimetrică, 3 – dispozitiv monitorizare temperatură, 4 - laptop

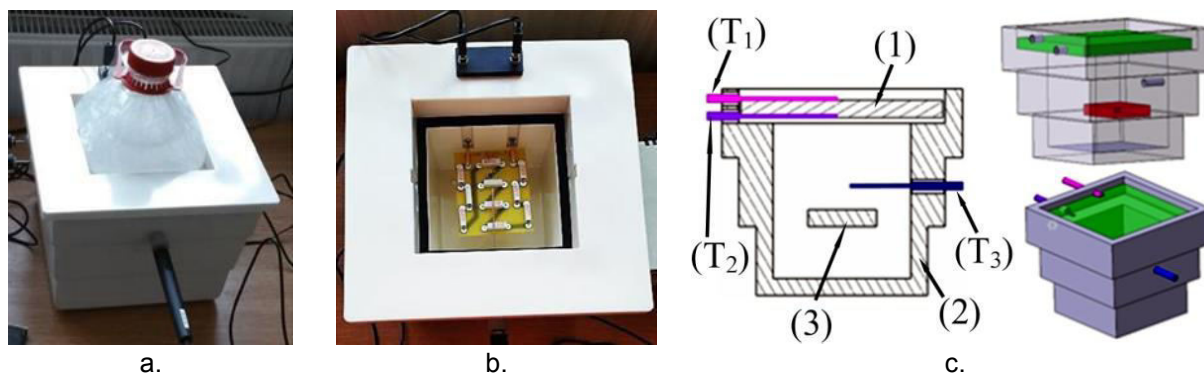


Figura 5.31. Camera calorimetrică:

a – privire de ansamblu, b – vedere din interior a sursei de încălzire electrică, c – model virtual (T_1), (T_2), (T_3) senzori temperatură, probă material, (2) carcasa camerei calorimetrice, (3) sursa de încălzire

Temperaturile au fost măsurate în trei puncte prin intermediul unor termocupluri NiCr-Ni (figura 5.31.c), după cum urmează:

- T_1 - suprafața superioară a probei (valoarea temperaturii măsurate ϑ_1);
- T_2 - pe suprafața inferioară a probei (valoarea temperaturii măsurate ϑ_2);
- T_3 – în interiorul camerei calorimetrice (valoarea temperaturii măsurate ϑ_3).

Proba de material are o suprafață pătrată de 150x150mm cu grosimea de 10mm, fiind poziționată orizontal în camera calorimetrică (figura 5.31.c). Ambele părți ale probei, au caneluri semi-circulare cu diametrul de 2mm pentru inserarea termocuplurilor [96, 102].

Au fost monitorizate temperaturile ambelor suprafețe inferioară ϑ_2 respectiv superioară ϑ_1 , cu recomandarea ca temperatura exterioară ϑ_1 să fie menținută constantă în zona -2°C și $+4^{\circ}\text{C}$ [103]. Datele experimentale au fost achiziționate cu programul Cassy Lab2 (prezentat în subcapitolul 5.1.), din 5 în 5 secunde, timp de 4000 de secunde, timpul necesar pentru stabilizarea fenomenului de transfer termic.

Pentru validarea experimentului, s-a utilizat ca și probă etalon, proba numărul 1 constituită din spumă poliuretanică, pentru care se cunoaște valoarea coeficientului de transfer termic ($0,02-0,24\text{W/mK}$) [104].

5.6.4. Interpretarea rezultatelor obținute

În urma efectuării calculelor prezentate în subcapitolul 5.6.2., s-a constatat că, valoarea coeficientului probei etalon se încadrează în intervalul specificat în normativele tehnice [104]. Valorile coeficienților de transfer termic determinate sunt prezentate în tabelul 5.7 pentru probele de materiale studiate (figurile 5.32. și 5.33.) [96].

Coeficienții de transfer termic ai probelor doi, trei, patru și cinci sunt inferiori valorii coeficientului poliamidei ($0,22\text{W/mK}$) ceea ce înseamnă că materialele studiate se încadrează în gama izolatoarelor termici.

Tabelul 5.7. Coeficienți transfer termic

Probă	1	2	3	4	5	6
λ [W/mK]	0,08	0,11	0,13	0,12	0,15	0,22

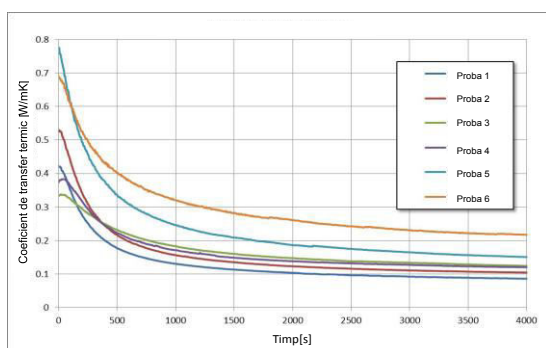


Figura 5.32. Variația conductibilității termice în funcție de timp, pentru cele 6 probe

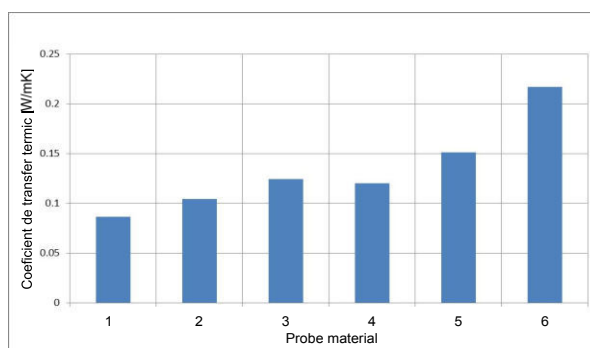


Figura 5.33. Valori comparative ale conductibilității termice pentru cele 6 probe

Datorită spumei poliuretanică, în procent de peste 60% din compoziția probelor doi, trei și patru, aplicarea unui strat termoizolator de grosime constantă pe suprafața galeriei de admisie din aliaj de aluminiu, impune o tehnologie complexă și anume: conceperea unor matrițe speciale (particularizate pe arhitectura galeriei), respectiv a unor dispozitive destinate injectării stratului termoizolator.

În cazul probei șase, s-a utilizat un silicon cu concentrație ridicată de siliciu, fapt ce conduce la obținerea unui strat termoizolator casant. Galeria de admisie fiind un subsansamblu solicitat atât mecanic cât și termic necesită un strat izolator rezistent solicitărilor menționate, prin urmare, se poate considera că, deși coeficientul de transfer termic determinat al probei șase, are valoarea de $0,22\text{W/mK}$ (egal cu cel al poliamidei), nu se recomandă utilizarea acestuia pentru componentele m.a.i.

Proba cinci, având o concentrație de peste 50% silicon în compoziție, se pretează la aplicarea unui strat termoizolant prin pensulare, pentru componente cu forme geometrice complexe, ca de exemplu galeria de admisie. Conform tabelului 5.7, proba cinci are valoarea determinată a coeficientului de transfer termic de $0,15\text{W/mK}$, ceea ce o califică pentru încercările ulterioare.

5.7. Reducerea pierderilor termice prin utilizarea stratului termoizolator SPTI

5.7.1. Izolarea galeriei de admisie din aliaj de aluminiu

În vederea obținerii unui strat termoizolator, s-a utilizat materialul având compoziția și structura probei cinci, prezentate în tabelele 5.4 respectiv 5.5, cu un coeficient de transfer termic determinat cu valoarea $0,15\text{W/m}\cdot\text{K}$ (tabelul 5.7.) [96]

Stratul termoizolator denumit SPTI (Silicone Polyurethane Thermo-Insulating), oferă o protecție subansamblurilor solicitate termic (convecție, conducție și radiație) ale motoarelor cu ardere internă, cum ar fi galeriile de admisie confecționate din aliaje de aluminiu.

Stratul termoizolator a fost aplicat pe suprafața exterioară a galeriei prin pensulare (figura 5.34.a,b) în mai multe etape, obținându-se o grosime medie a stratului de 4mm.

Galeria protejată cu stratul SPTI (figura 5.34.c) a fost montată pe standul RIMS (figura 5.34.d) și testată în aceleași condiții descrise în subcapitolul 5.2.

5.7.2. Interpretarea rezultatelor experimentale

În figura 5.35. se prezintă variația temperaturilor în cele trei puncte de măsurare (T_1 , T_2 , T_3) din care se constată valorile maxime ale acestora (Anexa 17), după cum urmează:

- la nivelul suprafeței exterioare a galeriei $48,1^\circ\text{C}$;
- pe suprafața peretelui interior $26,7^\circ\text{C}$;
- a aerului aspirat la ieșire $23,1^\circ\text{C}$.

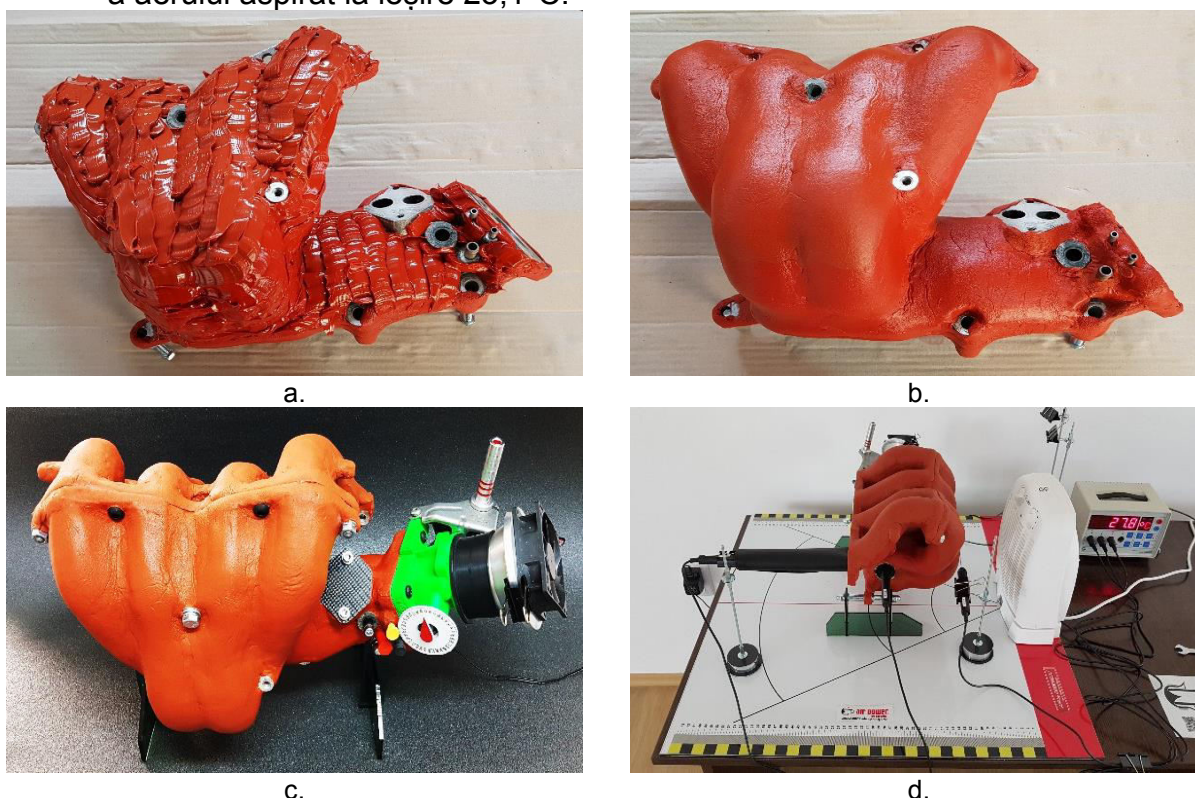


Figura 5.34. Galerie de admisie din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI:

a – depunerea stratului izolator, b – finisarea stratului depus, c – asamblarea componentelor galeriei, d – testarea pe standul RIMS

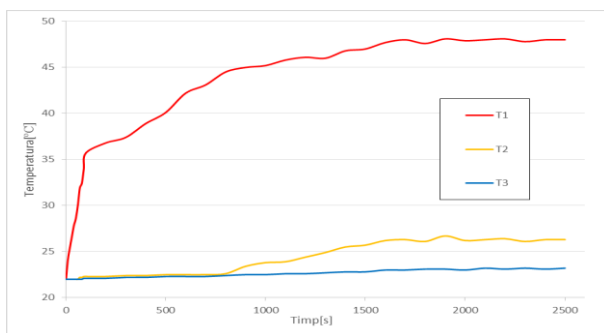


Figura 5.35. Variația temperaturilor în punctele T₁, T₂, T₃, în cazul galeriei din aliaj de aluminiu protejată cu SPTI

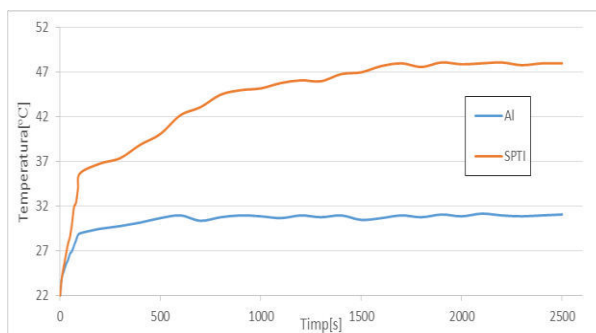
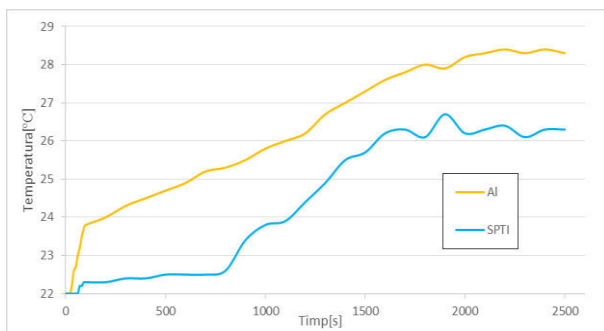
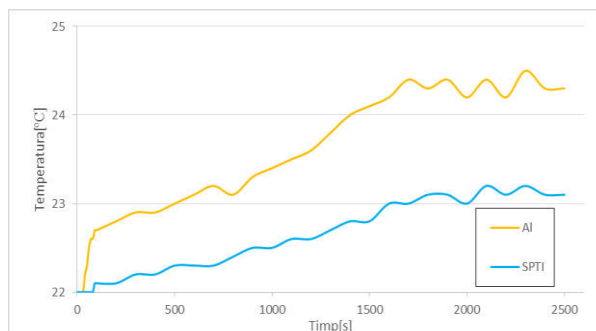


Figura 5.36. Valori ale temperaturii la nivelul suprafeței exterioare a galeriilor de admisie (T₁), galeria din aliaj de aluminiu/galeria din aliaj de aluminiu protejată cu SPTI



a.



b.

Figura 5.37. Valori ale temperaturii aerului:

a - pe suprafața interioară a pereților galeriilor de admisie (T₂); b – la ieșirea din galeria de admisie (T₃), galeria din aliaj de aluminiu/galeria din aliaj de aluminiu protejată cu S.P.T.I.

Graficele din figurile 5.36. și 5.37., prezintă variațiile comparative ale temperaturilor înregistrate în cazul galeriei confecționată din aliaj de aluminiu fără protecție respectiv galeria din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI. Din figura 5.36. se constată că, temperatura în punctul de măsurare T₁ pentru galeria protejată cu materialul SPTI, prezintă o creștere cu 35% comparativ cu galeria din aliaj de aluminiu în variantă neprotejată.

În punctele de măsurare T₂ și T₃ (figura 5.37.) temperaturile înregistrate, pentru galeria din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI, prezintă o scădere cu 5,96% respectiv 8,33% față de galeria din aliaj de aluminiu în variantă neizolată.

5.8. Concluzii

Scopul principal al experimentărilor efectuate și prezentate în cadrul acestui capitol, este de a dezvolta noi materiale de izolatori din compozit, materiale naturale și organice respectiv materiale reciclabile, destinate reducerii pierderilor termice pe traseul de admisie.

Pentru stabilirea influenței materialului galeriei de admisie asupra procesului de transfer termic și gazodinamic, s-a proiectat și executat standul experimental RIMS (Resource Intake Manifolds Stand). Standul RIMS permite monitorizarea temperaturilor respectiv a presiunilor în diferite puncte caracteristice, pentru galerii de admisie identice sau diferite din punct de vedere geometric, realizate din materiale diverse (aliaj de aluminiu, poliamidă, fibră de sticlă, fibră de carbon etc).

Pe standul RIMS, s-au testat două galerii corespunzătoare motorizărilor de 1,4 respectiv 1,7 Ford Puma, confecționate din materiale diferite: aliaj de aluminiu și poliamidă.

În urma efectuării testelor pe stand, s-a constatat că valoarea temperaturii la exteriorul galeriei de admisie din poliamidă este mai ridicată cu aproximativ 40% față de galeria din aliaj de aluminiu, fapt ce se datorează coeficientului de transfer termic subunitar al poliamidei.

Datele achiziționate pe standul RIMS, au constituit date de intrare în vederea simulării transferului termic cu ajutorul unui soft specializat și anume ANSYS.

Modelul numeric utilizat, permite stabilirea corelațiilor dintre natura materialului, a coeficientului de transfer termic și temperaturile caracteristice aerului aspirat, dezvoltându-se idei cu privire la limitarea transferului de căldură.

Simulările au fost concepute pentru trei situații diferite, și anume: materiale având coeficienți de transfer termic diferit (aliaj de aluminiu și poliamidă), temperatura la nivelul suprafeței exterioare a galeriei respectiv viteza de curgere a aerului aspirat.

Rezultatele simulării au indicat următoarele aspecte: în cazul încălzirii la 50°C, temperatura la nivelul peretelui interior al galeriei din aliaj de aluminiu, are o creștere de 35% respectiv a aerului la ieșirea din galerie, o creștere de 30% comparativ cu galeria din poliamidă.

Pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu simulată pentru viteze diferite, încălzită la 50°C, temperatura aerului la ieșirea din galerie pentru viteza de curgere 0,5m/s este cu aproximativ 15% mai ridicată față de o viteză de curgere de 1,7m/s.

Ținând cont de rezultatele experimentării și ale simulării, se recomandă pentru componentele confecționate din materiale cu coeficient de transfer termic ridicat (galerie de admisie din aliaj de aluminiu), protejarea acestora prin implementarea deflectorului termic.

În acest sens, s-au facut teste pe standul RIMS în vederea dimensionării respectiv a optimizării suprafeței de protecție a deflectorului termic destinat protejării galeriei de admisie din aliaj de aluminiu.

Se constată că, în aceleași condiții de testare, temperatura maximă la exteriorul galeriei din aliaj de aluminiu neprotejată este de 30°C, respectiv temperatura aerului aspirat este aproximativ 25,2°C, comparativ cu deflectorul de suprafață A₁ a căror valori sunt 58,6°C respectiv 24,3°C, ceea ce reprezintă o reducere a temperaturii cu aproximativ 3,57% a aerului la ieșire.

Au fost testate șase tipuri diferite de material, dintre care una a fost utilizată ca probă etalon, pentru determinarea coeficienților de transfer termic a materialelor noi, concepute proprii, prin metoda plăcii de flux termic.

Valorile determinate ale coeficienților de transfer termic, plasează noile materiale studiate în gama materialelor termoizolante și prin urmare pot fi utilizate în vederea reducerii pierderilor termice în cazul sistemului de admisie a motoarelor cu ardere internă.

Se constată că, temperatura în punctul de măsurare T₁ (la nivelul suprafeței exterioare) pentru galeria protejată cu materialul izolator SPTI (silicone polyurethane thermo-insulating), înregistrează o creștere cu 35% comparativ cu galeria din aliaj de aluminiu, în variantă neizolată.

Temperatura înregistrată a aerului aspirat, pentru galeria din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI, prezintă o scădere cu 8,33% față de galeria din aliaj de aluminiu în variantă neizolată.

Partea a III-a

CONCLUZII FINALE RECAPITULATIVE ȘI EVIDENȚIEREA CONTRIBUȚIILOR PERSONALE PENTRU REZOLVAREA TEMEI DE DOCTORAT ȘI DIRECȚII DE DEZVOLTARE A CERCETĂRILOR

CAPITOLUL 6

CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DIRECȚII DE CONTINUARE A CERCETĂRILOR

6.1. Concluzii finale

Pe baza studiilor din literatura de specialitate și a cercetărilor proprii au rezultat următoarele concluzii:

- oțelul și fonta, pe lângă celelalte metale și aliaje neferoase, au constituit materialele de bază pentru industria auto;

- în prezent, se observă o extindere a ponderii metalelor și aliajelor neferoase și în special a celor nemetalice: materiale compozite, mase plastice și materiale cu memoria formei, tendința pe termen lung fiind de a folosi materiale mai ușoare, mai rezistente și mai durabile, având în vedere utilizarea rațională a materiilor prime;

- o atenție deosebită se acordă alegerii optime a combinării materialelor și a tehnologiilor specifice care se impun în industria auto, în condițiile unor cheltuieli minime și a îmbunătățirii constante a calității, prin procedee nepoluante pentru mediul înconjurător;

- în vederea reducerii consumului de carburant respectiv a cheltuielilor de exploatare, au fost concepute o serie de filtre de aer multifuncționale pentru motoarele cu ardere internă;

- filtrele supraaspirante comparativ cu filtrele clasice, permit diversificarea funcțiilor, și anume: captează, prerăcesc respectiv cresc viteza de curgere a aerului aspirat, inversează cu 180° fluxul de aer cu efect pozitiv asupra coeficientului de umplere a cilindrilor motori;

- materialele utilizate pentru realizarea filtrelor de aer supraaspirante sunt: oțel DC01 (tablă, țevă), carton microporos, tablă expandată aplatizată, aliaj de aluminiu Al6061;

- componentele filtrului supraaspirant universal (FSU): difuzor, carcasă perforată, capac, elemente de legătură sunt confecționate din oțel (tablă ambutisată respectiv expandată) ceea ce presupune un volum ridicat de prelucrări mecanice și alte operații adiționale cu efect direct asupra costurilor (Brevet de invenție nr. 126019/28.12.2012, Produs certificat RAR-OPC nr. 3937/24.10.2012);

- în urma implementării filtrelor menționate anterior, și a monitorizării acestora pe o perioadă de doi ani, s-a decis fabricarea componentelor filtrului supraaspirant utilizând diferite materiale compozite și mase plastice;

- soluția adoptată prezintă următoarele avantaje semnificative: productivitate relativ ridicată, costuri scăzute, reducerea numărului de componente (varianta oțel: difuzor–trei subansamble; carcasa perforată; capac; elemente de legătură; varianta materiale compozite: difuzor, capac) respectiv utilizarea materialelor compozite permite obținerea unor forme constructive complexe, fapt ce constituie un avantaj în optimizarea consumului de combustibil (diminuare cu până la 4%);

- în vederea eficientizării circulației fluxului de aerului spre filtrul de aer supraaspirant a fost proiectat sistemul dinamic de transfer al aerului (SDTA) - Model de Utilitate Nr. RO 2009 00028;

- sistemul dinamic de transfer al aerului este confecționat din următoarele materiale: material compozit, mase plastice, aliaj din aluminiu Al 6061 (țevă);

- pentru protejarea filtrului de aer supraaspirant respectiv a galeriei de admisie de fluxul de aer cald provenit de la radiatorul de răcire al motorului, s-a proiectat și implementat Deflectorul Integrat pentru Radiațiile Termice, materialele utilizate în confecționarea acestuia fiind oțel DC01 (tablă) și izolație din polietilenă expandată multistrat (Model de Utilitate Nr. RO 2010 00026);

- prin utilizarea filtrelor supraaspirante, a sistemului dinamic de transfer al aerului și a deflectorului termic integrat se obțin următoarele avantaje: creșterea presiunii de admisie a fluidului proaspăt, scăderea temperaturii aerului, cu efecte pozitive asupra reducerii consumului de combustibil;

- monitorizarea, pentru diverse motorizări a fenomenului de dispersie a căldurii la nivelul compartimentului motor, s-a realizat cu ajutorul unei camere cu termoviziune;

- radiațiile termice și aerul cald provenite de la sursele de încălzire respectiv amplasarea filtrului de aer, în cazul motorizărilor de tip compact, conduce la încălzirea în exces a filtrului de aer și a galeriei de admisie, determinând astfel apariția fenomenelor de supraîncălzire a motorului, de detonație, uzuri anormale etc., temperaturile filtrului de aer și a galeriei de admisie variind între $(60-98)^{\circ}\text{C}$, în funcție de viteza de deplasare a autoturismului respectiv a regimului de trafic;

- utilizarea SDTA respectiv protejarea filtrului supraaspirant YXV cu deflectorul termic în cazul motorizării autoturismului de drift BMW E36, a condus la reducerea temperaturii aerului aspirat în medie cu 69% față de varianta echipată cu filtrul sport;

- motorizările autovehiculelor care au în componența lor galerii de admisie confecționate din poliamidă prezintă pierderi termice relativ scăzute, ceea ce recomandă poliamida pentru fabricarea componentelor solicitate termic;

- în vederea stabilirii influenței materialului galeriei de admisie asupra procesului de transfer termic și gazodinamic, s-a proiectat și executat standul experimental RIMS (Resource Intake Manifolds Stand);

- pe standul RIMS s-au testat două galerii de admisie, confecționate din materiale diferite: aliaj de aluminiu și poliamidă, constatându-se că valoarea temperaturii la exteriorul galeriei din poliamidă este mai ridicată cu aproximativ 40% față de galeria din aliaj de aluminiu;

- datele obținute pe standul RIMS au constituit date de intrare în vederea realizării simulării cu ajutorul soft-ului ANSYS, iar rezultatele au indicat faptul că, pentru aceeași valoare a temperaturii (50°C), temperatura la nivelul peretelui interior a galeriei din aliaj de aluminiu are o creștere de 35%, respectiv a aerului la ieșirea din galerie de 30% comparativ cu galeria din poliamidă;

- prin implementarea deflectorului termic în cazul galeriei din aliaj de aluminiu, se constată că, temperatura maximă la exterior este în medie de $58,6^{\circ}\text{C}$ respectiv temperatura aerului aspirat este aproximativ $24,3^{\circ}\text{C}$, comparativ cu galeria neprotejată, în cazul căreia au rezultat valori de 30°C respectiv $25,2^{\circ}\text{C}$, ceea ce reprezintă o reducere a temperaturii cu aproximativ 3,57% a aerului la ieșire;

- în vederea diminuării pierderilor termice, au fost concepute cinci tipuri diferite de materiale pentru care s-a realizat analiza topografică și morfologică (analiza SEM), s-au determinat valorile coeficienților de transfer termic, alegându-se varianta convenabilă din punct de vedere al coeficientului, a structurii și a calităților specifice de aplicare, respectiv aderență;

- galeria din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI (Silicone Polyurethane Thermo-Insulating) a fost testată pe standul RIMS în aceleași condiții, rezultând următoarele concluzii:

- temperatura, în punctul de măsurare la nivelul suprafeței exterioare pentru galeria protejată cu materialul izolator, înregistrează o creștere cu circa 35% comparativ cu galeria din aliaj de aluminiu în variantă neizolată;

- temperatura înregistrată a aerului aspirat, pentru galeria din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI, prezintă o scădere cu circa 8,33% față de galeria din aliaj de aluminiu în variantă neizolată.

6.2. Contribuții originale

Având la bază rezultatele activității de studiu și de cercetare efectuate în cadrul Facultății de Inginerie Hunedoara – Universitatea Politehnica Timișoara, cu privire la tematica tezei de doctorat, a activității de inventică, a numeroaselor participări la saloanele de inventică și de cercetare, a implementării în practică a brevetelor de invenție, a realizării de standuri experimentale de testare, a analizei tehnologice a rezultatelor obținute, verificarea și validarea acestora, pot fi considerate ca și contribuții originale următoarele:

- realizarea unei sinteze din literatura de specialitate cu privire la materialele utilizate pentru fabricarea componentelor sistemului de admisie a aerului în motoarele cu ardere internă;
- monitorizarea în exploatare a filtrelor de aer uzuale din componența motoarelor cu ardere internă, evidențiind diversele dezavantaje (suprafața de filtrare redusă, rezistență gazodinamică ridicată etc.);
- realizarea unor noi concepte, proprii, privind filtrele multifuncționale denumite supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice;
- elaborarea modelelor 3D a filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice;
- alegerea materialelor, pe baza caracteristicilor calitative, pentru confecționarea filtrelor supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice;
- confecționarea filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice;
- realizarea standurilor experimentale în vederea testării filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice în condiții de laborator;
- testarea filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului și a deflectoarelor termice prin implementarea pe diverse motorizări (autoturisme, camioane, autobuze, autoturisme de competiție);
- prelucrarea datelor experimentale și analiza rezultatelor obținute;
- studiul dispersiei căldurii din compartimentul motor asupra sistemului de admisie;
- determinarea influenței materialului utilizat pentru confecționarea galeriei de admisie asupra transferului termic în funcție de solicitările termice specifice;
- realizarea standului experimental RIMS în vederea analizei pierderilor termice în funcție de coeficientul de transfer termic al materialului galeriei de admisie;
- analiza, prin metoda MEF cu ajutorul soft-ului specializat ANSYS, a influenței solicitărilor termice asupra procesului de admisie pentru galeriile studiate;
- interpretarea rezultatelor experimentelor efectuate în condiții de laborator și a simulărilor cu privire la pierderile termice în cazurile analizate;
- alegerea soluțiilor optime în vederea diminuării pierderilor termice în cazul galeriei din aliaj de aluminiu;
- implementarea deflectorului termic particularizat pentru galeria de admisie din aliaj de aluminiu;
- obținerea unor noi materiale termoizolatoare destinate protecției galeriei de admisie din aliaj de aluminiu;

- determinarea coeficienților de transfer termic pentru materialele obținute;
- analiza structurii noilor materiale prin metoda SEM;
- alegerea materialului termoizolator denumit SPTI, pe baza caracteristicilor calitative și stabilirea tehnologiei optime de aplicare pe suprafața galeriei de admisie;
- testarea galeriei de admisie din aliaj de aluminiu izolată cu SPTI pe standul RIMS.

6.3. Direcții de continuare a cercetărilor

Pe baza rezultatelor cercetărilor realizate, referitoare la materialele destinate fabricării filtrelor de aer supraaspirante, a sistemelor dinamice de transfer al aerului, a deflectorilor termice respectiv a galeriilor de admisie destinate motoarelor cu ardere internă, se poate considera că acestea prezintă interes deosebit pentru industria de autovehicule, și conduc la următoarele direcții viitoare de cercetare:

- extinderea cercetărilor destinate eficientizării filtrelor de aer supraaspirante prin utilizarea de noi materiale compozite;
- conceperea unui nou element de filtrare cu proprietăți de purificare a aerului prin creșterea conținutului de oxigen;
- dezvoltarea sistemului dinamic de transfer al aerului prin extinderea funcțiilor pentru care a fost conceput;
- diversificarea și implementarea deflectorului termic destinat protecției sistemului de admisie (galeria de admisie din aliaj de aluminiu);
- realizarea unui nou concept privind modularea fluxului de aer la nivelul compartimentului motor în funcție de temperatură.

DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRILOR

1. **C Birtok Băneasă**, A Budiul Berghian, A Socalici, R Bucevschi, Simulation of thermal transfer through the polyamide intake manifold, *Materiale plastice*, **IF 1,248** - (*acceptată spre publicare*).
2. S Rațiu, **C Birtok Băneasă**, V Alexa, I Kiss, Functional performance testing of the universal super absorbing air filters FSU 70 "Air by Corneliu", international Conference on Applied Sciences ICAS2014, 02-04 oct, Hunedoara, Romania, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 85, Article number 012028, 2015, **indexat ISI** (WOS:000357864400028; DOI: 10.1088/1757-899X/85/1/012028).
3. **C Birtok Băneasă**, S Rațiu and T Hepuț, Calculation of Thermal Conductivity for New Materials Used in Intake Systems of Internal Combustion Engines, AIP Conference Proceedings ICNAAM 2016, 19-25 September, Rhodes, Greece, *Mathematical Methods in Economics and Engineering*, 1863, Article number 130008, 2017, **indexat ISI** (WOS:000410159800152; DOI: 10.1063/1.4992307).
4. **C Birtok Băneasă**, S Rațiu, T Hepuț, Influence of intake air temperature on internal combustion engine operation, International Conference on Applied Sciences ICAS 2016, Hunedoara, Romania, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Volume 163(1), Article number 012039, 2017, **indexat ISI** (WOS:000399755300039; DOI: 10.1088/1757-899X/163/1/012039).
5. **C Birtok Băneasă**, S Ratiu, V Alexa, A Josan, A Craciun, A Budiul, Reducing Emission by Using Spectral Filters for internal Combustion Engines, International Conference IIS 2016, Baia Mare, România, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 200(1), Article number 012011, 2017, **indexat ISI** (WOS:000419288800011; DOI: 10.1088/1757-899X/200/1/012011).

6. A Crăciun, C Pinca-Bretotean, **C Birtok Băneasă**, A Josan, Composites materials for friction and braking application, International Conference IIS 2016, Baia Mare, România, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 200(1), Article number 012009, 2017, **indexat ISI** (WOS:000419288800009; DOI: 10.1088/1757-899X/200/1/012009)
7. **C Birtok Băneasă**, S Rațiu, V Puțan and A Josan, Study of materials used for the thermal protection of the intake system for internal combustion engines, International Conference on Applied Sciences ICAS 2017, 10-12 mai, Hunedoara, Romania, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 294 (1), Article number 012006, 2018, DOI: 10.1088/1757-899X/294/1/012006 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara ICAS 2016 indexată WoS*)
8. A Budiul Berghian, T Vasiu, **C Birtok Băneasă**, Determination of Maintainability for Dacia 1304, 1,9 D utility vehicle, International Conference on Applied Sciences ICAS 2017, 10-12 mai, Hunedoara, Romania, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 294(1), Article number 012040, 2018, DOI: 10.1088/1757-899X/294/1/012040 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara ICAS 2016 indexată WoS*)
9. **C Birtok Băneasă**, S Rațiu, C Pinca-Bretotean, The dispersion of heat flow in the engine compartment. Case study: drift engines, The 10th International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering KOD 2018, 6–8 June 2018, Novi Sad, Serbia, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 393, Article number 012074, 2018, DOI: 10.1088/1757-899X/393/1/012074 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara KOD 2012 indexată WoS*).
10. C Pinca-Bretotean, A Josan, **C Birtok Băneasă**, Laboratory testing of brake pads made of organic materials intended for small and medium vehicles, The 10th International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering KOD 2018, 6–8 June 2018, Novi Sad, Serbia, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 393, Article number 012029, 2018, DOI: 10.1088/1757-899X/393/1/012029 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara KOD 2012 indexată WoS*).
11. **C Birtok Băneasă**, A Budiul Berghian, S A Rațiu, D M Stoica. The Dispersion of the Heat Flow in the Engine Compartment. Case Study on Ford Fiesta 1.4i, International Conference on Advanced Materials and Structures AMS 2018, 28-31 martie Timișoara, Romania, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 416(1), Article number 012095, 2018, DOI:10.1088/1757-899X/416/1/012095 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara AMS 2013 indexată WoS*)
12. **C Birtok Băneasă**, S Rațiu, V Puțan and L Zgripcea, Experimental studies regarding the influence of the intake manifold material on the thermodynamics processes in the internal combustion engines, International Conference on Applied Sciences ICAS2018, 9-11 May 2018, Banja Luka, Bosnia – Herzegovina, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 477, Article number 012006, 2019, DOI:10.1088/1757-899X/477/1/012006 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara ICAS 2016 indexată WoS*)
13. A Budiul Berghian, T Vasiu, **C Birtok Băneasă**, Determination of Reliability for Dacia Solenza 1,9D, International Conference on Applied Sciences ICAS2018, 9-11 May 2018, Banja Luka, Bosnia – Herzegovina, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 477, Article number 012044, 2019, DOI:10.1088/1757-899X/477/1/012044 - (*în curs de indexare WoS; conferința anterioara ICAS 2016 indexată WoS*)
14. L Zgripcea, O Lupu, V Putan, **C Birtok Băneasă**, Researches for improving mechanical characteristics of high strength weld, International Conference on Applied Sciences ICAS2018, 9-11 May 2018, Banja Luka, Bosnia – Herzegovina, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 477, Article number 012008,

2019, doi:10.1088/1757-899X/477/1/012008 - (în curs de indexare WoS; conferința anterioară ICAS 2016 indexată WoS)

15. C Birtok Băneasă; T Heput, S Ratiu, Advanced methods to reduce thermal losses in the intake system, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering, 14(3), pp.251-254, 2016, (**EBSCO**)

16. C Birtok Băneasă, T Heput, The flow heat dispersion in the engine compartment. Case study on BMW 4.4L V8, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering, 15(3), pp.115-119, 2017, indexat Google Scholar, (**PROQUEST**)

17. C Birtok Băneasă, The dispersion of the heat flow in the engine compartment. Case study fiat panda 1.2i, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering, 15(4), pp.215-219, 2017, indexat Google Scholar, (**EBSCO**)

18. A. Budiul Berghian, C. Birtok Băneasă, M. Topor, Mathematical shaping of the suspension system of Macpherson type, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering, 16(4), pp.107-110, 2018, (**EBSCO**)

19. C. Birtok Băneasă, A. Budiul Berghian, R. Bucevschi, Evaluation of the dynamic suspension for ford puma, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering, 16(4), pp.143-146, 2018, (**EBSCO**)

20. C Birtok Băneasă, S Rațiu, V Cioată, A Budiul Berghian, Thermodynamic Study of Airflow Through the Spark Ignition Engine Intake Manifold, The IVth International Congress of Automotive and Transport Engineering AMMA2018, 17-19 october 2018, Cluj-Napoca, România, Proceedings of the IVth International Congress of Automotive and Transport Engineering Volume Springer Nature America, Chapter 76, **SpringerLink**.

21. C Birtok Băneasă, Stand RIMS, Salonul Internațional de Inventii si Inovatii Traian Vuia Timisoara 13-15.06.2018, Medalie de aur.

22. C Birtok Băneasă, Filtru supraaspirant YXV, Salonul Internațional Euroinvent Iasi, 25-27.05.2017, Medalie de aur.

23. C Birtok Băneasă, Filtru supraaspirant Inversat, Salonul Internațional Euroinvent Iasi 25-27.05.2017, Diploma de onoare a Academiei de Stiinte a Moldovei.

24. C Birtok Băneasă, Deflector termic integrat, Salonul Internațional Pro Invent Cluj-Napoca, 22-24.03.2017, Medalie de aur.

25. C Birtok Băneasă, Dispozitivul Dinamic de Transfer al aerului, Salonul Internațional de Inventii și Inovații " Traian Vuia " Timișoara 25-27.05.2016, Medalie de aur

26. C Birtok Băneasă, Filtrul supraaspirant, Salonul Internațional de Inventii și Inovații " Traian Vuia " Timișoara 25-27.05.2016, Medalie de aur

27. C Birtok Băneasă, Deflector termic integrat, Salonul Internațional de Inventica GENEVA-Elvetia 13-17.04.2016, Medalie de aur

28 C Birtok Băneasă, Deflector termic integrat, Salonul Internațional de Inventica GENEVA-Elvetia 13-17.04.2016, Premiul special Science Park HONG KONG

29. C Birtok Băneasă, Deflector termic integrat, Salonul Internațional INNOVA – Brussels 18-22.11.2015, Medalie de aur

30. C Birtok Băneasă, Deflector termic integrat, Salonul Internațional INNOVA – Brussels 18-22.11.2015, Premiul special din partea delegatiei Thaiandei

BIBLIOGRAFIE

- [1] <http://www.auto-form.ro>;
- [2] Astalosch C, *Structuri și metode pentru execuția eficientă a proiectelor în industria de automobile*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 2011;
- [3] Gheorghe V, *Structuri cu rigiditate ridicată din materiale composite utilizate în construcția autovehiculelor*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 2013;
- [4] www.imperial.ac.uk;
- [5] Maurer A, *Cercetări privind optimizarea producției de componente pentru industria de automobile în condițiile globalizării*, Teză de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 2015;
- [6] Chiru A, Scutaru L, Vlase S, Cofaru C, *Materiale plastice și composite în industria autovehiculelor*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2010;
- [7] <http://www.acea.be/statistics/tag/category/key-figures>;
- [8] Chiru A, Benea B, *Tehnologii noi pentru fabricarea autovehiculelor*, Editura Universității Transilvania din Brașov, 2014;
- [9] ISO 14040: 2006, Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework, 2006;
- [10] ISO 14044: 2006, Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines, 2006;
- [11] McDonough W, Braungart M, *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York, 2002;
- [12] Menet J L, Gruescu I C, *Comparative life cycle assessment of a building component: case of a front door*, Proc. LCA Conference, 2012;
- [13] Birtok-Băneasă C, Rațiu S, *Admisia aerului în motoarele cu ardere internă – Filtre supraaspirante, sisteme dinamice de transfer*, Editura Politehnica, Timișoara, 2011;
- [14] James P Guam, *Filtru de aer brevet US1438553*, Chicago, Illinois, 1922 ;
- [15] https://en.wikipedia.org/wiki/Inlet_manifold;
- [16] Ran G, Zhou J E, and Wang Q G, *Precipitates and tensile fracture mechanism in a sand cast A356 aluminum alloy*, Journal of Materials Processing Technology, 207(1-3): 46 -52, 2008;
- [17] Jiang W M, Fan Z T, Liu D J, et al. *Influence of process parameters on filling ability of A356 aluminium alloy in expendable pattern shell casting with vacuum and low pressure*, International Journal of Cast Metals Research, 25(1): 47-52, 2012;
- [18] Jiang W M, Fan Z T, Liu D J, et al. *Correlation of microstructure with mechanical properties and fracture behavior of A356-T6 aluminum alloy fabricated by expendable pattern shell casting with vacuum and low-pressure, gravity casting and lost foam casting*, Materials Science and Engineering A, 560(1): 396-403, 2013;
- [19] Jiang W M, Fan Z T, Liao D F, et al. *A new shell casting process based on expendable pattern with vacuum and low-pressure casting for aluminum and magnesium alloys*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 51(1-4):25-34, 2010;
- [20] Zhang L Y, Jiang Y H, Ma Z, et al. *Effect of cooling rate on solidified microstructure and mechanical properties of aluminium-A356 alloy*, Journal of Materials Processing Technology, 2008, 207(1-3): 107-111;
- [21] <https://www.edelbrock.com/shop/intake-manifolds.html>;
- [22] <http://www.themetalcasting.com/pressure-die-casting.html>;
- [23] Zhang B, Maijer D M, and Cockcroft S L, *Development of a 3-D thermal model of the low-pressure die-cast (LPDC) process of A356 aluminum alloy wheels*, Materials Science and Engineering A, 2007, 464(1-2): 295-305;
- [24] Cleary P W. *Extension of SPH to predict feeding, freezing and defect creation in low pressure die casting*, Applied Mathematical Modelling, 2010, 34(11): 3189-3201;

- [25] Fu P H, Luo A A, Jiang H Y, et al. *Low-pressure die casting of magnesium alloy AM50: Response to process parameters*, Journal of Materials Processing Technology, 2008, 205(1-3):224-234;
- [26] Murugan G, Raghukandan K, Pillai U T S, et al. *Influence of transverse load on the high cycle fatigue behaviour of low pressure cast AZ91 magnesium alloy*, Materials and Design, 2009, 30(10): 4211-4217;
- [27] <https://www.aluminum.org/industries/processing/castings>;
- [28] Song N, Luan Y, Bai Y, et al. *Computer simulation of core filling process of cast high speed steel roll*, China Foundry, 2009, 6(4): 314-318;
- [29] Mi G, Liu Y, Zhao H, et al. *Numerical simulation and optimization of Al alloy cylinder body by low pressure die casting*, China Foundry, 2008, 5(2): 99-103;
- [30] Jiang J, Wu Z, Chen L. et al. *Numerical simulation and analysis of mould filling process in lost foam casting*, China Foundry, 2008, 5(3): 175-178;
- [31] Wang Y C, Li D Y, Peng Y H, et al. *Numerical simulation of low pressure die casting of magnesium wheel*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2007, 32(3-4): 257-264;
- [32] <http://www.autospeed.com/cms/article.html?&title=Metal-Casting-Part-2&A=112615>;
- [33] <http://www.engine-labs.com/engine-tech/engine/the-latest-trends-in-custom-billet-sheet-metal-intake-manifolds/>;
- [34] <http://www.dex-tex.info/clasificarea-fibrelor-chimice-sintetice/poliamida-66-si-6>;
- [35] <https://performanceparts.ford.com/part/M-9424-463V>;
- [36] <http://c3330087.r87.cf0.rackcdn.com/6B50CD7E-A93C-204B-6A6E-A99FBBB462E>;
- [37] Popa B, Vintilă C, *Termotehnică și mașini termice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977;
- [38] Negru L D , *Transmiterea căldurii și dinamica gazelor – Partea I*, Litografie Institutul Politehnic „Traian Vuia” Timișoara, 1990;
- [39] Rațiu S A, *Cuptoare și instalații de încălzire*, Editura Mirton, Timișoara, 2005;
- [40] Rațiu S A, *Câmpuri termice la încălzirea oțelurilor pentru deformare plastică*, Editura Mirton, Timișoara, 2004;
- [41] Rațiu S, Birtok Băneasă C, Alic C, Mihon L,- *New concepts in modeling air filters for internal combustion engines*, 20th International DAAAM SYMPOSIUM "Intelligent Manufacturing & Automation: Theory, Practice & Education", Vienna, ISSN 1726-9679, Austria, 2009;
- [42] Birtok Băneasă C, *Studii privind îmbunătățirea admisiei motoarelor cu ardere internă*, lucrare de licență, 2010;
- [43] www.corneliugroup.ro;
- [44] Certificat de înregistrare marca Nr. 106011 / 17.11.2009 "AIR by CORNELIU,,;
- [45] Certificat de înregistrare marca Nr.115926/29.03.2011 "AIR POWER by CORNELIU,,;
- [46] Brevet de invenție nr. 125034/30.07.2013 "Filtru supraaspirant inversat,, cerere de brevet "Air Filter for Internal Combustion Engines,, nr.US14/121674 (publicat 04/07/2016);
- [47] Brevet de invenție nr. 126019/28.12.2012 "Filtru de aer supraaspirant,,;
- [48] Certificat de conformitate RAR-OPC nr. 3937/24.10.2012 Filtrul de aer, Air by Corneliu FSU 60, FSU 60E, FSU 70, FSU 70E, FSU 130;
- [49] Model de Utilitate Nr. RO 2009 00028 "Dispozitiv dinamic de transfer al aerului,,;
- [50] Model de Utilitate Nr. RO 2010 00026 "Deflector Integrat pt. Radiatiile Termice,,;
- [51] <https://www.inatech-shop.ro/ambalaje-materiale-izolatii/foлие-polietilena-expandata>;
- [52] <http://izolatie-reflectiva.ro/>;
- [53] <http://izolatie-reflectiva.ro/radiantx-dl/>;
- [54] Rațiu S, Birtok Băneasă C, Alexa V, and Kiss I, *Functional performance testing of the universal super absorbing air filters FSU 70 „Air by Corneliu”*, IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2015;

- [55] Birtok Băneasă C, Ratiu S, Alexa V, Josan A, Crăciun A, Budiul A, *Reducing Emission by Using Spectral Filters for internal Combustion Engines*, International Conference IIS 2016, Baia Mare, România, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 200(1), Article number 012011, 2017, indexat ISI (DOI: 10.1088/1757-899X/200/1/012011);
- [56] <http://www.shop.s-tuning.eu/flat-c-34.html>;
- [57] Birtok Băneasă C, *The dispersion of the heat flow in the engine compartment. case study fiat panda 1.2i*, Annals of Faculty Engineering Hunedoara, Tome XV, Fascicule 4 , ISSN: 1584-2665, 2017;
- [58] Rațiu S, *Motoare cu ardere internă pentru autovehicule rutiere – Procese și caracteristici, Experimente de laborator*, Mirton, Timișoara, 2009;
- [59] <https://www.partsgateway.co.uk/flat-parts/panda/engine/>;
- [60] <https://www.flir.com/browse/professional-tools/thermography-cameras/>;
- [61] Birtok Băneasă C, Budiul Berghian A, Rațiu S A and Stoica D M, *The Dispersion of the Heat Flow in the Engine Compartment. Case Study on Ford Fiesta 1.4i*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 416, conference 1, 2018;
- [62] <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>;
- [63] <https://www.princeton.edu/ssp/64-tiger-cub-1/64-data/combustion-chemistry.pdf>;
- [64] Birtok Băneasă C, Rațiu S, Pinca-Bretotean C, *The dispersion of heat flow in the engine compartment. Case study: drift engines*, The 10th International Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering KOD 2018, 6–8 June 2018, Novi Sad, Serbia, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 393, Published online: 2018;
- [65] Birtok Băneasă C, Heput T, *The flow heat dispersion in the engine compartment. Case study on BMW 4.4L V8*, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara International Journal of Engineering, 15(3), pp.115-119, 2017, indexat Google Scholar, EBSCO;
- [66] Ceviz M A, Akın M, *Design of a new SI engine intake manifold with variable length plenum Energy Conversion and Management*, Volume 51, Issue 11, November 2010, Pages 2239-2244;
- [67] Gupta H, *Fundamentals of internal combustion engines*, PHI Private Ltd, India, Delhi, 2013, ISBN 978-81-203-4680-2;
- [68] Yoshizaki K N and Hiroyasu H, *Approach to Low NOx and Smoke Emission Engines by using Phenomenological Simulation*, SAE Paper 930612, 1993;
- [69] Ogawa K R, Iizuka K and Miyamoto N, *Cycle-to-cycle Transient Characteristics of Diesel Emissions during Starting*, SAE Paper 1999-01-3495, 1999;
- [70] Torregrosa A, Olmeda P, Martín J and Degraeuwe B, *Experiments on the Influence of Inlet Charge and Coolant Temperature on Performance and Emissions of a DI Diesel Engine*, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol. 30, No. 7, pp 633-641, 2006;
- [71] Pang H, Brace C and Akehurst S, *Potential of a Controllable Engine Cooling System to Reduce NOx Emissions in Diesel Engines*, SAE Technical Paper 2004-01-0054, 2004;
- [72] Thomas J, West B, Huff S and Norman K, *Effect of Intake Air Filter Condition on Light-Duty Gasoline Vehicles*, SAE Technical Paper 2012-01-1717, 2012;
- [73] Abdullah N R, Shahrudin N S, Mamat A M I, Kasolang S, Zulkifli A, Mamat R, *Effects of Air Intake Pressure to the Fuel Economy and Exhaust Emissions on a Small SI Engine*, Procedia Engineering, Volume 68, 2013, Pages 278-284;
- [74] <http://www.ni.com/white-paper/13516>, *Subsystems Required to Control Low Temperature Combustion Engines*, Publish Date: Apr 20, 2017;
- [75] Birtok Băneasă C, Rațiu S, Puțan V and Zgripcea L, *Experimental studies regarding the influence of the intake manifold material on the thermodynamics processes in the internal combustion engines*, International Conference on Applied Sciences ICAS2018,

- 9-11 May 2018, Banja Luka, Bosnia – Herzegovina, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering;
- [76] Birtok Băneasă C, Heput T, Ratiu S, *Advanced methods to reduce thermal losses in the intake system*, Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara - International Journal of Engineering, 14(3), pp.251-254, 2016, indexat Google Scholar, EBSCO;
- [77] <https://www.ld-didactic.de/en/service/software-download/cassy-s.html>;
- [78] Suzuki K, Miyazaki T, Nemoto M, Machida K, *Optimum Control of Spark Ignition Timing in a Gasoline Engine Using Model Based Methodology*, Proc. 2005 JSAE Autumn Convention, Paper No. 20055773, (2005);
- [79] Ichiyanagi M, Suzuki T, *Implementation of Air-Fuel Ratio Feed-Forward Controller Considering Heat Transfer at Intake System to SI Engine*, SAE Tech., Paper No. 2015-01-1982, (2015);
- [80] Ichiyanagi M, Kimura T, Suzuki T, *Development of Engine Control System for Air-to-Fuel Ratio Using Heat Transfer Model at Intake System*, Proc. of Int. Forum Heat Trans., 2016;
- [81] Ichiyanagi M, Takara S, Suzuki T, *Reduction Method of Combustion Fluctuation Using Estimation Technique of Maximum In-Cylinder Pressure of Internal Combustion Engine*, Proc. of Int. Forum Heat Trans., 2016;
- [82] Schurov S M, Collings N, *A Numerical Simulation of Intake Port Phenomena in a Spark Ignition Engine Under Cold Starting Conditions*, SAE Tech. Paper, No.941874, 1994;
- [83] Shayler P J, Colechin M J F, Scarisbrick A, *Heat Transfer Measurements in the Intake Port of a Spark Ignition Engine*, SAE Tech. Paper, No. 960273, (1996);
- [84] Wimmer A, Pivec R, Sams T, *Heat Transfer to the Combustion Chamber and Port Walls of IC Engines-Measurement and Prediction*, SAE Tech. Paper, No.2000-01-0568, 2000;
- [85] Depcik C, Assanis D, *A Universal Heat Transfer Correlation for Intake and Exhaust Flows in An Spark-Ignition Internal Combustion Engine*, SAE Tech. Paper, No.2002-01-0372, 2002;
- [86] Yilmaz E, Ichiyanagi M, Suzuki T, *Modelling of Unsteady Heat Transfer Phenomena at Intake System of Internal Combustion Engine*, Proceedings of the 4th International Forum on Heat Transfer, IFHT2016 November 2-4, 2016, Sendai, Japan, 2016;
- [87] Birtok Băneasă C, Rațiu S, Cioată V, Budiul Berghian A, *Thermodynamic Study of Airflow Through the Spark Ignition Engine Intake Manifold*, The IVth International Congress of Automotive and Transport Engineering AMMA2018, 17-19 october 2018, Cluj-Napoca, România, Proceedings of the IVth International Congress of Automotive and Transport Engineering Volume Springer Nature America, Chapter 76, **SpringerLink**.
- [88] <https://www.cadexpert.eu/produse/mecanica/961-autodesk-inventor-professional>;
- [89] Cioată V G, *Proiectare asistată de calculator cu CATIA V5*, Editura Mirton Timișoara, 2008;
- [90] Birtok Băneasă C, Budiul Berghian A, Socalici A, Bucevschi R, *Simulation of thermal transfer through the polyamide intake manifold*, Materiale plastice, IF 1,248, 2019;
- [91] ANSYS Homepage, <https://www.ansys.com/products>;
- [92] Global Automotive Plastics Industry 2014-2019: Trend, Forecast, and Opportunity Analysis, June 2014;
- [93] Plastics and Polymer Composites in Light Vehicles, Economics & Statistics Department American Chemistry Council, July 2018;
- [94] Abdullah N R, Hazimi I, Zeno M, Asiah A, Hazim S, *Effects of air intake temperature on the fuel consumption and exhaust emissions of natural aspirated gasoline engine*, Jurnal Teknologi Sciences & Engineering eISSN 2180–3722, 2015;

- [95] Birtok Băneasă C, Rațiu S, Hepuț T, *Influence of intake air temperature on internal combustion engine operation*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 163/2017;
- [96] Birtok Băneasă , Rațiu S and Hepuț T, *Calculation of Thermal Conductivity for New Materials Used in Intake Systems of Internal Combustion Engines*, AIP Conference Proceedings ICNAAM 2016, 19-25 September, Rhodes, Greece, Mathematical Methods in Economics and Engineering, 1863, Article number 130008, 2017;
- [97] Mamat R, Abdullah N R, Xu H M and Wyszynski M L and Tsolakis A, *Effect of Fuel Temperature on Combustion and Emissions of a Common Rail Diesel Engine*, SAE International Powertrains, Fuels and Lubricants 2009-01-1896, 2009;
- [98] Rakesh K M and Avinash K A, *Experimental Investigation on the Effect of Intaken Air Temperature and Air–fuel Ratio on Cycle-to-Cycle Variations of HCCI Combustion and Performance Parameters*, Journal of Applied Energy 88: 1153-1163, 2011;
- [99] Rațiu S, Alexa V, Kiss I, Cioată V, *Experimental determination of the filling coefficient for an aspirated spark-ignition engine*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 163, 2017;
- [100] Rizalman M, Ahmad F Y, Abdul A A, Amir A and Nik Ro A , *Effect of EGR and Air Temperature on Exhaust Emission of a Diesel Engine Operating with Biodiesel*, Journal of Biobased Materials and Bioenergy. 7: 461-463, 2013;
- [101] Ramzi H A, Ibraheem Al-Barwari R and Talabany Z J, *Effect of Ambient Air Temperature on Specific Fuel Consumption of Naturally Aspirated Diesel Engine*, Journal of Science and Engineering. 1: 1-7, 2013;
- [102] Leybold didactic – User manual;
- [103] Vilceanu L, Puțan V and Flori M, *Using the heat flux plate method for determining the heat conductivity of building materials*, International Conference on Applied Science, 2016, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 163, conference 1, 2017;
- [104] https://www.izolamorice.ro/files/termoizolatii_si_hidroizolatii.pdf.

Aluminiu 319F

Proprietăți mecanice

Duritate Brinell 78 până la 84

Modul elastic (Young's, Tensile) 72GPa 10x10⁶psi

Alungire la rupere 1,8 - 2,0%

Rezistența la oboseală 76 la 80MPa de la 11 la 12x10³psi

Coeficientul lui Poisson 0,33

Modul de forfecare 27GPa 3,9x10⁶psi

Forța de forfecare 170 la 210MPa 24 până la 30x10³psi

Rezistența la întindere: Ultimate (UTS) 190 până la 240MPa 27 până la 35x10³psi

Rezistența la întindere: Randament (Dovada) 110 până la 180MPa 16 până la 26x10³psi

Proprietati termice

Punctul de topire (Liquidus) 600°C, 1120°F

La începutul topirii (Solidus) 540°C, 1000°F

Solidificarea (contractia modelului) Contractie 1,3%

Capacitatea specifică de căldură 880J/kgK

Conductivitate termică 110W/mK

Extinderea termică 22pm/mK

Proprietăți electrice

Conductivitate electrică: Volum egal 27% IACS

Conductivitate electrică: Greutate egală (specifică) 84% IACS

Compoziția aliajelor

Dintre aliajele turnate din aluminiu, compoziția aluminiului 319.0 este notabilă pentru cantitatea relativ mare de cupru (Cu). Cuprul este folosit pentru a îmbunătăți rezistența, dezavantajul fiind scăderea rezistenței la coroziune și a sudabilității.

Aluminiu (Al) 85,8 la 91,5%

Silicon (Si) 5,5 până la 6,5%

Cupru (Cu) 3,0 până la 4,0%

Fier (Fe) 0 până la 1,0%

Zinc (Zn) 0 până la 1,0%

Mangan (Mn) 0 până la 0,5%

Nichel (Ni) 0 până la 0,35%

Titan (Ti) 0 până la 0,25%

Magneziu(Mg) 0 până la 0,1%

Reziduri de la 0 la 0,5%

Itinerarul tehnologic pentru obținerea galeriei de admisie din aliaj de aluminiu prin metoda turnării în forme temporare

Forma temporară de nisip pentru galeria de admisie din aliaj a fost realizată în patru părți:

- Mulajul superior (figura 6.)
- Miezul inferior (figura 8.)
- Miezul galeriei de admisie (figura 10.)
- Mulajul inferior (figura 12.)



Figura 1. Modelul galeriei



Figura 2. Cutie modelaj

Primul pas a fost preluarea modelului de stocare (figura 1). Modelul este elementul critic pentru succesul piesei turnate, nu numai pentru a crea produsul final în forma corectă, dar, de asemenea, trebuie să fie extras din forma temporară fără a se deteriora, să fie durabil etc. Modelul (figura 1.) este plasat mai întâi pe placa comună, acest plan devenind linia de separare a formei temporare.

O cutie de modelaj din lemn (figura 2.), care se poate scoate, delimitează partea superioară a modelului. Zona modelului care se poate vizualiza în figură, are forma suprafeței superioare a galeriei de admisie.



Figura 3. Aplicarea prafului de talc pe model



Figura 4. Prepararea nisipului formei temporare

Suprafața modelului este acoperită cu pudra de talc (figura 3.), acest lucru facilitând extragerea modelului din forma temporară de nisip. Un aparat de mixat (figura 4.) adaugă lianți chimici în nisipul pentru forma temporară.



Figura 5. Introducerea nisipului în cutia de modelare



Figura 6. Forma temporară partea superioară

Nisipul este turnat în cutia de modelaj (figura 5.), aranjându-se cu grijă în jurul modelului după care acesta se lasă să se întărească, finalizându-se partea superioară a formei temporare (figura 6.).



Figura 7. Modelarea miezului inferior



Figura 8. Miezul inferior

Următoarea etapă, a fost crearea miezului inferior (figura 7.), care delimitează spațiul de sub conductele galeriei și partea inferioară a formei temporare. Nisipul este introdus în cavitățile modelului cutiei de modelare (figura 8).



a.



b.

Figura 9. Realizarea miezului galeriei: a – introducerea nisipului, b – decofrarea miezului



Figura 10. Miezul galeriei de admisie

Miezul galeriei de admisie este realizat prin introducerea nisipului într-o cutie de mulaj specifică (figura 9.a,b), după decofrare miezul fiind finalizat (figura 10.)



a.



b.

Figura 11. Realizarea părții inferioare: a - cutia de mulaj, b - decofrare



Figura 12. Partea inferioară a formei temporare

În figurile 11 și 12 se prezintă realizarea părții inferioare a formei temporare de nisip.



a.



b.



c.

Figura 13. Asamblarea formei temporare: a – asamblare parte inferioară și miez inferior, b – asamblare miez galerie, c – așezarea părții superioare

Forma temporară de nisip este asamblată, după cum urmează:

- Miezul inferior este amplasat peste partea inferioară a formei temporare (figura 13.a)
- se poziționează miezul galeriei de admisie pe partea inferioară (figura 13.b)
- forma temporară se închide prin așezarea părții superioare (figura 13.c)

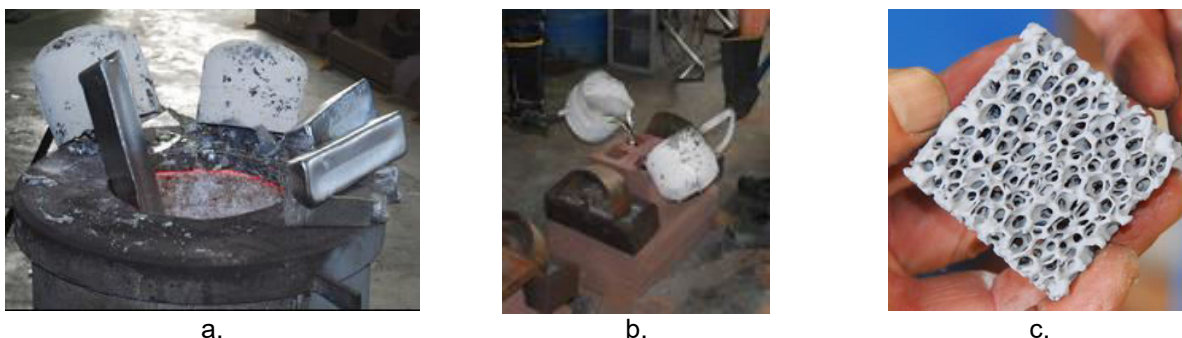


Figura 14. Turnarea galeriei de admisie: a – cuptor cu gaz, b – turnarea aliajului de aluminiu în forma temporară, c – filtru ceramic

Turnarea galeriei de admisie

Lingourile sunt topite fie într-un cuptor cu gaz (figura 14.a) sau într-un cuptor electric. Temperatura aliajului de aluminiu topit este măsurată cu un termocuplu, trebuie să fie aproximativ 710°C .

Sunt utilizate două oale de turnare (figura 14.b) pentru a transfera aliajul topit de la cuptor la forma temporară, turnarea realizându-se simultan.

Filtrele ceramice (figura 14.c) se introduc anterior, împiedicând astfel să ajungă impurități în forma temporară. Filtrele reduc de asemenea incluziunile de aer care determină formarea de oxizi de aluminiu.

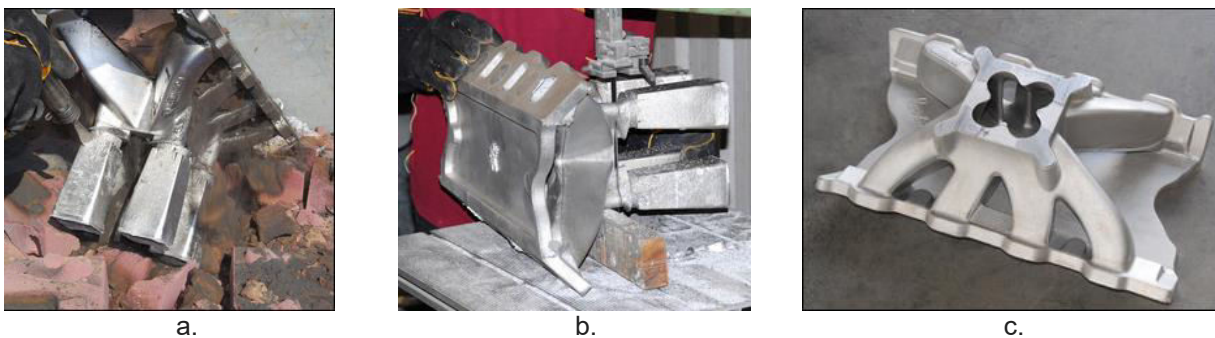


Figura 15. Finalizarea galeriei de admisie: a – înlăturarea formei temporare, b – îndepărtarea excesului de material, c – galerie de admisie

Piesa turnată este lăsată să se răcească și apoi nisipul este îndepărtat cu ajutorul unui ciocan și daltă pneumatică (figura 15.a), apoi se îndepărtează excesul de material și marginile subțiri (figura 15.b) provenite din linia de separare a formei temporare. Galeria de admisie (figura 15.c) obținută prin turnare, urmează să fie prelucrată mecanic (găuri, planeitate etc.).

Aluminiu 6061

Proprietăți mecanice

Duritate Brinell 95

Modul elastic (Young's, Tensile) 69GPa 10x10⁶psi

Alungire la rupere 3,4 - 20%

Rezistența la oboseală 58 la 110MPa de la 8,4 la 16x10³psi

Coeficientul lui Poisson 0,33

Modul de forfecare 26GPa 3,8x10⁶psi

Forța de forfecare 82 la 210MPa 12 până la 30x10³psi

Rezistența la întindere: Ultimate (UTS) 130 până la 410MPa 16 până la 60x10³psi

Rezistența la întindere: Randament (Dovada) 78 până la 1370MPa 11 până la 54x10³psi

Proprietati termice

Topirea topiturii (Liquidus) 650°C, 1190°F

La începutul topirii (Solidus) 580°C, 1080°F

Solidificarea (contractia modelului) Contractie 1,3%

Capacitatea specifică de căldură 900J/kgK

Conductivitate termică 170W/mK

Extinderea termică 24µm/mK

Proprietăți electrice

Conductivitate electrică: Volum egal 43% IACS

Conductivitate electrică: Greutate egală (specifică) 140% IACS

Compoziția aliajelor

Compoziția aluminiului 6061 este notabilă în ceea ce privește cantitățile relativ ridicate de magneziu și siliciu. Magneziul are rolul de a crește rigiditatea prin tratarea termică respectiv rezistența la coroziune intergranulară, iar Siliciul este utilizat pentru a crește rezistența în detrimentul ductilității respectiv pentru a scădea temperatura de topire concomitent cu creșterea fluidității aliajului.

Aluminiu (Al) 95,9 la 98,6%

Magneziu (Mg) 0,8 la 1,2%

Silicon (Si) 0,4 până la 0,8%

Cupru (Cu) 0,15 până la 0,4%

Fier (Fe) 0 până la 0,7%

Zinc (Zn) 0 până la 0,25%

Mangan (Mn) 0 până la 0,15%

Titan (Ti) 0 până la 0,15%

Reziduri de la 0 la 0,15%

Filtre supraaspirante YXV destinate autoturismelor de drift



Figura 1. Nissan 350Z - autoturism de drift



a.

b.

Figura 2. Filtre supraaspirante YXV:

a – YXV Nissan 350Z W12 6.0l, b – video prezentare YXV
(pentru vizualizare se scanează QR codul cu telefonul)



Figura 3. Motor W12 6.0I



Figura 4. Montajul filtrelor YXV



Figura 5. Orientarea filtrelor supraaspirante YXV



Figura 6. Campionatul Național de DRIFT etapa a II-a, 2017, circuit Prejmer



Figura 7. Prelevarea datelor referitoare la dispersia căldurii la nivelul compartimentului motor



Figura 8. Prelevarea datelor referitoare la dispersia căldurii pe suprafața filtrului de aer YXV

Tabel 1. Măsurători în trafic real a câmpurilor de presiune din SDTA și din regiunea filtrului supraaspirant

Viteza de deplasare [Km/h]	Presiune [Pa]		
	SDTA	P. Dreapta	P. Stânga
30	33	23	23
45	73	37	43
50	111	56	59
55	145	63	67
60	153	80	98

Tabel 2. Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supraaspirant inversat. Valorile presiunii în cazul filtrului cu con intern

Distanța	Priza 1	Priza 2	Priza 3	Priza 4	Priza 5	Priza 6	Priza 7
0	44	28	33	50	26	14	8
5	38	25	30	42	22	11	7
10	33	23	28	36	20	11	10
15	31	23	28	34	21	13	10
20	32	26	30	37	22	13	13
30	32	26	33	39	27	20	14
40	32	27	34	40	28	20	16
50	29	24	29	32	23	17	14

Tabel 3. Măsurarea câmpurilor de presiuni în filtrul de aer supraaspirant inversat. Valorile presiunii în cazul filtrului fără con intern

Distanța	Priza 1	Priza 2	Priza 3	Priza 4	Priza 5	Priza 6	Priza 7
0	39	26	35	50	20	8	3.5
5	30	19	25	36	15	4,5	2
10	20	15	20	29	13,5	3	1
15	16	13	19	21	13	3	1
20	17	14	19	22	11,5	2	1
30	15	13	18	22	12	2	2
40	15	13	19	22	12	3	2

Tabel 1. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer original

Nr.crt.	Turația [rot/min]	Viteza aer [m/s]	Presiune prize [Pa]				Zgomot [dB]
			1	2	3	4	
1	850	0	-1	-7	-8,5	-12	81
2	1500	0	-6	-6,5	-1	-18	87
3	2000	0	0,5	-1,5	-3,5	-1	87,5
4	2500	0	3,5	-1	-1	-1	94
5	3000	0	-0,5	-1,5	-1,5	-1	96
6	3500	0	0,5	2,5	-9	6,5	100
1	850	5	-2,5	-5	-12	7	
2	1500	5	2	15	2	2,5	
3	2000	5	-0,5	2	2,5	6,5	
4	2500	5	-4,5	6	-1	-2	
5	3000	5	3,5	-1	-0,5	-5	
6	3500	5	5	-4,5	-1	-5	

Tabel 2. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant cu difuzor intern

Nr.crt.	Turația [rot/min]	Viteza aer [m/s]	Presiune prize [Pa]				Zgomot [dB]
			1	2	3	4	
1	850	0	-1	-1	1	-1	82,5
2	1500	0	-0,5	1	-0,5	-2	88
3	2000	0	0,5	-1,5	0,5	-1,5	88,4
4	2500	0	-1	1	0	0	95
5	3000	0	-2,5	-0,5	-0,5	-2,5	96
6	3500	0	1,5	-2,5	-1	7,5	99,5
1	850	5	0,5	-1,5	1,5	2	
2	1500	5	0	0,5	1,5	3,5	
3	2000	5	0,5	0	0,5	0,5	
4	2500	5	-1,5	0,5	-1	1,5	
5	3000	5	-1	0,5	-1,5	3,5	
6	3500	5	-3,5	-0,5	3,5	1,5	

Tabel 3. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant supriform

Nr.crt.	Turația [rot/min]	Viteza aer [m/s]	Presiune prize [Pa]				Zgomot [dB]
			1	2	3	4	
1	850	0	-2,5	-1	-3	-1	87
2	1500	0	-1,5	-4,5	-3	-0,5	88
3	2000	0	-8	-6,5	-12	-6,5	89
4	2500	0	-8	-8	-16	-5,5	94
5	3000	0	-18	-16	-24	-11	96
6	3500	0	-22	-17,5	-28	-4	99
1	850	5	23	23,5	23	27	
2	1500	5	22	23,5	22,5	24,5	
3	2000	5	18	19,5	12	18	
4	2500	5	11,5	13	8	16	
5	3000	5	-1	3,5	-7	8,5	
6	3500	5	-8	10	-6,5	23,5	

Tabel 4. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant cu difuzor intern și SDTA

Nr.crt.	Turația [rot/min]	Viteza aer [m/s]	Presiune prize [Pa]				Zgomot [dB]
			1	2	3	4	
1	850	5	10	2,5	4	3	81,5
2	1500	5	0,5	0,5	-1,5	1	88
3	2000	5	-2	-4	-7,5	-4	88
4	2500	5	-5	-5,5	-10	-5	92
5	3000	5	-9	-10	-18	-6	95
6	3500	5	-12,5	-13	-25	-6	97

Tabel 5. Valorile presiunii și nivelul de zgomot pentru filtrul de aer supraaspirant cu arie extinsă

Nr.crt.	Turația [rot/min]	Viteza aer [m/s]	Presiune prize [Pa]				Zgomot [dB]
			1	2	3	4	
1	850	5	14	14	13	15	85
2	1500	5	12	13	10	12	88
3	2000	5	9	8,5	6	11	90
4	2500	5	9	7,5	4	7,5	94
5	3000	5	7	6	-1	7	97
6	3500	5	7	5,5	-4	10	97,5

Tabel 1. Valorile presiunii pentru suprafețele de concentrare în funcție de varianta de montaj

Variantă	-EF+SC	-EF-SC	+EF+SC	+EF-SC
Presiune [Pa]	26,5	16,5	1	-1

Tabel 2. Valorile presiunii pentru suprafețele de concentrare în funcție de unghi

Unghi suprafețe	15 ⁰	30 ⁰	45 ⁰	60 ⁰	75 ⁰
Presiune [Pa]	3	18	26,5	15	8

Tabel 3. Valorile presiunii pentru SDTA camion în funcție varianta de montaj

Caz varinta de monaj	Priza 1 [Pa]	Priza 2 [Pa]	Priza 3 [Pa]	Priza 4 [Pa]
I	-2	-1	-1	-2
II	0	0	10	9
III	1	0	22	17

Tabel 4. Consumul de combustibil în cazul camionului Volvo în varianta cu SDTA și varianta originală

Regim	SDTA [l/100km]	Original [l/100km]
pilot autmat	24,11	26,58
supraviteza	23,61	23,81
ultima treapta	26,11	28,42
suprasarcina	77,8	89,54

Tabel 5. Consumul de combustibil în cazul autobuzului Guleryuz în varianta cu FSU și varianta originală

Perioada	FSU [l/100km]	Filtru original [l/100km]
Sept-Oct 11	53	60
Oct-Nov 11	56	62
Nov-Dec 11	57	63
Dec-Ian 12	58	64
Ian-Feb 12	59	66
Feb-Mar 12	54	64

Tabel 1. Testarea performanțelor funcționale ale filtrului de aer original

Nr. crt.	Turație	Poziție clapetă	Temp. apă	Temp. aer	Pres. admisie	Temp. ambientă	Timp	Consum	Consum orar
	[rot/min]	[%]	[C]	[C]	[mbar]	[C]	[min]	[ml]	[l/ora]
1	692	12,7	25	24	251	23	0	0	0
2	1004	12,9	77	34	270	23	15	143	0,5733
3	1538	13,7	81	37	249	23	5	70,55	0,8466
4	2083	14,5	86	39	220,9	23	5	95,55	1,1466
5	2520	14,1	88	41	231,8	23	5	122,77	1,4733
6	3074	15,3	89	41	204	23	5	147,77	1,7733
7	3519	16,5	85	41	190,8	23	5	172,77	2,0733
8	4029	17,3	89	42	201,6	23	5	197,77	2,3733

Tabel 2. Testarea performanțelor funcționale ale filtrului de aer FSU 70

Nr. crt.	Turație	Poziție clapetă	Temp. apă	Temp. aer	Pres. admisie	Temp. ambientă	Timp	Consum	Consum orar
	[rot/min]	[%]	[C]	[C]	[mbar]	[C]	[min]	[ml]	[l/ora]
1	694	1,4	26	24	250	23,5	0	0	0
2	1046	12,9	85	31	264,2	23,5	15	132,22	0,5289
3	1510	13,7	87	34	240	23,5	5	69,07	0,8289
4	2000	13,7	92	38	217,4	23,5	5	94,07	1,1289
5	2530	14,9	88	39	230	23,5	5	119,07	1,4289
6	3048	14,9	88	40	203	23,5	5	144,07	1,7289
7	3570	16,5	87	41	192,3	23,5	5	169,07	2,0289
8	4029	17,3	84	41	203	23,5	5	194,07	2,3289

Tabel 3. Testarea performanțelor funcționale ale filtrului de aer YXV

Nr. crt.	Turație	Poziție clapetă	Temp. apă	Temp. aer	Pres. admisie	Temp. ambientă	Timp	Consum	Consum orar
[-]	[rot/min]	[%]	[C]	[C]	[mbar]	[C]	[min]	[ml]	[l/ora]
1	694	12,2	25	24	249	23	0	0	0
2	1029	12,5	83	30	252	23	15	123,2	0,4928
3	1506	13,3	85	33	241,9	23	5	61,9	0,7428
4	2058	13,7	87	37	217	23	5	82,73	0,9928
5	2540	14,9	88	38	229	23	5	103,56	1,2428
6	3050	16,1	86	39	198,4	23	5	124,4	1,4928
7	3542	16,5	86	40	192,3	23	5	145,23	1,7428
8	4013	17,3	83	40	201,6	23	5	166,06	1,9928

Tabel 1. Valorile temperaturii Fiat Panda

Câmp termic	Varianta I [°C]	Varianta II [°C]
compartimentul motor	49.7	103
suprafața racordului de intrare a filtrului de aer	32.1	53.7
zona colectorului de evacuare	38.4	182
carcasa filtrului de aer	37.4	73
zona galeriei de admisie	29.4	91.2

Tabel 2. Valorile temperaturii Ford Fiesta în funcție de regimul de circulație

	Regim de circulație	Temperatura minimă/ambientă [°C]	Temperatura maximă/ambientă [°C]
Măsurători comparative pe suprafața capotei	A	10,3/17	20,9/17
	B	21,6/17	38,4/17
	C	32,9/19	51,9/19
	D	31,7/19	62,4/17
	E	15,1/12	28,4/12
	F	19,4/12	59,5/12
Măsurători comparative la nivelul compartimentului motor	A	20,0/17	21,4/17
	B	28,3/17	56,3/17
	C	37,5/19	95,7/19
	D	47,2/19	97,4/19
	E	18,2/12	78,8/12
	F	32,2/12	98,1/12
Măsurători comparative pe suprafața galeriei de admisie	A	20,0/17	21,9/17
	B	32,2/17	58,8/17
	C	45,7/19	73,7/19
	D	50,5/19	96,9/19
	E	23,5/12	38,7/12
	F	54,3/12	94,7/12

Tabel 3. Valorile temperaturii pe suprafața filtrului de aer Ford Fiesta

	Regim de circulație	Temperatura minimă / ambientă [°C]	Temperatura maximă / ambientă [°C]
Măsurători comparative pe suprafața filtrului	B	28,8/17	36,8/17
	C	41,4/19	73,8/19

Tabel 1. Valorile temperaturii pe racordurile filtrului de aer Ford Fiesta

	Regim de circulație	Racord intrare temperatura maximă / temperatura ambinată [°C]	Racord ieșire temperatura maximă / ambinată [°C]
Măsurători pe racordurile ale filtrului de aer	D	56,4/19	69,3/19
	E	24,7/19	30,8/12
	F	50,8/12	66,3/12

Tabel 2. Valorile temperaturii ale zonelor critice de pe filtrul de aer Ford Fiesta

	Regim de circulație	Zonă intrare temperatura maximă / ambinată [°C]	Zonă ieșire temperatura maximă / ambinată [°C]
Zone ce prezintă temperaturi critice pe filtrul de aer	D	60,3/19	97,00/19

Tabel 3. Valorile temperaturii pentru BMW 4.4l V8

Câmp termic	Varianta I [°C]	Varianta II [°C]
Compartiment motor	109	109
Filtrul de aer	22,2	71,7
Galeria de admisie	38	67,9

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din aliaj de aluminiu**

Timp [s]	Temperatura [°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	22	22	22
10	24	22	22
20	24,8	22	22
30	25,5	22,2	22
40	26	22,6	22,2
50	26,7	22,7	22,3
60	27	23	22,5
70	27,6	23,2	22,6
80	28,2	23,5	22,6
90	28,8	23,7	22,7
100	29	23,8	22,7
200	29,5	24	22,8
300	29,8	24,3	22,9
400	30,2	24,5	22,9
500	30,7	24,7	23
600	31	24,9	23,1
700	30,4	25,2	23,2
800	30,8	25,3	23,1
900	31	25,5	23,3
1000	30,9	25,8	23,4
1100	30,7	26	23,5
1200	31	26,2	23,7
1300	30,8	26,7	23,8
1400	31	27	24
1500	30,5	27,3	24,4
1600	30,7	27,6	24,5
1700	31	27,8	24,7
1800	30,8	28	25
1900	31,1	27,9	24,9
2000	30,9	28,2	25
2100	31,2	28,3	25,2
2200	31	28,4	25,2
2300	30,9	28,3	25,1
2400	31	28,4	25,2
2500	31,1	28,3	25,2

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din poliamidă**

Timp [s]	Temperatura [°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	22	22	22
10	27	22	22
20	32	22	22
30	38	22	22
40	41	22	22
50	43	22,4	22
60	44	22,5	22
70	45	22,7	22
80	45,5	22,7	22,2
90	46	22,8	22,4
100	46,3	22,9	22,5
200	46,9	23	22,6
300	47,9	23,1	22,6
400	48,5	23,6	22,7
500	48,9	24	22,8
600	49	24,5	22,9
700	48,8	24,6	23
800	48,6	25	22,9
900	49,2	25,2	23
1000	49,7	25,4	23,2
1100	50	25,6	23,3
1200	50,6	25,8	23,5
1300	51	26	23,5
1400	50,6	26,4	23,6
1500	49,8	26,7	23,7
1600	50,2	26,9	23,7
1700	50,9	27,2	23,8
1800	51	27,5	23,9
1900	50,7	27,6	23,8
2000	49,8	27,7	24
2100	50	27,8	23,9
2200	49,7	27,7	24,1
2300	50	27,8	24
2400	49	27,7	24,1
2500	50	27,8	24

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A₁**

Timp [s]	Temperatura [°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	24	24	24
10	29	24	24
20	36	24	24
30	43	24	24
40	48	24	24
50	50,2	24	24
60	51	24	24
70	52,1	24	24
80	52,6	24	24
90	52,8	24	24
100	53	24	24
200	53,8	24	24
300	54,5	24,1	24
400	54,9	24,1	24
500	53,9	24	24
600	55	24,3	24,1
700	56	24,4	24,1
800	56,7	24,4	24,2
900	57	24,4	24,1
1000	56,9	24,5	24,3
1100	57,4	24,5	24,3
1200	57,7	24,6	24,4
1300	57,8	24,5	24,3
1400	58	24,5	24,3
1500	58,3	24,6	24,3
1600	58,5	24,7	24,4
1700	58	24,6	24,3
1800	58,2	24,6	24,3
1900	57,9	24,5	24,2
2000	58	24,5	24,2
2100	58,3	24,6	24,3
2200	58,2	24,6	24,3
2300	58,5	24,6	24,3
2400	58,3	24,5	24,2
2500	58,6	24,6	24,3

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A₂**

Timp [s]	Temperatura [°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	24	24	24
10	26,2	24	24
20	31,1	24	24
30	32,4	24	24
40	34,3	24	24
50	35,5	24	24
60	36	24	24
70	37,2	24	24
80	38,2	24	24
90	38,9	24	24
100	39,4	24,1	24
200	43	24,2	24
300	44,5	24,2	24,1
400	45	24,3	24,1
500	45,2	24,4	24,2
600	45,8	24,3	24,2
700	46,1	24,4	24,2
800	45,9	24,5	24,3
900	46,2	24,6	24,4
1000	45,4	24,6	24,4
1100	45,7	24,6	24,4
1200	46,3	24,7	24,5
1300	46	24,7	24,5
1400	45,9	24,7	24,5
1500	46,3	24,8	24,6
1600	46,4	24,8	24,6
1700	46,1	24,7	24,5
1800	45,8	24,7	24,5
1900	45,9	24,7	24,5
2000	46,2	24,8	24,6
2100	46,3	24,8	24,6
2200	46,4	24,8	24,6
2300	46,2	24,7	24,5
2400	46,1	24,7	24,5
2500	46,4	24,8	24,6

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A₃**

Timp [s]	Temperatura[°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	24	24	24
10	25,8	24	24
20	28,3	24	24
30	29,4	24	24
40	32,2	24	24
50	34	24	24
60	35,2	24	24
70	36,1	24	24
80	36,6	24,1	24
90	36,8	24,1	24
100	37,2	24,2	24,1
200	40,3	24,3	24,1
300	42,5	24,4	24,2
400	43,2	24,5	24,3
500	43,6	24,5	24,3
600	43,8	24,6	24,4
700	44	24,6	24,4
800	43,9	24,7	24,5
900	44,1	24,8	24,6
1000	44,2	24,8	24,6
1100	43,8	24,9	24,7
1200	44,2	24,9	24,7
1300	44,3	25	24,8
1400	43,9	24,9	24,7
1500	44,2	25	24,8
1600	44	24,8	24,6
1700	43,9	24,8	24,6
1800	44,2	25,1	24,8
1900	44	24,9	24,7
2000	43,8	24,9	24,7
2100	44,4	25,2	24,9
2200	44,1	25	24,7
2300	44,2	25,1	24,9
2400	44,4	25,2	25
2500	44,3	25,1	24,8

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din aliaj de aluminiu protejată cu deflectorul termic de suprafață A₄**

Timp [s]	Temperatura [°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	24	24	24
10	25,3	24	24
20	27,2	24	24
30	27,8	24	24
40	28,4	24	24
50	29	24	24
60	29,6	24	24
70	30,2	24,1	24
80	31	24,1	24
90	31,7	24,2	24,1
100	32,3	24,3	24,2
200	35,2	24,4	24,2
300	37,8	24,5	24,3
400	39,9	24,6	24,4
500	42	24,7	24,5
600	42,6	24,7	24,5
700	43	24,8	24,6
800	42,8	24,9	24,7
900	43	25	24,8
1000	42,9	25	24,8
1100	43	25,1	24,9
1200	42,8	25	24,8
1300	43,1	25,1	24,9
1400	42,7	25,2	25
1500	42,8	25,1	24,9
1600	43	25,3	25
1700	43	25,3	25
1800	42,8	25,2	24,9
1900	43,1	25,3	25
2000	43	25,3	25
2100	42,9	25,2	24,9
2200	43	25,3	25
2300	43,1	25,3	25,1
2400	43	25,4	25,2
2500	43	25,3	25

Analiza topografică și morfologică a materialelor compozite termoizolatoare dezvoltate

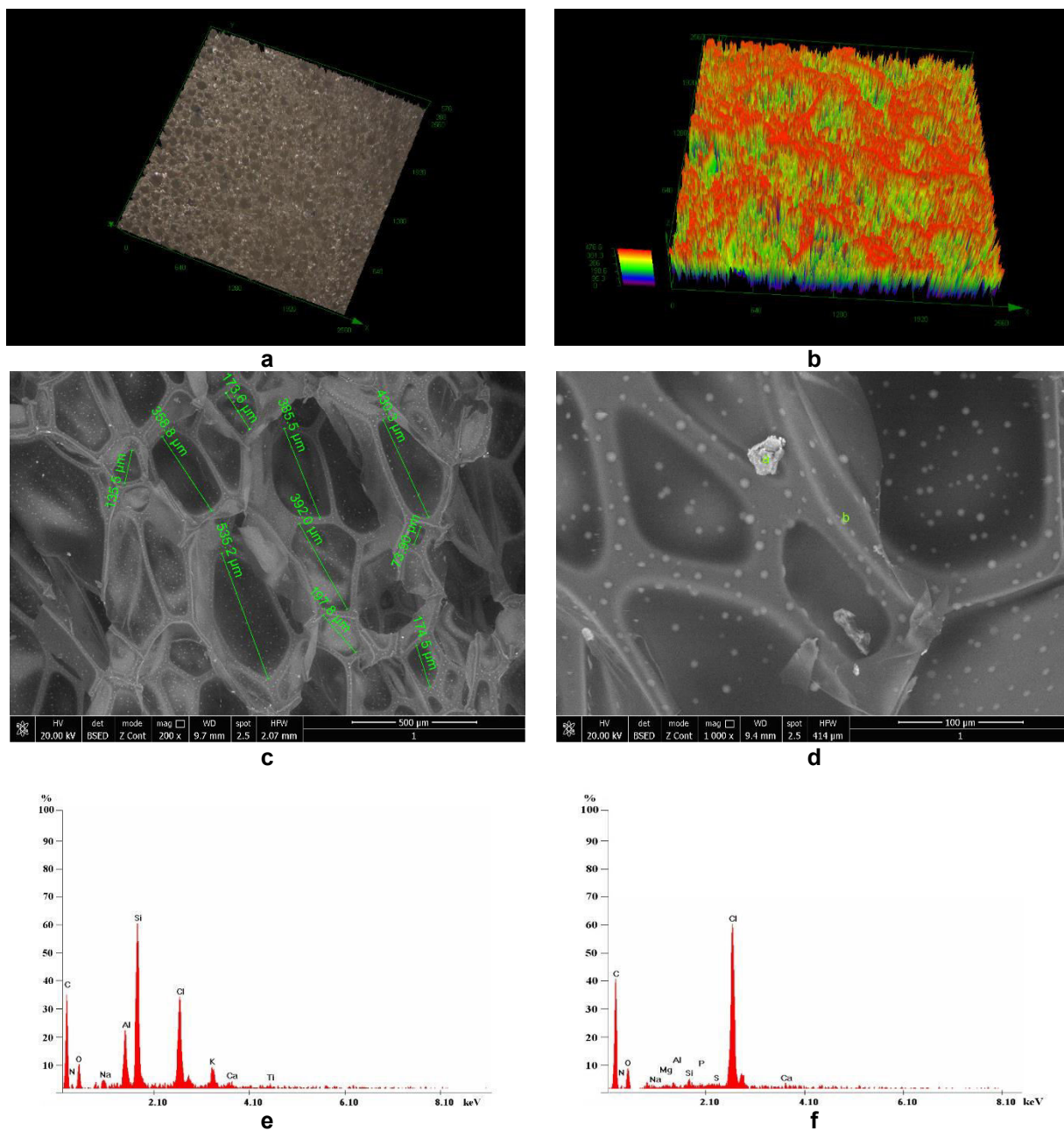


Figura 1. Proba 1:
a,b-analiza topografică; c,d-analiza morfologică;
e,f- microanaliza chimică calitativă a zonelor a și b

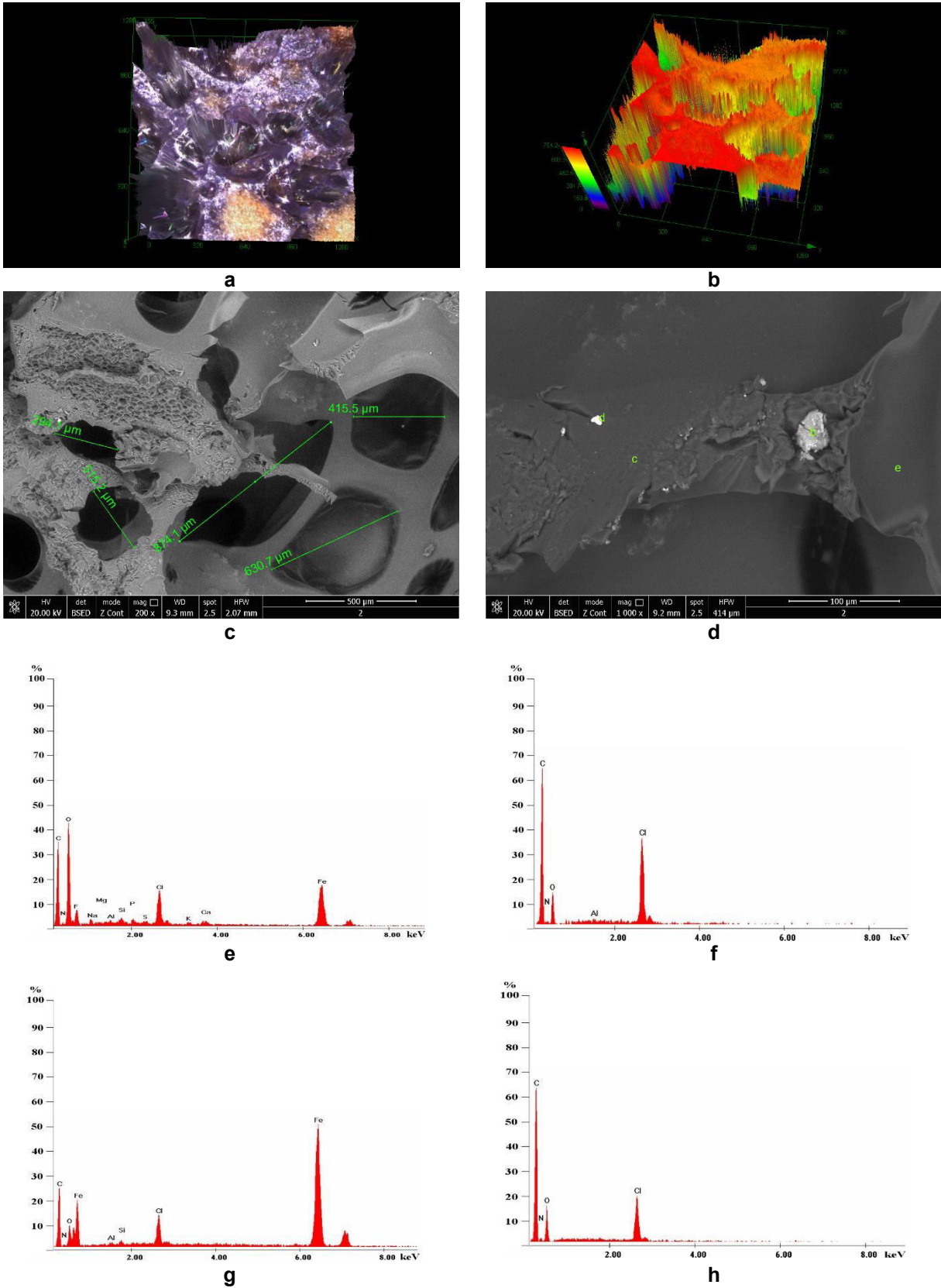


Figura 2. Proba 2:
 a,b-analiza topografică; c,d-analiza morfologică;
 e,f,g,h- microanaliza chimică calitativă a zonelor b, c, d, e

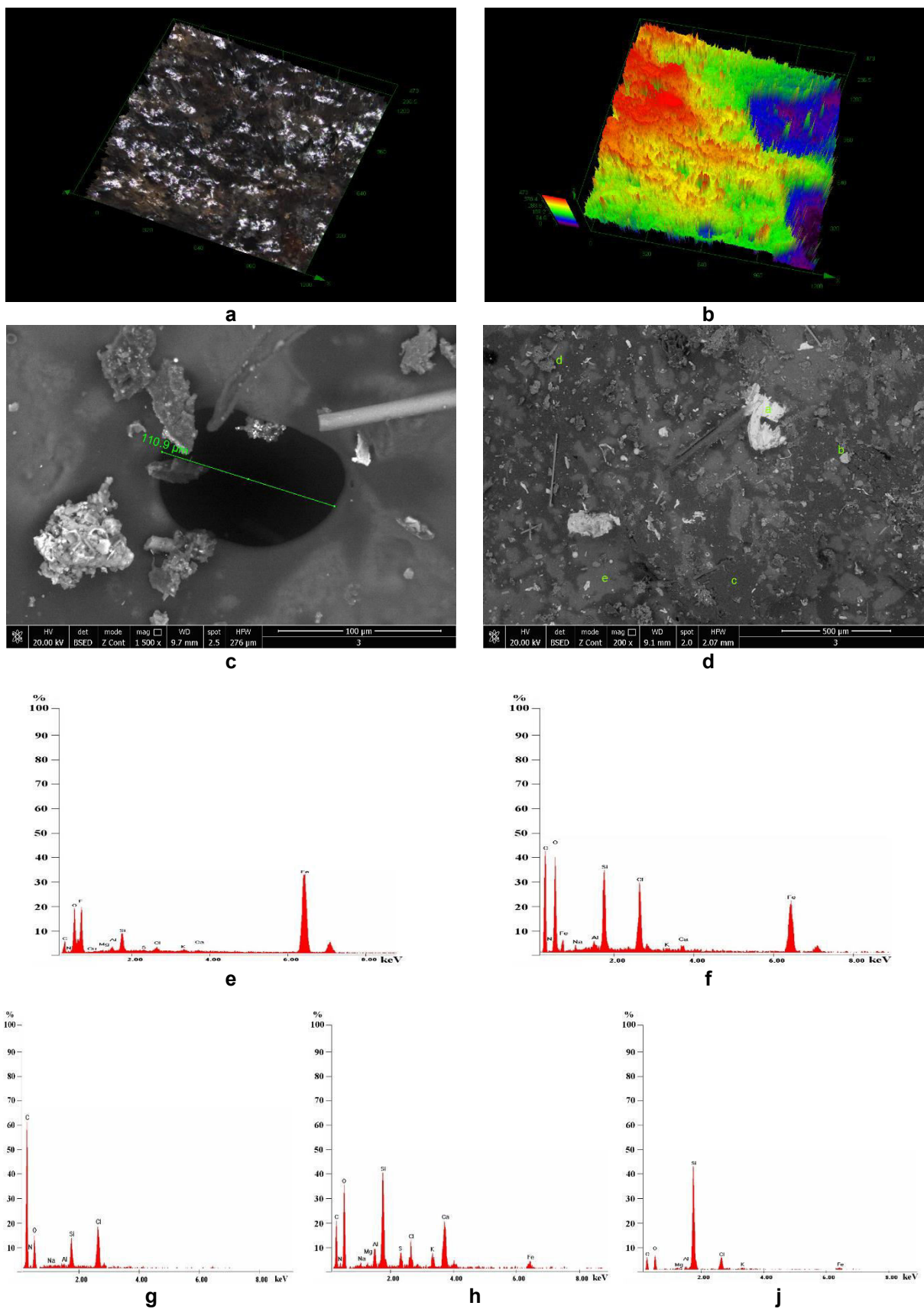


Figura 3. Proba 3:
 a,b-analiza topografică; c,d-analiza morfologică;
 e,f,g,h,j- microanaliza chimică calitativă a zonelor a, b, c, d, e

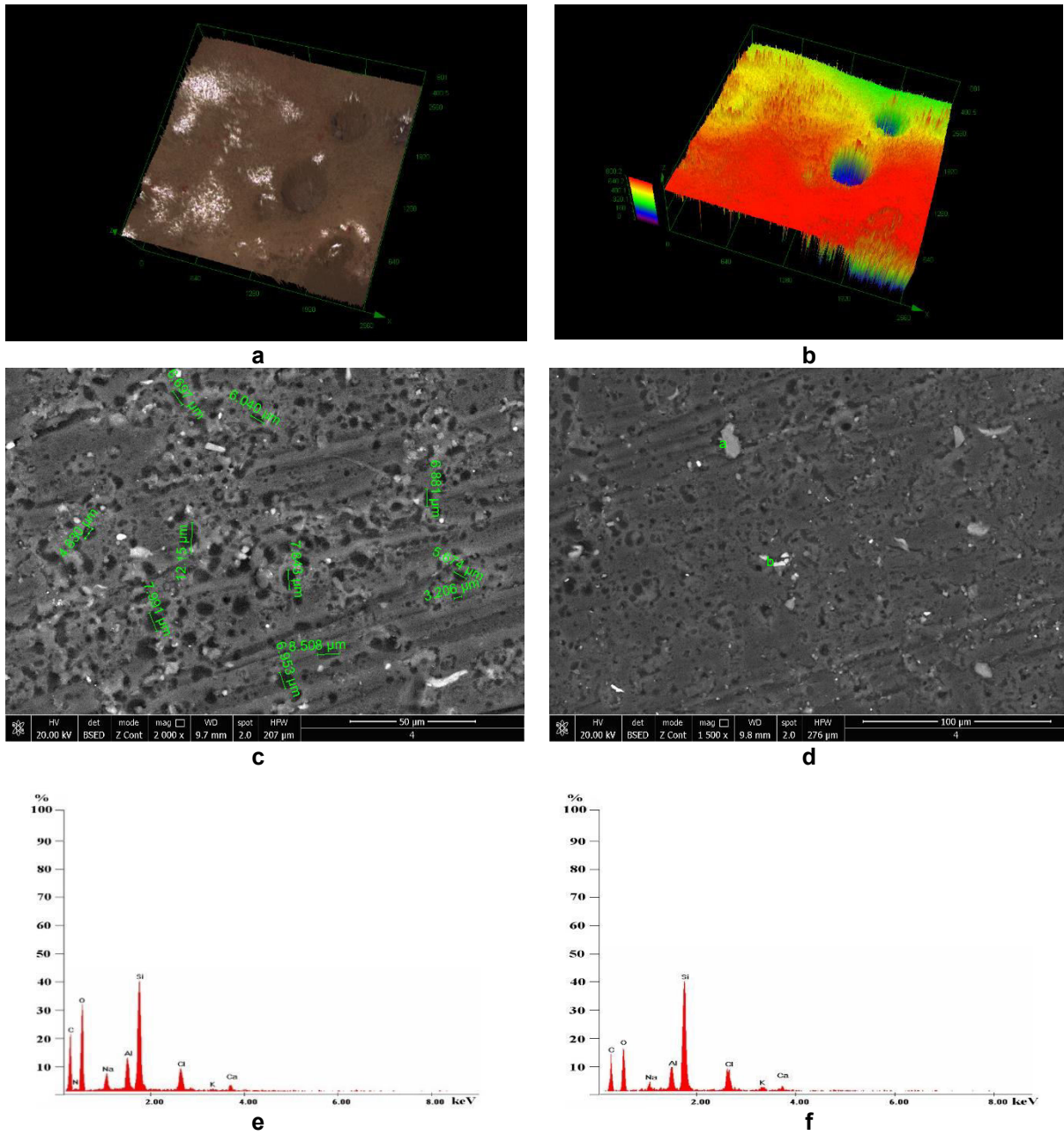


Figura 4. Proba 4:
 a,b-analiza topografică; c,d-analiza morfologică;
 e,f- microanaliza chimică calitativă a zonelor a și b

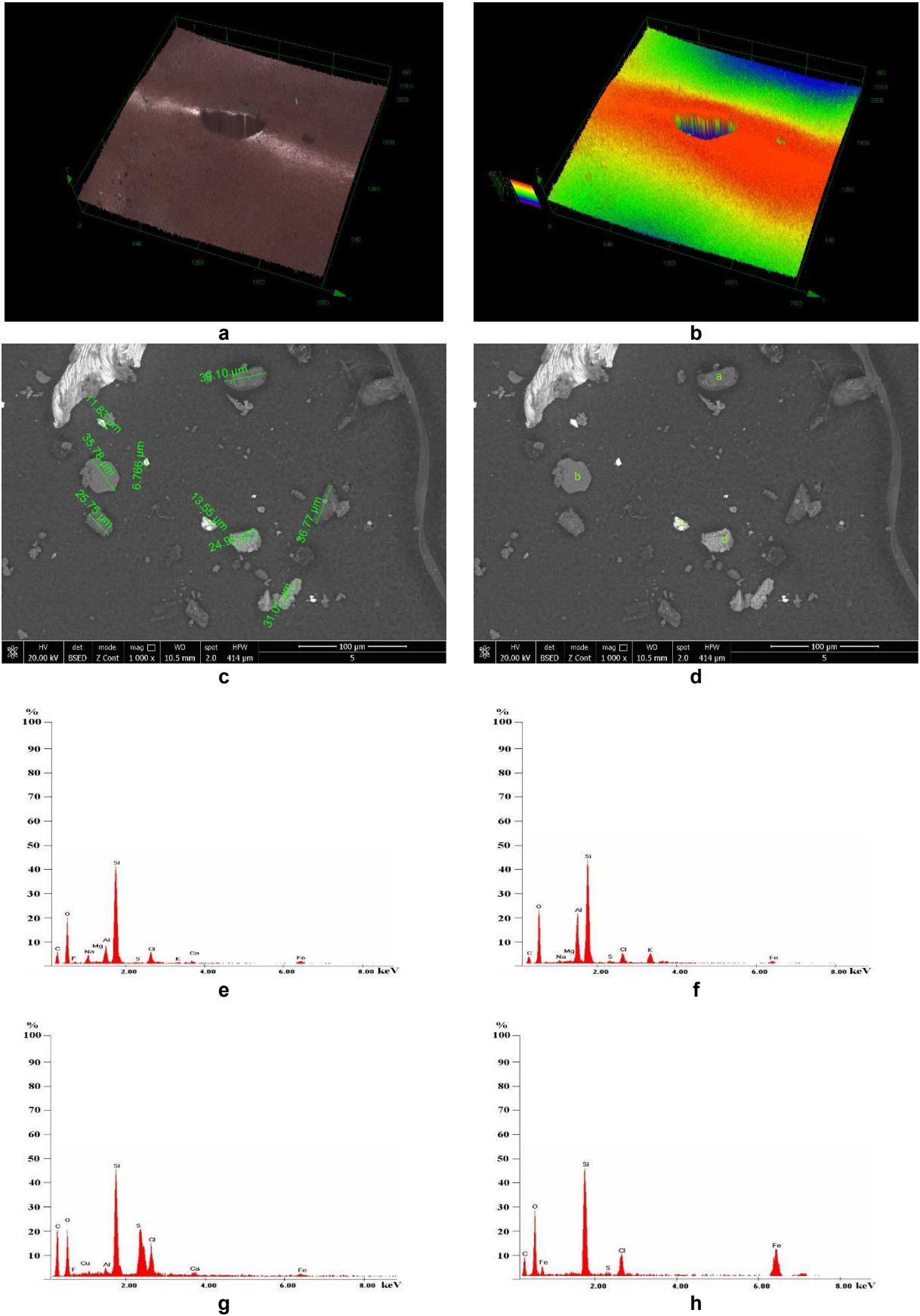
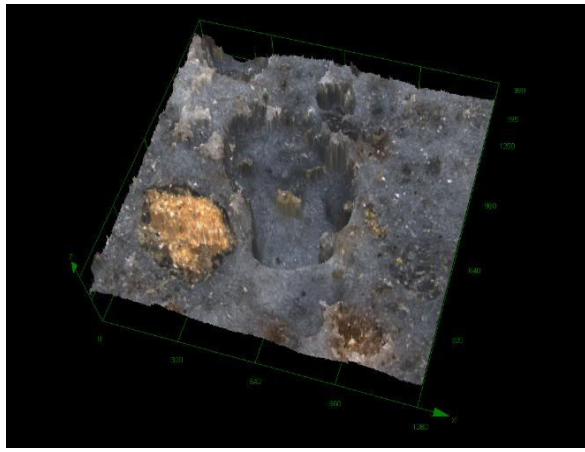
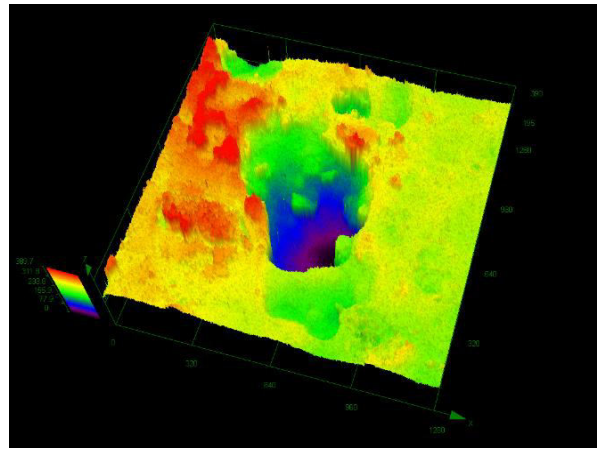


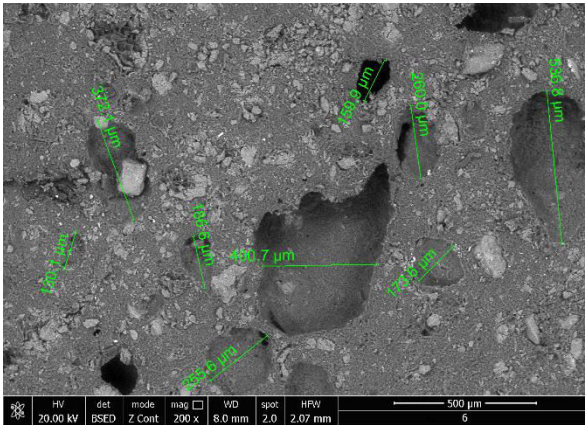
Figura 5. Proba 5:
 a,b-analiza topografică; c,d-analiza morfologică;
 e,f,g,h- microanaliza chimică calitativă a zonelor a, b, c, d



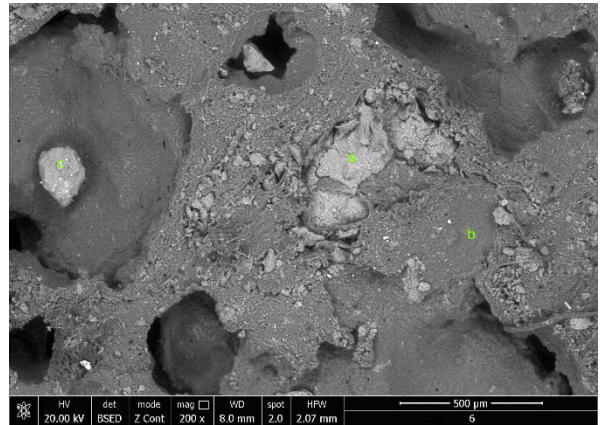
a



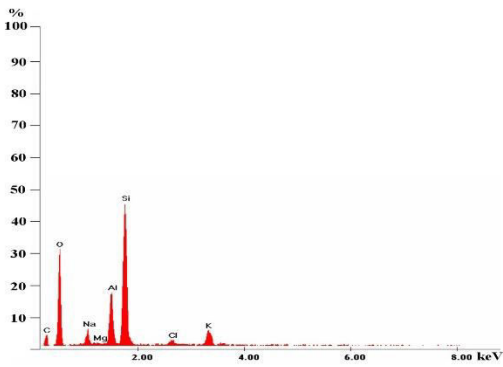
b



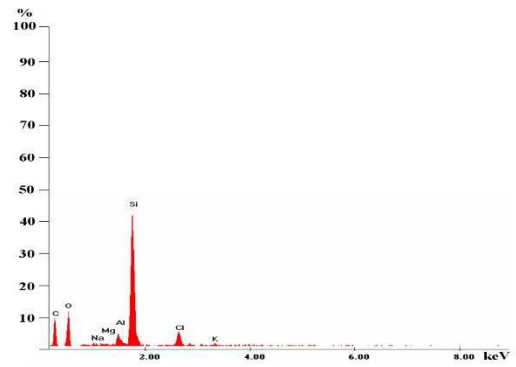
c



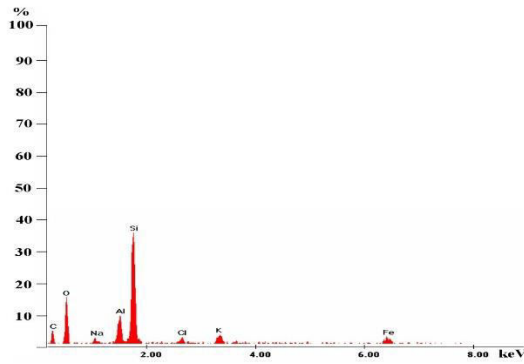
d



e



f



g

Figura 6. Proba 6:
a,b-analiza topografică; c,d-analiza morfologică;
e,f,g- microanaliza chimică calitativă a zonelor a, b, c

**Valorile temperaturii în punctele T₁, T₂, T₃, pentru galeria de admisie
din aliaj de aluminiu protejată cu SPTI**

Timp [s]	Temperatura [°C]		
	T ₁	T ₂	T ₃
1	22	22	22
10	24,1	22	22
20	25,4	22	22
30	26,6	22	22
40	27,8	22	22
50	28,6	22	22
60	30	22	22
70	31,9	22,2	22
80	32,4	22,2	22
90	34	22,3	22,1
100	35,7	22,3	22,1
200	36,8	22,3	22,1
300	37,4	22,4	22,2
400	38,9	22,4	22,2
500	40,1	22,5	22,3
600	42,2	22,5	22,3
700	43,1	22,5	22,3
800	44,5	22,6	22,4
900	45	23,4	22,5
1000	45,2	23,8	22,5
1100	45,8	23,9	22,6
1200	46,1	24,4	22,6
1300	46	24,9	22,7
1400	46,8	25,5	22,8
1500	47	25,7	22,8
1600	47,7	26,2	23
1700	48	26,3	23
1800	47,6	26,1	23,1
1900	48,1	26,7	23,1
2000	47,9	26,2	23
2100	48	26,3	23,2
2200	48,1	26,4	23,1
2300	47,8	26,1	23,2
2400	48	26,3	23,1
2500	48	26,3	23,2