«ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ԵՎ ՆՈՐԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ԿԵՆՏՐՈՆ» ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ՍԱՆԱՍԱՐ ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ԱՎՏՈՄՈԲԻԼԻ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ ԵՎ ԱՐԱՏՈՐՈՇՄԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

ԵՐԵՎԱՆ - 2025

ՀՏԴ 629.33:656.13
ԳՄԴ 39.33
Գ 316

Գասպարյան Սանասար
Գ 316 Ավտոմոբիլի ընդհանուր կառուցվածքը և արատորոշման հիմունքները / Ս. Գասպարյան.- Եր.: ԿԶՆԱԿ, 2025.- 190 էջ:

Գիրքը նախատեսված է մասնագիտական ուսումնարանի ուսանողների և սկսնակ-միջին մակարդակի ավտոմեխանիկների համար՝ տրամադրելով թեթև ավտոմեքենաների կառուցվածքի, ախտորոշման ու վերանորոգման համակարգված գիտելիքներ: Այն ձևավորում է «տեսություն → չափում → լուծում» գործնական մտածողություն՝ ընդգրկելով շարժիչից մինչև էլեկտրասարքավորում և HVAC համակարգեր: Ուսումնական նյութը ընդգրկում է չափագրական սարքերի օգտագործումը, սխեմաների ընթերցումը և անսարքությունների արագ լոկալացումը: Գիրքն ունի հստակ կառուցվածք՝ 13 գլխով, ստուգողական հարցերով, գործնական առաջադրանքներով և հավելվածներով, որտեղ ներկայացված են բառարաններ, նորմատիվներ ու տեխնիկական միջակայքներ:

ՀՏԴ 629.33:656.13
ԳՄԴ 39.33

ISBN 978-9939-977-17-1

Բովանդակություն

Ներածություն

Ում համար է նախատեսված այս գիրքը

Գիրքը նախատեսված է մասնագիտական ուսումնարանի ուսանողների, ինչպես նաև սկսնակ կամ միջին մակարդակի ավտոմեխանիկների և լաբորանտների համար, որոնք պետք է համակարգված տիրապետեն թեթև ավտոմեքենայի կառուցվածքին, ախտորոշմանը և վերանորոգմանը: Կարևոր նախապայման է ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի հիմունքների, ՍԻ միավորների և էլեկտրականության տարրական օրենքների իմացությունը: Ուսուցիչների համար նյութը կարող է օգտագործվել որպես դասավանդման հիմք՝ լաբորատոր քարտերի և ստուգողական բլոկների կիրառմամբ:

Ինչ կսովորեք

Դասընթացը ձևավորում է «տեսություն → չափում → լուծում» մտածողություն:

Կիրառվող հմտություններն են.

- ավտոմեքենայի հիմնական համակարգերի աշխատանքի ըմբռնում (շարժիչ, վառելիք/ներածում/արտածում, սառեցում/յուղում, վառոցք/ECU, փոխանցում, կախոց/ղեկավարում, արգելակներ, էլեկտրասարքավորում, HVAC),
- չափագրական գործիքների կիրառություն (ճնշում, վակուում, էլեկտրամափումներ, OBD-II Live Data, Mode $06),
- կառուցվածքային սխեմաների ու լարային գծապատկերների ընթերցում,
- տիպիկ անսարքությունների արագ լոկալացում՝ առանց ավելորդ քանդման,
- սպասարկման անվտանգ իրականացում և արդյունքների փաստաթղթավորում:

Գրքի կառուցվածքը.

Գրքը ներառում է 13 **գլուխ**՝ համակարգերի տրամաբանական հաջորդականությամբ և **Հավելված**: Հավելվածում հավաքագրված են բառարանները, չափանիշները, հեղուկների ու ծավալների միջակայքերը, նորմատիվները, որոշակի միացումների ձգման մոմենտները և աղբյուրների ցուցակը:

Յուրաքանչյուր գլխի վերջում կան **ստուգողական հարցեր** (3–5 հատ) և **գործնական առաջադրանքներ** (մինչև 3՝ ամբողջ գլխի համար), ինչպես նաև «Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ» ենթաբաժին: Թվային արժեքները տրվում են որպես **ուսումնական միջակայքներ**՝ պարտադիր հղումով արտադրողի ձեռնարկին կոնկրետ մոդելի համար:

Տերմինաբանություն

Տերմինաբանական հիմքը բաղկացած է հաստատված **հայերեն-ռուսերեն-անգլերեն** բառարանից (տե՛ս Հավելվածում): Տեքստում առաջինը տրվում են ռուսերեն կամ անգլերեն համարժեքները, ապա օգտագործվում է միայն հայերենը՝ խուսափելու թարգմանական խառնաշփոթից: Կրճատումները՝ **MAF/MAP, O_2, ECU, ABS/ESP, OBD**-II, AT/CVT/DCT, VVT և այլն. սրանք մեկնաբանվում են առաջին անգամ գործածելիս: Բոլոր չափումները տրվում են **SI** միավորներով:

Գործիքներ և սարքավորում

Լաբորատոր աշխատանքների նվազագույն կազմը՝ **մոմենտաչափ**, **մուլտիմետր/կլեմպ-ամպերմետր**, OBD-II **սքաներ** (Live Data/Freeze Frame), **վակուումաչափ** ու **վառելիքի/յուղի ճնշաչափեր**, **կոմպրեսմետր և վակումտեստեր**, **սառեցման համակարգի ճնշումային պոմպ**, **գազանալիզատոր** (կամ համարժեք), **արգելակման համակարգի տեստեր** , HVAC **մանոմետրիկ հավաքածու** + UV **լամպ**: Անվտանգ բարձրացման համար՝ **ջեք** + **հենարաններ** : Առաջադեմ փորձերի համար օգտակար է **օսցիլոգրաֆը**:

Անվտանգություն և միջավայր

Անվտանգությունը մարմնավորված է ամբողջ դասընթացում և ամփոփված է 13-րդ գլխում: Հիմնական սկզբունքները՝ **ՀԱՊՄ** (աչքերի/ձեռքերի/կոշիկի պաշտպանություն), LOTO (էներգիայի անվտանգ անջատում), վերելակների ու ճնշումային սարքերի կանոնակարգված շահագործում, հրդեհային պաշտպանություն (մարիչների մատչելիություն և ժամկետներ), օդափոխություն և **թափոնների էկոլոգիական կառավարում** (յուղեր, սառագազ, մարտկոցներ): Ցանկացած գործնական առաջադրանք սկսվում է

«անվտանգության ստուգաթերթով» և ավարտվում է աշխատատեղի մաքրմամբ:

Գնահատման կազմակերպում

Գնահատումը բազմաբաղադրիչ է՝

- **Թեստային ստուգումներ**՝ յուրաքանչյուր գլխից հետո (ստուգողական հարցերի բլոկի հիման վրա),
- **Լաբորատոր աշխատանքներ**՝ գործնական քարտերով (սպասարկում, չափումներ, ախտորոշում),
- **Փաստաթղթավորում**՝ աշխատանքի քարտ, չափման արձանագրություն, եզրակացություն,
- **Վարքագծային/անվտանգության գործոն**՝ ՀԱՊՄ, կարգապահություն, աշխատավայրի կազմակերպում:

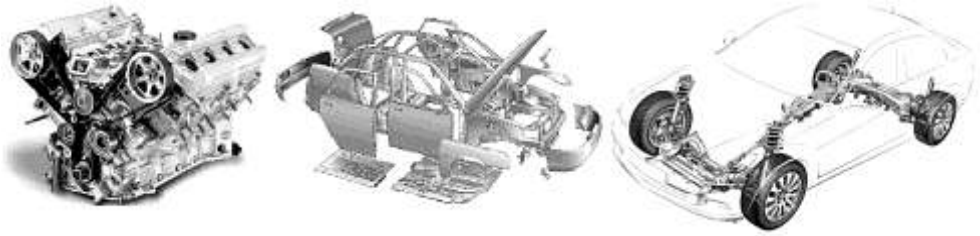
Նշում. *փաստաթղթավորումը, վարքագիծ/անվտանգությունը չեն պահանջում առանձին նոր «դասեր». դրանք համալրվում են արդեն եղած ստուգողական հարցերի ու գործնական առաջադրանքների մեջ: Փաստաթղթավորման, վարքագիծի/ անվտանգության և բլանկների նմուշները կարող եք ծանոթանալ Հավելված Ը. բաժնում:*

Գլուխ 1. Ավտոմեքենայի ընդհանուր կառուցվածք

Այս գլուխը ներկայացնում է թեթև ավտոմեքենայի հիմնական համակարգերի փոխկապակցվածությունը և դրանց գործառույթների տրամաբանությունը: Նպատակն է, որ ուսանողը սովորի տեսնել մեքենան որպես միասնական էներգետիկ և կառավարման համակարգ՝ հասկանալով,

թե ինչպես են շարժիչը, փոխանցման տուփը, փոխհաղորդակը, կախոցը, արգելակային համակարգը, ղեկավարումը և էլեկտրասարքավորումը համագործակցում ճանապարհի հետ անվտանգ ու կանխատեսելի շփումն ապահովելու համար: Բոլոր տերմինները տրվում են հաստատված բառարանի համաձայն՝

առաջին հիշատակմանը նշվում են ռուսերեն և անգլերեն համարժեքները, ապա շարունակում ենք միայն հայերենով:



1.1 **Ավտոմեքենայի հիմնական մասերը**

Ավտոմեքենան կարելի է հասկանալ որպես *միավորների համակարգ*, որտեղ մեխանիկական էներգիայի ուղին, կրող կառուցվածքը և էլեկտրական կառավարման շղթան աշխատում են համադրված:

Շասսի (Шасси, Chassis) մեքենայի «կմախքն» է՝ կրող հիմք, որի վրա ամրացված են *ուժային և օժանդակ հանգույցները*: Ժամանակակից մեքենաների մեծ մասը **մանրաթիթեղյա-կիրառական թափք** ունեն (միաձույլ թափք), որտեղ թափքը (Кузов, **Body**) միաժամանակ կատարում է և՛ կրող, և՛ պաշտպանական դեր՝ կազմելով *անվտանգության վանդակը* և **կազմաձևված դեֆորմացվող գոտիները**՝ բախման էներգիան կլանելու համար: Թափքի վրա են նստում նստատեղերը, **անվտանգության գոտիները**, օդա-

բարձիկները, ինչպես նաև արտաքին լույսերը՝ **լուսարձակներ** և **հետևի լույսեր**: Շասսին ապահովում է նաև կախոցի և փոխանցման հանգույցների ճշգրիտ *երկրաչափական կետերը՝* երկարաժամկետ կոշտություն և *NVH* (աղմուկ/թրթռում/կոպտություն) կառավարելիություն:

Ուժային միավորը՝ շարժիչը (Двигатель, Engine), վերափոխում է վառելիքի (Բաք → **Վառելիքի պոմպ** → **Վառելիքի զտիչ/զտիչ**) քիմիական էներգիան *պտտող մոմենտի*: Բենզինային շարժիչներում խառնուրդը վառոցք է **այլման մոմով (Свеча зажигания, Spark plug)**, դիզելայինում՝ բարձր սեղմումից: Շարժիչին «շնչելու» և «արտաշնչելու» են օգնում **ներածման կոլեկտորը** և **արտածման կոլեկտորը**, իսկ **սառեցման համակարգը** (Ռադիատոր, Թերմոստատ, Ջրի պոմպ) և **յուղման համակարգը** (Յուղի պոմպ, Յուղի զտիչ) պահում են ջերմաստիճանն ու շփումները անվտանգ միջակայքում: Այս բլոկում չափելի են, օրինակ, *յուղի ճնշումը* (kPa/bar), *հովացման հեղուկի ջերմաստիճանը* (°C), *մուտքային օդի ճնշումը/քանակը* (kPa, g/s):

Մոմենտի փոխանցման շղթան. Շարժիչից պտույտիմոմենտը փոխանցվում է **կցորդիչով (Сцепление, Clutch)** դեպի **փոխանցման տուփ (Коробка передач, Gearbox/Transmission)**, որտեղ ընտրված փոխանցման միջոցով ստացվում է ճանապարհին համապատասխան *փոխանցումային հարաբերություն* (gear ratio)՝ փոխարինելով պտույտների արագությունն ու պտույտիմոմենտը: Ապա պտույտիմոմենտը անցնում է **դիֆերենցիալի** (Дифференциал, Differential) միջով, որը թույլ է տալիս *ձախ–աջ անիվներին պտտվել տարբեր արագությամբ* շրջադարձերում՝ պահելով կապը ճանապարհի հետ: Դիֆերենցիալից էներգիան շարժվում է **շարժաբեր լիսեռներով (Приводной вал, Drive shaft)** և **կիսառանցքներով** դեպի **անիվներ (Колесо, Wheel)**: Այս շղթայի ճյուղավորումը կախված է կառուցածևից՝ FWD/RWD/AWD, սակայն գործառույթը նույնն է՝ *շարժիչից դեպի ճանապարհ*:

Կախոցը (Подвеска, Suspension) ավտոմոբիլի հանգույցների համակարգ է, որն ապահովում է՝

— անվադողի մշտական շփումը ճանապարհի հետ և կայուն կառավարելիություն,

— ճանապարհային անհարթություններից հարվածների մեղմացում (հարմարավետություն),

— անիվների գեոմետրիայի պահպանում արգելակման ու շրջադարձերի ժամանակ:

Լայն կիրառվող սխեմայից է MacPherson-ը՝ պարույրաձև զսպանակ + ամորտիզատոր (strut) + ստորին լծակ, որոնք միացված են դարձաբռունցքին (steering knuckle):

Կախոցի հոդերում օգտագործվում են էլաստիկ ականոցներ՝ թրթռումները մեկուսացնելու համար, իսկ առանցքակալները ապահովում են պտտման ցածր շփում ու ճշգրիտ շարժում:

Ղեկավարումը (Рулевое управление, Steering system) փոխում է ուղղությունը՝ փոքր մուտքային ջանքերը դարձնելով վերահսկելի շրջադարձ: Ժամանակակից մեքենաներում տարածված է **ձողաքանոն - ատամնանիվ** (rack-pinion) տեսակը՝ հաճախ էլեկտրական ուժեղարար (EPS), որը կարգավորում է ուժը և վերադարձի զգացումը: Ղեկավարման ամբողջ հանգույցը կապվում է կախոցի դարձաբռունցքին՝ ուղիղ ազդելով անիվների *toe/camber/caster* անկյունների կայունության վրա:

Արգելակային համակարգը (Тормозная система, Brake) փոխարկում է շարժական էներգիան *ջերմության*՝ դանդաղեցնելով և կանգնեցնելով մեքենան: Առաջին պլանում են **արգելակային սկավառակներն** ու **կոճղակները**՝ շփման միջոցով ստեղծելով անհրաժեշտ մոմենտը էականորեն մոտ անիվին: Հիդրավլիկ մասը հաղորդում է ճնշումը վարորդի ոտքից մինչև կոճղակներ, իսկ էլեկտրոնային ենթահամակարգերը (ABS/ESC) կառավարում են անիվների սայթաքումը և կայունությունը: Սպասարկման պարզ ցուցիչներ են՝ *արգելակային հեղուկի մակարդակն ու վիճակը, սկավառակի հաստությունը (mm), կոճղակների մնացորդը (mm)*:

Էլեկտրասարքավորում և կառավարում. **Մարտկոցը (Аккумулятор, Battery)** ապահովում է մեկնարկային սնուցում, **գեներատորը (Генератор, Alternator)**՝ լիցքավորում և կայուն լարում շարժման ընթացքում, **գործարկիչը (Стартер, Starter)** հաղորդում է առաջին պտույտը շարժիչին: **ԷԿՄ/ECU (Электронный блок управления, Electronic Control Unit)** կարդում է **տվիչի (Датчик, Sensor)** տվյալները (ջերմաստիճան, ճնշում, դիրք, թթվածնի պարունակություն և այլն) և կառավարում է ակտուատորներին՝ պահելով շարժիչի, վառելիքի, վառոցքի ու արտածման պարամետրերը նորմայում: Այստեղ չափելի են՝ *մարտկոցի լարումը (V), լիցքավորման լարումը (V), տվիչի հոման լարումները (V)*, ինչպես նաև թվային տվյալներ՝ *rpm, kPa, °C*:

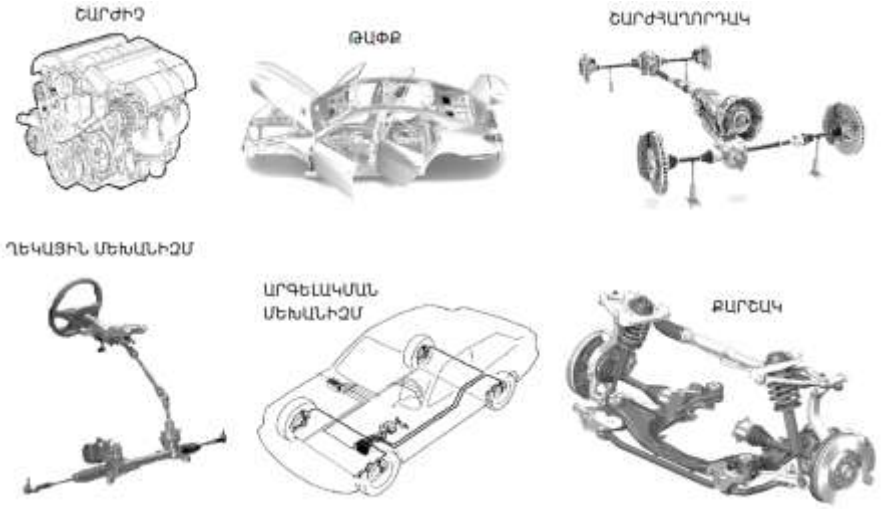
Կրկնելի «Energy & Control» պատկերը (կարճ)

Վառելիք → Շարժիչ → Կցորդիչ → Փոխանցման տուփ → Դիֆերենցիալ → Լիսեռներ/Կիսառանցքներ → Անիվ → Ճանապարհ Մարտկոց/Գեներատոր → ECU → Տվիչ/Ակտուատորներ → Բոլոր ենթահամակարգեր

Այս շղթան ցույց է տալիս, որ մեքենայի *ցանկացած վարքային փոփոխություն* (արագացում, շարժման հարթություն, արգելակում) արդյունք է ոչ թե մեկ հանգույցի, այլ **համակարգային փոխազդեցության**:

Հիմնական ենթահամակարգեր և չափելի պարամետրեր (SI)

Ենթահամա - կարգ	**Հիմնական մասեր**	**Չափման միավորներ**	**Նշում**
Շասսի/-Թափք	կրող կառուցվածք, անվտանգ. վանդակ	չափսեր/հեռավորություններ (mm)	բախման էներգիայի ուղիղ կառավարում
Շարժիչ	վառելիք, ներածում /արտածում, սառեցում, յուղում	T°C, p_յուղ (kPa/bar), MAP (kPa), rpm	Արդյունավետության ու հուսալիության հիմք
gear	կցորդիչ, փոխանցման տուփ, դիֆերենցիալ, լիսեռներ	rpm մուտք/ելք, թափանցիկ սահք (rpm)	ճանապարհին համապատասխան հարաբերություն
Կախոց/Ղեկա- վարում	զսպանակ, շոկ, լծակ/կուլակ, EPS	հոդերի խաղ (mm), անկյուններ (°)	կայունություն, հարմարա -վետություն
Արգելակ	սկավառակ, կոճղակ, հիդրավլիկա	p_հիդր. (kPa/bar), սկավառակի հաստություն (mm)	էներգիայի փոխարկում ջերմության
Էլեկտր/ECU	մարտկոց, գեներատոր, գործարկիչ, տվիչ	V, A, DTC/Live-Data	սնուցում և կառավարման շղթա



Ամփոփում

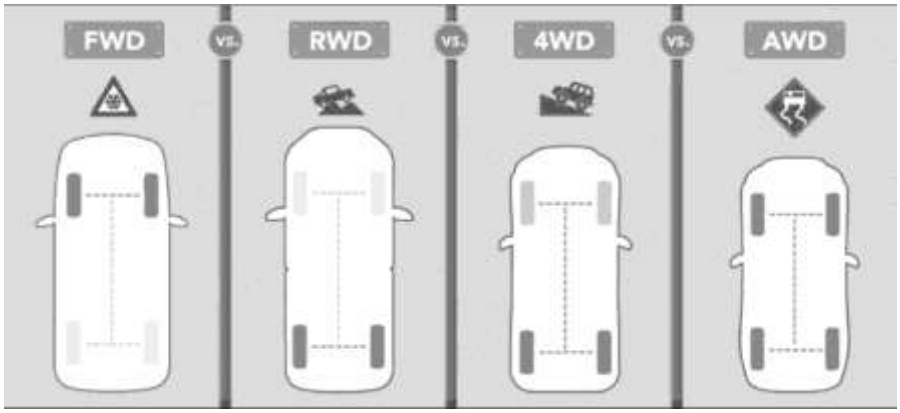
Ավտոմեքենան պետք է դիտել որպես **միավորված համակարգ. շասսին / կմախքը** կրում ու կապում է բոլոր հանգույցները, **ուժային մասը** (շարժիչ + փոխանցումատուփ) արտադրում և անիվներին է փոխանցում ոլորող մոմենտը, **կախոցն ու ղեկավորումը** պահում են անվադողի շփումը ճանապարհի հետ և ապահովում ուղղությունն ու կառավարելիությունը, **արգելակային համակարգը** ապահովում է վերահսկվող դադար, իսկ **էլեկտրոնային կառավարման միավորները (ECU)** CAN-ային կապերով կոորդինացնում են այս ամենը՝ արդյունավետության ու անվտանգության համար: Օրինակ՝ կայունացուցիչ (anti-roll) ձողերը նվազեցնում են թափքի գլորումը շրջադարձում՝ «կապելով» ձախ–աջ կախոցները:

1.2 Թեթև մարդատար մեքենաների դասակարգում

Թեթև մարդատար մեքենաների գործնական դասակարգման կենտրոնական նշանը **քարշակման սխեման** է, որովհետև հենց այն է որոշում զանգվածների բաշխումը, տեղադրման լուծումները և վարքային բնույթը: Մնացած հատկանիշները՝ **շարժիչի դիրքը**, **թափքի տեսակները** և **ուժային միավորի տեսակը**, լրացնում են այս պատկերը՝ ձևավորելով մեքենայի կիրառական «դերը» քաղաքում, մայրուղում կամ անբարեկարգ մակերևույթին:

Առջևի քարշակ (FWD) մեքենաներում շարժիչը և փոխանցման տուփը սովորաբար *լայնական* են, իսկ պտույտի մոմենտը անմիջապես գնում է առջևի անիվներին. լուծումը **թեթև**, **խնայող** և **կոմպակտ** է, այդ պատճառով էլ լայն է կիրառվում փոքր ու քաղաքային դասերում: *Սովորական է*, որ FWD-ի դեպքում շարժիչն ու փոխանցման տուփը տեղադրված են մեկ բլոկով, ինչը կրճատում է մասերի թիվը ու փոխանցման ուղիները: Միևնույն ժամանակ, բարձր պտույտիմոմենտների դեպքում հնարավոր է զգալ **ղեկային կառավարումը** (torque steer) և առջևի անվադողերի արագ մաշում՝ վեկտիվ բեռնվածքի պատճառով:

Հետևի քարշակ (RWD) սխեմայում պտույտի մոմենտը հասնում է հետևի դիֆերենցիալին **միջանկյալ լիսեռով**, իսկ քարշակողը հետևի անիվներն են: Սա *բաժանում է* ղեկավարման և քարշակման գործառույթները (առջևը — ուղղություն, հետքը — քարշ), **բարելավում է զանգվածների բաշխումը** և թույլ է տալիս օգտագործել բարձր պտույտիմոմենտ ունեցող շարժիչներ՝ առանց առջևի հանգույցները գերբեռնելու: Թերությունները սովորաբար կապված են թունելի/կարդանի տեղով և ձյան/սառույցի վրա պահանջվող անվադողով ու էլեկտրոնիկայով:



Ամբողջական քարշակող (AWD/4×4) համակարգերը կարող են լինել *մշտական* կամ *միացվող (on-demand)*: Մշտական սխեմաներում կա **կենտրոնական դիֆերենցիալ**, իսկ միացվող տարբերակներում՝ **բազմապատիկ կցագրում (multi-plate clutch/Haldex տիպ)**, որոնք վերաբաշխում են պտույտիմոմենտն առանցքների միջև՝ բարձրացնելով անցունակությունն ու կայունությունը

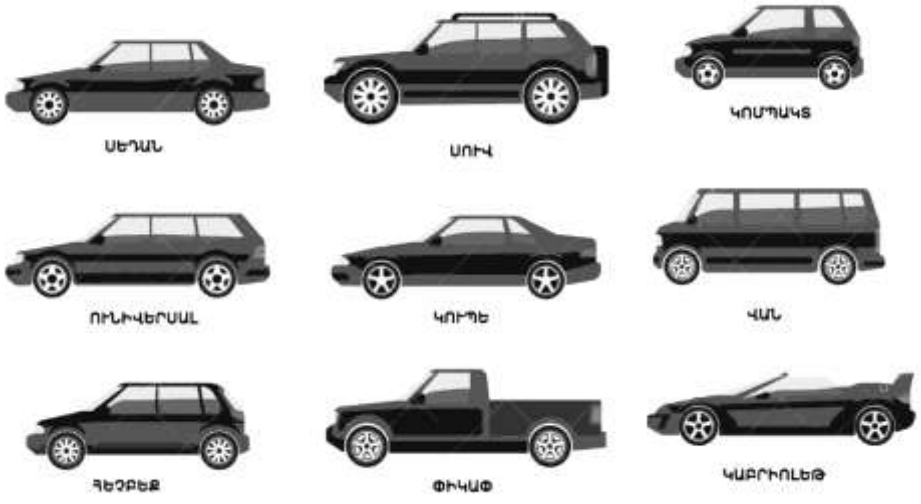
թաց կամ ցածր կպչունությամբ ճանապարհներին: Ընդհանուր կանոնը՝ **AWD**-ը հարմարեցված է մշտական ճանապարհային օգտագործման (կենտրոնական դիֆ/կցագրում), իսկ դասական **4WD**-ը՝ մեխանիկապես արգելափակվող փոխանցատուփով՝ ծանր վայրագայթումներին (օֆրոուդ):

Շարժիչի դիրքը (առջև, միջին, հետև) ազդում է և՛ հավաքագրության, և՛ վարքային կերպարի վրա: Առջև տեղակայումն առավել տարածված է՝ *սառեցման/սպասարկման հասանելիության* պարզության պատճառով: **Միջին տեղակայումը** (շարժիչը՝ կրող առանցքների միջև) մեխանիկորեն նպաստում է **բալանսավորված քաշաբաշխմանը** և ցածր *հանգույցային իներսիային*, ինչն էլ բարելավում է շրջադարձային կայունությունը՝ գնի ու պարագծային մամլիչի հաշվին: **Հետևի տեղակայման** դեպքում շահում ես հետևի անիվների կպչունությունը և արգելակման բաշխման հնարավորությունը, սակայն զգայուն ես արագ «գերադարձի» (oversteer) նկատմամբ և պահանջվում է ճշգրիտ փաթեթավորում/սառեցում:

Շարժիչի դիրք — ազդեցության արագ ուղեցույց

Դիրք	Ինչ է տալիս	Ինչի հաշվին
Առջև	Հասանելի սառեցում/սպասարկում, ծածկում տարբեր թափքերի	Նեղ տարածք առաջ, քաշ՝ առջևում
Միջին	**Բալանս**, ցածր իներսիա, սպորտային կառավարելիություն	Սրահի/բեռնատարածքի զիջում, բարդ փաթեթավորում/արժեք
Հետև	Քարշի կպչունություն, արգելակման բաշխում	**Oversteer**-ի ռիսկ, սառեցման հատուկ լուծումներ

Թափքի տեսակները (սեդան, հեթչբեք, ունիվերսալ, կրոսովեր/SUV, մինիվեն) սահմանում են քաշի, աէրոդինակայի և օգտակար ծավալի տարբեր կոմպրոմիսներ: Սեդանը սովորաբար ունի ցածր դիմադրության գործակից ու հստակ բեռնախցիկ, հեթչբեքը՝ կոմպակտություն ու բազմաֆունկցիոնալություն, ունիվերսալը՝ մեծ բեռնատարածք առանց բարձր կենտրոնի, **կրոսովերը**՝ մեծացված լուսանցք (գրաունդ-քլիրենս) և հաճախ AWD, իսկ **մինիվենը**՝ սրահային մոդուլայնություն 7+ նստատեղերի համար: Այս ընտրությունը հաճախ *շղթայված է* քարշակման սխեմային (օր.՝ քաղաքային FWD կրոսովեր, RWD բիզնես սեդան, AWD ընտանեկան ունիվերսալ և այլն):

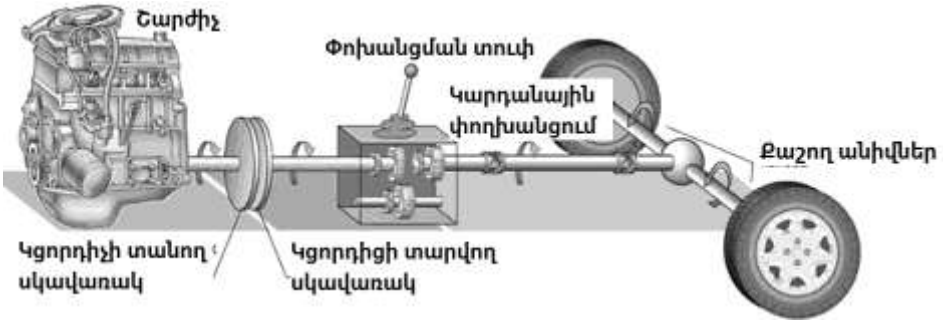


Ամփոփում

Թեթև մեքենաների «ճանապարհային կերպարը» ամենաշատը ձևավորվում է **քարշակման սխեմայից**. FWD-ը տալիս է պարզությանը ու խնայողությանը հարմար փաթեթ, RWD-ը՝ դինամիկ բալանս և ղեկավարում-քարշ բաժանում, իսկ AWD/4×4-ը՝ կայունություն ու անցունակություն դժվար մակերևույթների վրա: Դրանց հետ մեկտեղ **շարժիչի դիրքը** և **թափքի տեսակը** լրացնում են մոզաիկը՝ ապահովելով ճիշտ կոմպրոմիս՝ տարածք ⇄ քաշ ⇄ վարք:

1.3 **Աշխատանքի ընդհանուր սկզբունքներ**

Ավտոմեքենայի աշխատանքը հասկանալու ամենահարմար ձևը երկու զուգահեռ շղթաներն են՝ **էներգետիկ** և **կառավարման**: Առաջինը տանում է *վառելիքից դեպի ճանապարհ*, երկրորդը՝ *փվիչից դեպի ԷԿՄ/ECU և հետ՝ ակտուատորներ*: Երբ այս երկու շղթաներն աշխատում են ներդաշնակ, ստանում ենք հարթ արագացում, կայուն արգելակում, նվազ արտածում և կանխատեսելի վարք:



Էներգետիկ շղթա. Բաքից վառելիքը **վառելիքի պոմպով** (*Топливный насос, Fuel pump*) անցնում է **վառելիքի զտիչ/զտիչով** (*Топливный фильтр, Fuel filter*), մուտք գործում **ներածման կոլեկտոր** (*Впускной коллектор, Intake manifold*) և **շարժիչ** (*Двигатель, Engine*):

Այրման հաշվին առաջացած *պտտող մոմենտը* փոխանցվում է **կցորդիչով** (*Сцепление, Clutch*) դեպի **փոխանցման տուփ** (*Коробка передач, Gearbox/Transmission*), որտեղ ընտրած փոխանցումը համեմատում է **պտույտների (rpm)** և **պտույտիմոմենտի (Nm)** հարաբերակցությունը ճանապարհի պահանջին: Ապա մոմենտը անցնում է **դիֆերենցիալով** (*Дифференциал, Differential*), որը բաշխում է ուժը սրունքի աջ–ձախ անիվներին՝ թույլ տալով նրանց տարբեր պտույտներով անցնել շրջադարձերը, և վերջապես հասնում է **անիվներին** (*Колесо, Wheel*):

Կառավարման շղթա. **Տվիչները** (*Датчик, Sensor*) չափում են աշխատանքային վիճակները, **ԷԿՄ/ECU** (*Электронный блок управления, Electronic Control Unit*) մշակում է տվյալներն ու կառավարում **ակտուատորներին** (ներարկիչներ, վառոցքի տարրեր, արագարարը և այլն): Հիմնական տվիչի իմաստը.

- **CKP** — *Ծնկաձև լիսեռի* (Коленчатый вал, Crankshaft) դիրք/արագություն՝ rpm-ի բազա:
- **CMP** — *գազաբաշխման լիսեռի* դիրք՝ փուլի համաժամեցում:
- **MAF/MAP** — ներածված օդի *զանգվածային հոսք (g/s) / մանիֆոլդի ճնշում (kPa)*՝ բենզինի դոզավորման հիմք:
- **ECT** — հովացման հեղուկի *ջերմաստիճան (°C)*՝ տաքացում/փորձարկման ռեժիմներ:
- **O_2 (լամբդա)** — արտածման թթվածնի պարունակություն՝ խառնուրդի որակի հետադարձ կապ:

  ԷԿՄ-ը հաշվարկում է **ներարկիչների բացման տևողությունը (ms)**, **վառոցքի առաջացումը (°CA)**, կառավարում է **դրոսելի բացվածքը (%/V)**, **EGR/VVT** հանգույցները և պահում է աշխատանքը *փակ շղթայի կարգավորմամբ*՝ ըստ տվիչի հետադարձ կապի:

Արգելակման ու կայունացման ենթահամակարգերը՝ ABS և **ESP/ESC**, այս պատկերում հանդիսանում են կառավարման շղթայի ընդլայնում. անիվների արագության տվիչով, ղեկի անկյան, yaw-rate և կողմնային արագացման տվիչներով համակարգը ճշգրտում է արգելակման ճնշումները՝ կանխելով անիվների արգելափակումը և անկառավարելի սահքը: Այդպիսով, էներգիան «հոսում» է շարժիչից դեպի անիվ, իսկ կառավարումը «հոսի» տվիչից դեպի ԷԿՄ և նորից դեպի ուժային հանգույցներ՝ պահելով մեքենայի վարքն անվտանգ և կայուն:

1.4 Ավտոմեքենայի կառուցվածքային սխեմա

Գրքում օգտագործվող **կառուցվածքային սխեմաները** ցույց են տալիս հանգույցների *փոխադարձ կապերը*՝ գիտակցված պարզեցված տեսքով. **կենտրոնում** են ուժային միավորը՝ **շարժիչը (Двигатель, Engine)** և **փոխանցման տուփը (Коробка передач, Transmission)**, **առաջ հատվածում՝ ներածման ուղին** ու **օդի զտիչն**, **կողքերին՝ կախոցի (Подвеска, Suspension)** հիմնական տարրերը, **ներքևում՝ արգելակային համակարգի**

(**Тормозная система, Brake**) հանգույցները, իսկ **վերևում՝ էլեկտրասարքավորման** և **ԷԿՄ/ECU-ի** կապերը: Այս դասավորությունը թույլ է տալիս արագ «կարդալ» մեքենայի էներգետիկ հոսքերը (այրումից մինչև անիվ) և կառավարման հետադարձ կապը (տվիչից մինչև ակտուատորներ):

Սխեմաների տիպերը՝ ինչն ինչի համար է

- **Կառուցվածքային սխեմա (functional block)**
- **Էլեկտրական/wiring սխեմա**
- **Դասավորության/տեղակայման պատկեր (layout**
- **Հոսքերի քարտեզներ**

Կարևոր հիշեցում՝ SI մոտեցում

Չափումներն ու սահմանումները գրքի ամբողջ ընթացքում նշվում են **SI** միավորներով՝ **V, A, Ω, W, Nm, kPa/bar, °C, mm, rpm**: «Կառուցվածքային սխեման» ձեր առաջին քարտեզն է՝ **որտեղ էներգիան է հոսում** և **որտեղից է գալիս «կառավարումը»**: Եթե սովորեք տեսնել այդ երկու շղթաները մեկ էջում, ապա ցանկացած մեքենայում արագ կգտնեք *վերահսկման միավորների և տվիչի փոխկապակցումը*, նույնիսկ եթե կոնստրուկցիոն մանրամասները փոխված են:

1.5 Միավորներ ու չափեր (ՍԻ) և գործիքակազմ

Ավտոմոբիլային սպասարկումն արդյունավետ է, երբ **չափումները** արվում են **ՍԻ** (Système International) համակարգով և գործիքակազմը ընտրված է այդ չափումների համար: Սա ապահովում է համեմատելի տվյալներ, ճիշտ սեղմման մոմենտներ և էլեկտրական ախտորոշման հստակություն:

ՍԻ-ի հիմքը (գործնական հիշեցում).

- **Ոլորողմոմենտ — նյուտոն·մետր (Nm)**. Թեև պտույտիմոմենտի տարածաչափը համընկնում է էներգիայի հետ, **երբեք joule** չեն օգտագործում պտույտիմոմենտի համար:
- **Ճնշում — կիլոպասկալ (kPa)** կամ **բար (bar)**, որտեղ **1 bar = 100 kPa = 0.1 MPa**:
- **Ջերմաստիճան — °C** (Ցելսիուս):
- **Էլեկտրական մեծություններ — Վոլտ (V)**, **Ամպեր (A)**, **Օմ** (Ω):
- ՍԻ միավորների պաշտոնական սահմանումները հրապարակում է **BIPM** -ը

Ինչ՞ն ինչով ենք չափում (ՍԻ)

Թիրախ	**Ինչ ենք կարդում**	**Տիպիկ միջակայք (ուղեցույց)**	**Միավոր**	**Գործիք**
Լիցքավորում /սնուցում	Մարտկոցի /գեներատորի լարում	12.2–12.8 կանգնած, 13.5–14.8 աշխատող	**V**	**Մուլտիմետր**
Վառելիք (բենզին MPI համակարգ)	Քանոնի ճնշում	≈ 300–400	**kPa**	**Վառելիքային մանոմետր**
Վառելիք (բենզին GDI համակարգ)	Քանոնի ճնշում	≈ 100–300	**bar**	**Սկաներ/տվիչ տվյալ**
Սառեցում	Հովացման հեղուկի ջերմաստիճան	80–105	**°C**	**Սկաներ/-մուլտիմետր**
Գազաբաշխում /թվային	CKP/CMP ալիքներ	0–7000+	**rpm**	**Օսցիլոգրաֆ**
Մեխանիկա	Ձգման մոմենտ	ըստ արտադրողի	**Nm**	**Մոմենտաչափ**

Թվերը ծառայում են որպես **ուղեցույց**. վերջնական նորմատիվները վերցրու կոնկրետ մոդելի փաստաթղթից:

Գործիքակազմ — ինչի համար է յուրաքանչյուրը

Մոմենտաչափ (torque wrench). Պարտադիր է պատասխանատու միացումների համար՝ գլանի գլխիկ, կրուկ/կլան, կախոցի առանցքակալների խցաններ և այլն: Տարբերակներ՝ *beam*, *click*, *digital* (զուգակցվում է նաև անկյան ադապտորով): Ճիշտ օգտագործման սկզբունքներ՝

1. Սահմանիր պահանջվող **Nm՝** ըստ արտադրողի,
2. Քաշիր **միատեսակ** և **հարթ**՝ առանց ցնցման,
3. Ավարտելուց հետո վերադարձրու կարգավորումը մինիմումի (գարնան բեռնաթափում):

   Շատ արտադրողներ կիրառում են **«Nm + անկյան ավելացում»** մեթոդը. նախնական սեղմում **Nm**, ապա՝ որոշակի **անկյան պտույտ (°)**՝

ապահովելու համար պտուտակ–նյութի էլաստիկ հատվածի կանխատեսելի ձգվածքը («torque-angle», հաճախ նաև *TTY* torque-to-yield պտուտակների մոտ):

Մուլտիմետր. Լարումներ/դիմադրություններ/շղթայի անխափանություն (continuity): Օգտագործիր **մասնագիտացված սղանցքներով (back-probe)** կամ փորձնական լարերով, որպեսզի չվնասես կոնեկտորները:

OBD-II սքաներ. Կարդում է DTC/Freeze-Frame և **Mode $01** ընթացիկ տվյալները (PIDs)՝ rpm, MAP/MAF, ECT, O_2, fuel trims և այլն: Սահմանվում է **SAE J1979 / ISO 15031**-5 ստանդարտներով (աշխատում է CAN/K-line և այլ պրոտոկոլներով):

Վառելիքային ճնշման մանոմետր. Միացվում է ռեգուլյատորի/ռեյլի ծառայողական պորտին՝ վավերացնելու համար **kPa/bar** պահանջը (MPI vs GDI տարբեր միջակայքեր):

Կոմպրեսիոմետր. Գլանի սեղմման գնահատում՝ համեմատական չափումով (բոլոր գլանները նույն մեթոդով, բաց գազ, լիովին լիցքավորված մարտկոց):

Վակուումաչափ. Ցույց է տալիս ներածման *դինամիկ վակուումը*՝ թաղանթների, արտահոսքերի, փականի խափանումների «պատկերը» (թրթռման ձևը գնահատվում է ըստ նորմայի):

Օսցիլոգրաֆ. Էլեկտրական ազդանշանի **ձևը և համաժամեցումը**՝ CKP↔CMP, ինժեկտոր/կոճի փուլի հոսանք, O_2 տվիչի արձագանք և այլն: Մանրամասն մեթոդաբանության համար օգտակար է մասնագիտական ուղեցույցը (օր. PicoScope):

«Nm + անկյան ավելացում»՝ երբ և ինչու

Օգտագործվում է, երբ միայն **Nm**-ը չի տալիս բավարար կրկնելիություն՝ շփման գործակցի, պտուտակ–գեղանակի վիճակի և քսուկների փոփոխականության պատճառով: Պատմությունը կարճ է. նախ **նախաբեռնավորում**՝ վերահսկվող միջին պտույտիմոմենտ, ապա **էլաստիկ ձգում անկյան հաշվով**՝ որպեսզի փաստացի ձգվածքը մոտ լինի հաշվարկային արժեքին (հատկապես գլանի գլխիկ/կցակապերի համար): Արտադրողի աղյուսակը միշտ առաջնային է (փուլային լարում, հաջորդականություն, step-եր):

Չափումների գրանցում — նույն ձևաչափը ամբողջ գրքում (SI)

Ամսաթիվ	Աշխատանք	Գործիք	Կետ	Չափված արժեք	Միավոր (SI)	Նորմա	Եզրակացություն
2025-08-15	Լիցքավորման ստուգում	Մուլտիմետր	B+	14.20	**V**	13.5–14.8	OK
2025-08-15	Վառելիք (MPI)	Մանոմետր	Ռեգուլ. պորտ	340	**kPa**	300–400	OK
2025-08-15	Գլանի գլխիկ	Մոմենտաչափ + անկյուն	Փուլ 1 / 2	40 Nm / +90°	**Nm / °**	ըստ OEM	Կատարված

Նույն սյունակներով պահելը թույլ է տալիս արագ համեմատել տարբեր մեքենաներ/այցեր և գտնել շեղումները:

1.6 Սպասարկման ընդհանուր ցիկլեր և փաստաթղթավորում

Սպասարկումը կանխարգելիչ է. նպատակն է պահպանել համակարգերի գործառնական հուսալիությունը, այլ ոչ թե միայն արձագանքել անսարքություններին: Որպես ուսումնական միջին արժեքներ կարելի է հիշել, որ շարժիչի յուղն ու յուղային զտիչը սովորաբար փոխվում են յուրաքանչյուր 8–10 հազար կմ կամ տարին մեկ անգամ, օդային և սալոնային զտիչները՝ մոտ 15–20 հազար կմ, վառելիքի զտիչը՝ 30–60 հազար կմ միջակայքով՝ կախված մատակարարման համակարգի տեսակից, արգելակային հեղուկը՝ երկու տարին մեկ, իսկ վառոցքի մոմերը՝ 30–60 հազար կմ: Ավտոմատ փոխանցման տուփերում (AT/CVT/DCT) հեղուկի փոխման միջակայքը կախված է արտադրողի կարգավորումներից և շահագործման պայմաններից: Սպասարկման ընթացքում պարտադիր է ձևակերպել աշխատանքի պատվերը, լրացնել ստուգաթերթը, գրանցել OBD-II կոդերը և Freeze Frame տվյալները, ինչպես նաև արձանագրել օգտագործված նյութերն ու պահեստամասերը՝ ապահովելով հետագա վերահսկելիություն և որակի գնահատում:

Ստուգողական հարցեր

1. Բացատրեք, թե ինչպես է պտտող մոմենտը շարժիչից հասնում անիվներին՝ քայլ առ քայլ:
2. Որո՞նք են առջևաքարշ, հետևաքարշ և ամբողջաքարշ սխեմաների հիմնական առանձնահատկությունները և կիրառության դաշտերը:
3. Ինչպե՞ս է ԷԿՄ-ը օգտագործում տվիչի տվյալները շարժիչի աշխատանքը կարգավորելու համար:
4. Ինչո՞ւ է մոմենտաչափը պարտադիր պատասխանատու միացումների համար և ինչպես է կիրառվում «Nm + անկյուն» մեթոդը:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Ընդհանուր նախաստուգում

Կատարեք արտաքին և վիզուալ ուսումնասիրություն՝ արտահոսքերի, վնասվածքների, գուլպաների և կապակցիչների վիճակի գնահատմամբ: Ստուգեք անիվների ճնշումները և լուսային սարքերի աշխատանքը, գրանցեք շեղումները աշխատանքային քարտում:

Ա2. Էլեկտրական և OBD-II արագ ախտորոշում

Չափեք մարտկոցի լարումը անջատած և գործող շարժիչի դեպքում, ապա OBD-II սքաներով կարդացեք DTC-ները և դիտեք Live Data-ից ECT, STFT/LTFT, O_2 տվիչի արձագանքը: Կարճ գրավոր եզրակացությամբ նշեք՝ արդյոք խառնուրդը հարստացած է, թե աղքատ:

Ա3. Սպասարկման պլանի ձևավորում

Տրված ընթացիկ ցուցանիշների (քմ, տարի, հեղուկների վիճակ) հիման վրա կազմեք մեքենայի հաջորդ 12 ամիսների ուսումնական սպասարկման պլանը՝ նշելով առաջնահերթությունները և հիմնավորումները:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Շարժիչը դժվար է գործարկվում** (**սառը/տաք**) — նախ չափեք մարտկոցի լարումը և գործարկիչի հոսանքը, տեսեք՝ արդյոք լարային անկում կա հողի կամ հիմնական կաբելների վրա. հաճախ պատճառը օքսիդացված կոնտակտն է կամ հնացած մարտկոցը: Եթե էլեկտրական մասը բարենորմալ է, ստուգեք վառելիքի ճնշումը՝ թույլ պոմպը կամ խցանված զտիչն առաջացնում են երկար գործարկում:

2. **Ոգևորության պակաս և անկայուն դատարկքայլ** — դիտեք Live Data-ից MAF/MAP արժեքները և կարճաժամկետ/երկարաժամկետ շտկումները (STFT/LTFT). օդային արտահոսքը ներածման մասում կամ կեղտոտ դրո-

սելը խախտում են խառնուրդի հավասարակշռությունը: Մոմերի և վառոցքի կոճների վիճակը նույնպես պետք է ստուգել:

3. **Գերտաքացում կամ ջերմաստիճանի տատանումներ** — սառեցման համակարգում մակարդակի անկումը, թերմոստատի խափանումը կամ ռադիատորի խցանումը բնորոշ պատճառներ են: Շարժիչը սառը վիճակում ստուգեք ընդարձակման տարայի մակարդակը, աշխատանքում՝ ռադիատորի տաքացման համասեռությունը և օդափոխիչի միացումը:

4. **Փոխանցման «սայթաքում» ավտոմատ տուփում** — ATF-ի մակարդակը և գույնը ցուցիչ են. վարդագույն թափանցիկ հեղուկը նորմալ է, մուգ և այրած հոտը՝ վատ սպասարկման նշան: DTC-ների առկայության դեպքում դիտեք սոլենոիդների աշխատանքը և փականատան ճնշումները:

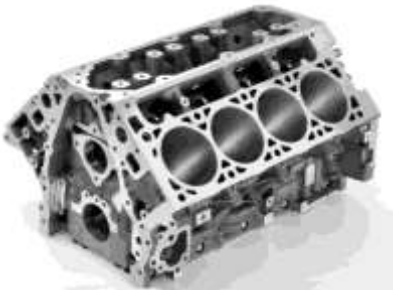
5. **Քաշում կողմերից և թրթռումներ շարժման ժամանակ** — հավասարեցրեք անիվների ճնշումները, ստուգեք կախոցի հենաթևերը, առանցքակալները: Սխալ հետագծավորումը (toe/camber/caster) նույնպես առաջացնում է ուղղության խախտում և անհավասար մաշում:

Գլուխ 2. Շարժիչի մեխանիկա
(բլոկ, գլան, մխոց, շարժաձող, ծնկաձև լիսեռ)

Շարժիչի մեխանիկական մասը կազմում է ուժային միավորի «մարմինը», որտեղ **քիմիական էներգիան** փոխակերպվում է **պտտող մոմենտի**: Այս գլուխը բացատրում է, թե ինչպես են իրար հետ աշխատում **բլոկը**, **գլան–մխոցային խումբը**, **շարժաձողը** և **ծնկաձև լիսեռը**, ինչպես է կազմակերպված **գազաբաշխման մեխանիզմը**, ինչ չափագրական նորմեր են կարևոր հուսալիության համար, և ինչպե՛ս են հայտնաբերվում մաշումները, արտահոսքերը ու ճնշման կորուստները: Բոլոր տերմինները տրված են հաստատված բառարանի համաձայն (առաջին հիշատակմանը՝ նաև ռուս./անգլ. համարժեքները), ապա շարունակվում են հայերենով:

2.1 Բլոկի կառուցվածք և նյութեր

Բլոկը (*Цилиндровый блок, Cylinder block*) շարժիչի կրող «կմախքն» է. նրա մարմնում են ձուլված **գլանների նստավայրերը**, **հովացման հեղուկի անցուղիները** և **յուղման անցուղիները**: Բլոկն է միացնում ու եզրափակում ուժային շղթան՝ վերևում **գլանի գլխիկը**, ներքևում՝ **ծնկաձև լիսեռը (Коленчатый вал, Crankshaft)** իր **առանցքակալներով (подшипник, bearing)**:



Նյութեր.

- **Գլանի գլխիկ** — ամուր նյութ, տաքացման դեպքում կայուն, ունի բարձր կայունություն մաշվածության դեմ և հարմար է ինտենսիվ շահագործման համար:
- **Ալյումինե բլոկ** — թեթև է, բարելավում է *քաշաբաշխումը* և տաք/սառը ցիկլերի արագ արձագանքը: Ալյումինի ավելի մեծ ջերմային ընդար-

ձակման պատճառով գլանների աշխատատարածքը ապահովվում է **լայներով (liner)** կամ **մաշակայուն ծածկույթներով**:

Գլանների մակերեսավորում.

- **Ներդրակներ (вкладыши, liner)** —
  - **Չոր ներդրակ (liner)** (*dry*)՝ կրող մարմնին սերտ *նստեցված*, հովացման հեղուկին ուղիղ չի շփվում:
  - **Թաց ներդրակ (liner)** (*wet*)՝ շփվում է հովացման հեղուկի հետ, ապահովում է լավ ջերմահանություն, պահանջում է հերմետիկ օղակներ:
- **Ծածկույթներ (покрытия)** — **նիկել-կարբիտ-սիլիցիում (Ni–SiC)**, կամ այլ փոշային/սփրեյ ծածկույթներ, որոնք բարակ շերտով բարձրացնում են մաշակայունությունն ու նվազեցնում շփումը՝ առանց առանձին լայների:

Գեոմետրիա և դասավորություն.

- **Շարային (inline) գլաններ** — պարզ կառուցվածք, կոմպակտ «գլուխ», լավ սպասարկելիություն:
- **V-աձև** — կրճատում է շարժիչի երկարությունը, բարելավում է *կոմպակտությունը*, սակայն բարդացնում է սառեցման/յուղման ուղիները: V անկյունը (օր.՝ 60°, 90°) կախված է հավասարակշռության պահանջից:

  Բլոկի ներքին *կարծակաև ցանցը* (webbing) և **գլխավոր կամարակապերը** (main webs) սահմանում են կոշտությունը և աղմուկ–թրթռում–կոպտության (*NVH*) վարքը:

Վերին գլխիկ «головка» (deck).

Դեկի մակերեսը պետք է լինի *հարթ և չեզոքացված*, որպեսզի **գլանագլխի միջադիրի (gasget)** խցիչը պահի քամուց/քայքայումից: Կա երեք հիմնական կառուցաձև.

- **Բաց deck** — սառեցման լայն անցքեր գլանների շուրջ; հարմար է սառեցման համար, բայց համեմատաբար փափուկ է:
- **Կիսափակ (semi-closed)** — լրացուցիչ կամուրջներ՝ լույս/կոշտության բարելավման համար:
- **Փակ deck** — բարձր կոշտություն մեծ ճնշումների համար (օր. բարձր լցվողություն), բայց սառեցման ուղիները ավելի «նեղ» են:

Բլոկ (блок цилиндров)

Ընդհանուր

Բլոկը շարժիչի հիմնական հրահանգային մասը է. նրա կորպուսում են ձևավորվում գլանները/գիլզաները, կռունկ լիսեռի գլխավոր առանցքակալների պոստելները (постели коренных подшипников) և գազաբաշխման հանգույցների հենակետերը: Բլոկի ստորին մասը միաժամանակ կազմում է կարտերը (картер, crankcase), որն ավարտվում է յուղախողի «պադդոնով» (поддон):

Գլխավոր առանցքակալների միացում

- **Կափարիչներ** (крышки коренных подшипников)՝ պտուտակներով ամրացվող կիսալուսնաձև տարրեր, որոնք «կողպում» են կռունկ լիսեռի գլխավոր առանցքակալների պոստելները:
- **Ստորին օպորային սալ/բեդփլեյթ** (опорная плита, *bedplate*)՝ տարբեր կոնստրուկցիաներում բոլոր պոստելները միացվում են մեկ սալ-պլիտայի մեջ՝ ստանալով բարձր կոշտություն և ձևաբեկման կայունություն ծանր ռեժիմներում:

Կարտեր և դրա օդափոխություն (PCV)

Բլոկ–կարտեր համակորպուսը (блок-картер) ստեղծում է ներքին ծավալ, որտեղ առաջանում են կարտերային գազեր. դրանց վերահսկվող հեռացումը կատարվում է կարտերի օդափոխության համակարգով (PCV)՝ յուղի կորուստը/ճնշումը կառավարելու և արտահոսքերը նվազեցնելու նպատակով:

Յուղման և սառեցման ուղիներ

- **Յուղման անցուղիներ** (масляные каналы)՝ սնուցում են ճնշված յուղով գլխավոր/միջանկյալ առանցքակալները, իսկ որոշ շարժիչներում՝ նաև **մխոցի հատակի սառեցման ֆորսունքները** (масляные форсунки охлаждения поршня):
- **Ջրի շապիկ** (водяная рубашка)՝ գլանների շուրջ շրջանցիկ խոռոչներ, որոնք հեռացնում են ջերմությունը դեպի ռադիատոր և հավասարեցնում ջերմային դաշտը:

Պատրաստման եղանակներ

- **Ավազաձուլում** (литьё в песчаные формы)՝ տեխնոլոգիապես ճկուն է բարդ երկրաչափությունների համար, հարմար է փոքր/միջին սերիաների դեպքում:
- **Կոկիլային ձուլում / կիսամշտական կաղապար** (литьё в кокиль) և **ալյումինի համար ձուլում ճնշման տակ**՝ բարձր արտադրողակա-

նություն և լավ մակերեսային որակ, լայնորեն կիրառվում են ալյումինե բլոկների արտադրությունում:

- **Գլանի գլխիկ՝ «վերմիկուլյար» գրաֆիտով (CGI)** — *чугун с вермикулярным графитом, Compacted Graphite Iron.* օգտագործվում է, երբ պետք է համադրել գլանի գլխիկի սառտությունը ավելի ցածր քաշի/լավ ջերմահաղորդության հետ (բազմաթիվ ժամանակակից բլոկներում/գլխիկներում կիրառվող նյութաբանություն):

Մեքենայացում և վերջնական մշակում

Բլոկի մեքենայական մշակումը սովորաբար ներառում է.

- գլանների **ներտաշում/հոնինգ**՝ մակերեսի ճշգրտության և յուղային ցանցի ապահովման համար,
- համառանցքային ներտաշում և հիմնական առանցքակալների անկողնակների հոնինգ (*line-boring / line-honing*)՝ գլխավոր առանցքակալների համակենտրոնության և համակոորդինացիայի ապահովման համար,
- **մակերեսի հարթեցում**՝ գլանի գլխի (ГБЦ) հերմետիկ ծածկույթի համար,
- յուղային/հովացման ուղիների **ծայրահեղ մշակում և խցանների տեղադրում,**
- (կոնստրուկցիայից կախված) **գիլզաների մամլահաշարք** և **նստեցումների «նեղացնող» (interference) հարմարեցումներ**՝ ճշգրիտ բացվածքներով:

  Այս գործողությունները միտված են ապահովել երկրաչափական ճշգրտություն (սոսնություն, ուղղահայացություն), մակերեսների մաքրություն և հերմետիկություն՝ սպասարկման երկար կյանք ստանալու համար:

2.2 Գլան–մխոց–օղակներ. մակերեսներ և բացակներ

Գլանը (*Cylinder*) շարժվող **մխոցի** (*Поршень, Piston*) համար ձևավորված ճշգրիտ ալիք է. այս զույգը կազմում է այրման խցիկի մեխանիկական սահմանը և որոշում է **սեղմման պահպանումը**, **յուղի կառավարման** մակարդակը և շարժիչի **մաշման արագությունը**: Մխոցը սովորաբար **ալյումինե ձուլվածք** է (քաշ/ջերմափոխանակություն), գլխիկի ձևը կապված է այրման խցիկի երկրաչա-

փությանը: Մխոցի վրա տեղադրվում են երեք հիմնական **մխոցային օղակներ**՝ երկու **սեղմման օղակ** և մեկ **յուղահավաք** (սովորաբար՝ 3-մասանոց՝ expander + երկու բարակ քանոն):

Մակերեսներ ու նյութաբանական հիմք. Գլանի աշխատատարածքը ստացվում է բլոկի նյութից՝

- **Թուջ**՝ լավ մաշակայունություն և չափային կայունություն,
- **Ալյումինե** բլոկը թեթև է, սակայն գլանների պատերի մաշակայուն կյանքը ապահովելու համար սովորաբար պահանջում է լայներ (չոր/-թաց) կամ մաշակայուն ծածկույթ (օր. Ni–SiC, «նիկասիլ»): Մակերեսը ավարտվում է հոնինգով՝ հղկմամբ «խաչաձև սպորով», որը պահպանում է բարակ յուղային ֆիլմը և կայունացնում օղակ–պատ շփումը: Հոնինգից հետո ցանկալի է պլատո-հոնինգ (մակերևույթի «պիկերի» կրճատում), որպեսզի օղակների նստեցումը արագ լինի, յուղապահպանումը՝ բավարար:

Օղակների գործառույթը և կողմնորոշումը.

Մխոցային օղակների հիմնական նպատակն է ապահովել սեղմումը, կարգավորել յուղային թաղանթը և նվազեցնել գազերի արտահոսքը դեպի քարթեր: Առաջին **սեղմման օղակը** պահում է հիմնական սեղմումը (հաճախ՝ **պողպատից՝ մոլիբդենային ծածկույթով**՝ մեծացնելու մաշակայունությունը): Երկրորդ **սեղմման օղակը** լրացուցիչ աջակցում է սեղմման պահպանմանը և միաժամանակ մասամբ կատարում է յուղքերծման գործառույթը. կիրառվում են **Napier** կամ **թեք-եզրային (taper-face)** պրոֆիլներ՝ պատերից ավելորդ յուղը վերացնելու համար: **Յուղքերծ (յուղահավաք) օղակը** կառավարում է **յուղային թաղանթի** հաստությունը և հետ է մղում յուղը դեպի **քարթեր՝ հետահոսքի անցքերի** միջոցով:

Օղակների վրա սովորաբար կա «**TOP**» նշում, որը ցույց է տալիս վերևի կողմը՝ ճիշտ կողմնորոշման համար: Տեղադրման ժամանակ օղակների **բացերը** (օղակի «կողպեքները») տեղաբաշխվում են միմյանցից մոտ 120°-ական հեռավորությամբ, որպեսզի բացերը նույն գծի վրա չընկնեն. սա նվազեցնում է պատերի արագ **քերծվածքի** (scuffing) առաջացումը և մխոցային գազերի **արտահոսքը (blow-by)**: (Եթե արտադրողը սահմանում է այլ անկյունային սխեմա, պետք է հետևել հենց նրա հրահանգներին:)

Մխոց–շարժաձող–մխոց. Մխոցը **շարժաձողին** (*Шатун, Connecting rod*) կապվում է **մխոցային մխոցով** (*piston pin*)՝

- **լողացող** (full-floating)՝ մխոցը «լողում» է և մխոցի, և շարժաձողի **ականոցի** (*втулка, bushing*) մեջ, ամրացվում է կողային ապահովիչներով,
- **մամլված** (press-fit)՝ մխոցը մամլված է շարժաձողի վերին ծայրում, մխոցում «ազատ» է:

  Ականոցի **բացակ** (μm մակարդակ) ընտրում են՝ ըստ նյութերի ջերմային ընդարձակման և յուղային ֆիլմի ապահովության:

Բացակ (зазоры) և ձևաչափեր (SI)

Ստորև բերվածն **ուղեցույցային տրամաբանություն** է. միշտ նախապատվությունը տվեք կոնկրետ մոդելի արտադրողի նորմատիվներին:

1) **Օղակի բացակ (ring end gap)** — հաշվարկի պարզ կանոն (SI).
   - 1-ին սեղմման օղակ՝ Gap ≈ 0.003…0.004 × Bore_mm
   - 2-րդ սեղմման օղակ՝ Gap ≈ 0.004…0.005 × Bore_mm
   - Բարձր ջերմաբեռնվածության (տուրբո/գազ) դեպքում՝ ավելացրու **+10…20%**:

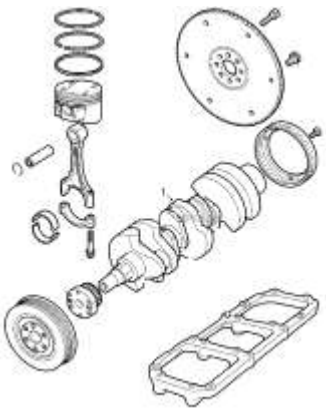
     Օրինակ՝ 86 mm բորին 1-ին օղակի բացը ≈ 0.26…0.34 mm կարգի է:

     Շատ փոքր բացը հանգեցնում է **օղակների բախմանը/կպչելուն** (ջերմային ընդարձակման պահին), իսկ չափազանց մեծը՝ **սեղմման կորուստի** և յուղի ծխման:

2) **Օղակի կողային բացակ (groove side clearance)** — չափվում է սղոցաչափով մխոցի ակոսի և օղակի միջև. նպատակը՝ ազատ **լեղկում**՝ առանց «դոլժին» բարձրացման: Սովորական կարգը՝ **տասնյակ μm**. կոնկրետ թիվը՝ ըստ օղակի տիպի և արտադրողի:

3) **Մխոց–պատ (piston-to-wall clearance)** — որոշվում է մխոցի նյութից/կառուցածևից.
   - Ցածր ընդարձակմամբ **հիպերէվտեկտիկ** ալյումին՝ սովորաբար ավելի **փոքր** բացակ,
   - **Դարբնված** (forged) ալյումին՝ պահանջում է **մեծ** բացակ (տաքանալիս ավելին է «քաշում»): Սա **միանգամայն մոդելային** մեծություն է (քաղաքային մոտորների կարգը՝ հարյուրավոր μm), չափվում է մխոցի «գեյջ-կետում» (սովորաբար՝ գոգնոցի եզրից որոշակի հեռավորության վրա և **մխոցին ուղղահայաց** ուղղությամբ):

4) **Գլանի գեոմետրիա** — չափիր 3 բարձրությունների վրա (վերև/միջին/ներքև) և երկու ուղղությամբ (մխոցին **զուգահեռ** և **ուղղահայաց**)՝ ստանալու համար **կոնուսաձևությունը** և **օվալությունը**: Շեղումները հաշվարկվում են **μm**-ներով. եթե սահմանայինը գերազանցված է, կիրառվում է *վերաբոր/վերահոնինգ*՝ համապատասխան **վերանորոգման չափին**:



Մաշման և սխալ տեղադրման ախտանիշներ

- **Ցածր կոմպրեսիա** կամ **բարձր blow-by** — մեծ օղակային բացեր, աղավաղված գլան/օղակների կողմնորոշման սխալ:
- **Յուղի ծխում** (**կապույտ**) — յուղահավաք օղակի խցանում, drain-back անցքերի դեֆեկտ, մեծ մխոց–պատ բացակ:
- **Թխկոց «սառը»** — չափազանց մեծ piston-to-wall, դարբնված մխոցի դեպքում՝ նորմայի սահմաններից դուրս բաց:
- **Օղակի կպչում/պատռված ակոս** — փոքր բաց, գերտաքացում, հոնինգի սխալ մակերեսաբանություն:

Ամփոփում

Գլան–մխոց–օղակներ ենթահամակարգը աշխատում է կայուն, երբ երեք հիմնական գործոն միաժամանակ ճիշտ են կարգավորված.

1. **Մակերեսի վերջնական մշակում** (հոնինգ/պլատո-հոնինգ),
2. **Բացակի չափի (зазор) ճիշտ պահպանում**,
3. **Նյութերի ջերմային վարքի** հաշվառում:

Գործնականում՝ **օղակի բացվածքը** հաշվարկիր SI **միավորային համակարգով**, **մխոց–պատի բացակը** ընտրիր ըստ **մխոցի տեսակի** (ձուլած/կռած, ծածկույթներ և այլն), իսկ **գլանի գեոմետրիան** հաստատիր չափումներով **երկու ուղղությամբ** (քարշակող/հակաքարշակող) և **եռ բարձրությամբ** (վերին, միջին, ստորին գոտիներ): Այս մոտեցմամբ ստացվում է **սեղմման կայունություն**, **ցածր յուղի սպառում** և **երկար ծառայության ժամկետ**՝ այն հենքը, որի վրա արդեն կարելի է հենել շարժիչի մնացած նուրբ կարգավորումները:

2.3 Շարժաձող և ծնկաձև լիսեռ. հավասարակշռում և յուղում

Շարժաձողը (*Шатун, Connecting rod*) կապում է **մխոցը** (*Поршень, Piston*) **ծնկաձև լիսեռին** (*Коленчатый вал, Crankshaft*)՝ *ուղղահայաց շարժումը* փոխարկելով *պտույտի*: Այդ փոխարկումը տեղի է ունենում **պարանոցների** և **առանցքակալների** միջոցով՝ պահպանելով յուղի բարակ ֆիլմը ու նվազ շփումը: Վերին ծայրում տեղադրված է **ականոց** (*втулка, bushing*)՝ մխոցային **մխոցի** (*палец поршневой, piston pin*) համար, ստորինում՝ **շարժաձողի առանցքակալներ** (*rod bearings*):

Ծնկաձև լիսեռը կրում է **գլխավոր պարանոցներ** (main journals) և **թևային պարանոցներ** (rod journals): Այն պատրաստվում է **կռումից** (*forged*) կամ **ձուլումից**, ունի **ֆիլետային շրջադարձեր** (լարվածությունների ցածրացման համար) և ծայրում **պտտումների ճնշիչ** (*демпфер крутильных колебаний, torsional damper*)՝ թորսիոնային թրթռումները մարելու համար: Լիսեռի հակակշիռներն ապահովում են **հավասարակշռումը**, իսկ փոքր աշխատանքային ծավալներում հաճախ կիրառվում են նաև **հավասարակշռող լիսեռներ** (*balance shafts*)՝ երկրորդական իներսիաները չեզոքացնելու համար:

Կառուցվածք՝ ինչից է կազմված «զույգը»

- **Շարժաձող (I-beam / H-beam պրոֆիլ)**. Պողպատե կռում՝ ուժ/քաշ հարաբերակցության համար: Ստորին «կափարիչը» ամրացվում է **պտուտակներով** (հաճախ torque-to-yield), որոնց ճիշտ ձգումն անմիջականորեն ազդում է առանցքակալների կյանքին:

- **Վերին ծայրը**. **Ականոց (bushing)**՝ սովորաբար բրոնզաձույլ, նախատեսված **մխոցի** համար (*full-floating* կամ *press-fit* կառուցաձևով):

- **Ստորին ծայրը**. Երկկտոր նստավայր՝ **ներդրվող առանցքակալներով** (bi-/tri-metal շերտեր)՝ հարմարեցված hydrodynamic յուղապահ ֆիլմին:
- **Ծնկաձև լիսեռ**. Հիմնական/թևային պարանոցներ, **անցքակալված յուղային ալիքներ** (cross-drilled), **հակակշիռներ**, **դեմփեր**, իսկ մյուս ծայրին՝ **լվաշկ/ֆլայվիվիլ** (իներոցիա-կուտակիչ՝ հարթ պտույտի համար):

Յուղման տրամաբանություն (SI)

Յուղի պոմպը *(Масляный насос)* ➜ **հիմնական մագիստրալ** *(масляная магистраль)* ➜ **գլխավոր առանցքակալներ** *(коренные подшипники коленвала)* ➜ **ծնկաձև լիսեռի ներքին անցքեր** *(масляные каналы коленвала)* ➜ **շարժաձողի պարանոցներ** *(шатунные шейки)* ➜ **շարժաձողի առանցքակալներ** *(шатунные подшипники)* ➜ երբեմն նաև **շարժաձողի վերին գլխիկի ականոց՝ մխոցի մխոցի յուղում** *(втулка верхней головки шатуна / смазка поршневого пальца)*: Պտտվող **պարանոցը** *(шейка)* յուղը «քաշում է» առանցքակալ–պարանոց բացթողման մեջ և ձևավորում **սեպաձև յուղային թաղանթ** — *гидродинамический клин (масляный клин)*, որը **բաժանում է մետաղ–մետաղ շփումը**. այստեղ կարևոր են՝

- **Յուղի մածուցիկությունը** *(вязкость масла, SAE)* — չափազանց բարակ՝ թաղանթը դժվա՛ր է պահում, չափազանց խիտ՝ սովածություն/ճնշման կորուստ սառը պահին:
- **Բացակը** *(зазор)* — փոքր՝ գերտաքացում/սեղմում, մեծ՝ ճնշման անկում, «թխկոց»:
- **Յուղի ճնշումը** *(давление масла)* — պետք է լինի նորմայում; **շեղթապանակը/ռեդուկցիոն փականը** *(предохранительный/редукционный клапан)* պետք է աշխատի ճիշտ:
- **Մաքրությունը և զտումը** — **յուղի զտիչ** *(масляный фильтр)* և մաքուր յուղ՝ առանց մետաղական մասնիկների/կեղտի:
- **Լիսեռի ու առանցքակալների գեոմետրիան** — օվալայնություն/կոնուսայնություն *(овальность/конусность)* և մակերևույթի որակ *(микрошероховатость)* պետք է լինեն նորմայում:
- **Ջերմաստիճանը և պտույտը** — բարձր պտույտում սեպը ավելի կայուն է, իսկ սառը–դատարկքայլում սեպը թույլ է, հետևաբար ճիշտ յուղն ու մակարդակը կենսական են:

Յուղի **ճնշման անկումը** *(падение давления масла)* կամ **յուղի աղտոտումը** *(загрязнение масла)* արագ բերում է **քարքարության** *(задиры)*, **պարանոցի scoring/կպչման** *(задиры/прихват шейки)*, **ներդրակի շրջման** երևույթի *(проворот вкладыша)*, բարձր աղմուկի և լուրջ վնասների: Այդ պատճառով **յուղանցքները** *(масляные каналы)*, յուղի զտիչի վիճակը և քարտերի յուղի մակարդակը պարտադիր է մշտապես վերահսկել:

Հավասարակշռում (балансировка)՝ ինչու և ինչպես

Շարժիչի յուրաքանչյուր գլան ունի **առաջ–հետ** շարժվող զանգվածներ (մխոց + մխոց + շարժաձողի «վերին» մասը), որոնք ստեղծում են **առաջնային** և **երկրորդային** իներսիոն ուժեր:

- **Հակակշիռներ՝ ծնկաձև լիսեռի վրա**. Նահանջում են առաջին կարգի ուժերը և նվազեցնում են առանցքակալների բեռնվածքը:
- **Հավասարակշռող լիսեռներ (balance shafts).** Inline-4 շարժիչներում սովորաբար մեկ զույգ, պտտվում է *կրկնակի արագությամբ*, չեզոքացնելու համար երկրորդական իներսիաները (հարթ աշխատանք՝ հատկապես 2.0L կարգում):
- **Կառուցաձևային տարբերություններ**. Inline-6 գրեթե «բնականորեն» հավասարակշռված է, V-6-ում 60° անկյունը բարենպաստ է, 90° տարբերակում հաճախ օգտագործվում են **բաժանված պիներ** (split-pin): V-8-ում **cross-plane** լիսեռը հարթ է լարումների առումով, **flat-plane**-ը թեթև է/արագապտույտ, բայց պահանջում է ավելի խիստ հակակշիռային հաշվարկ:

Թորսիոնային դեմփերը (դեմպֆեր) մարում է լիսեռի ոլորային տատանումները՝ կանխելով ճաքերը ֆիլետներում, keyway-ի խոփումը և **ռեզոնանսային** ռեժիմները, որոնք վնասում են և՛ լիսեռին, և՛ փոխանցման հանգույցներին:

Բացակներ, կողմնացույցներ և չափագրություն (SI)

Ցույց տրվող թվերը **ուղեցույցային տրամաբանություն** են. կոնկրետ նորմատիվները վերցրու արտադրողի աղյուսակներից:

- **Առանցքակալների բացակ (գլխավոր/շարժաձող)**. Շատ փոքր է՝ **միկրոմետրերի կարգի**: Նպատակը՝ պահել **յուղային «սեպը»**, որ մետաղները չկպչեն: Ստուգում՝ Plastigage կամ չափիչ գործիքներով (ՍԻ միավորներով):

- **Կողային բաց (rod side clearance).** Պետք է լինի փոքր, բայց գոյություն ունենա, որ յուղը վերադառնա և «սահք»-ը կայուն մնա: **Կարևոր թիվը**՝ մոտ **0.1–0.4 mm** (ուղեցույց), մնացածը՝ ըստ ձեռնարկի:
- **Աքսիալ ազատք (crankshaft endplay).** Կռանկի առաջ-ետ փոքրը շարժում՝ **մմ կարգի շատ փոքր արժեք**: Չափվում է ցուցիչով՝ հատուկ հենակետերով:
- **Պտուտակների ձգում**. միշտ սեղմիր **մոմենտաչափով (Nm)**, իսկ պատասխանատու միացումների համար՝ **Nm + անկյուն**: TTY (torque-to-yield) պտուտակները սովորաբար **չեն կրկնօգտագործվում**:

Ինչու է կարևոր. Չափազանց «փակ» = տաքացում/մաշում, չափազանց «բաց» = ցածր ճնշում/աղմուկ: Ճիշտ բացակը + ճիշտ սեղմումը = լուռ, կայուն և երկար կյանք:

Գործնական նշումներ՝ որակյալ հավաքման համար

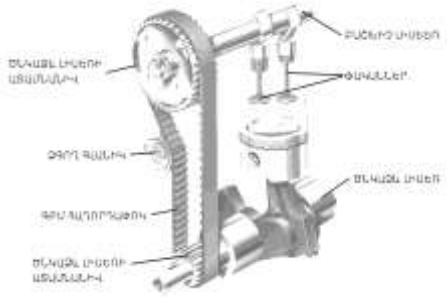
- **Մակերեսի մաքրություն**. առանցքակալների նստեցումները պետք է լինեն *հարթ ու չոր*, յուղը՝ մաքուր/զտիչված:
- **Կոնցենտրիկություն ու runout.** ծնկաձև լիսեռի **runout**-ը չափիր **μm**-ներով՝ կախվելուց առաջ, շեղումը բերում է տեղային յուղասոցի փլուզման:
- **Անցքերի համընկնում**. շարժաձողի «քիթ»-ի յուղային անցքը պետք է համընկնի առանցքակալի feed-հրոցի հետ:
- **Դեմփերի վիճակ**. ճեղքված/պոկված ռետինե մատանի ունեցող դեմփերը չի մարում թորսիոնային peak-երը՝ արագացնելով մաշումը:
- **Հավասարակշռում հավաքումից հետո**. լիսեռը, լվաշկը, դեմփերը, շարժաձող–մխոց հավաքները **կշռաբալանսավորիր** մեկ փուլի մեջ՝ նվազ NVH և առանցքակալների բեռնաբաշխման հավասարեցում ստանալու համար:

Ամփոփում

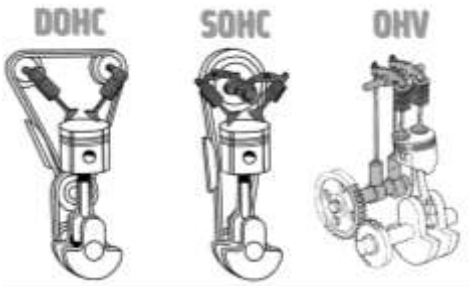
Շարժաձող–ծնկաձև լիսեռ մեխանիզմը շարժիչի *կենսաբանական սիրտն է*. այն պետք է լինի **հավասարակշռված**, **ճիշտ յուղվող** և **ճիշտ բացակներով** հավաքված: Հակակշիռները և (անհրաժեշտության դեպքում) **հավասարակշռող լիսեռները** ապահովում են հանգիստ աշխատանք, իսկ hydrodynamic յուղային սահանոցը՝ ցածր շփում ու երկար կյանք: Պահպա-

նիր SI միավորները, ստուգիր clearance-ները **μm/mm** ճշտությամբ և անպայման հետևիր պտուտակների Nm + ° կարգերին, որպեսզի այս զույգը աշխատի հուսալի, ինչի մեղմ և դիմանա ծանր ռեժիմներին:

2.4 **Գազաբաշխման մեխանիզմ (վերահսկվող փականներ, ժամանականիշով դիրքավորում)**



Գազաբաշխման մեխանիզմի (Газораспределительный механизм) շարժումն ապահովվում է կամ **ժամկետային գոտիով** (ремень ГРМ), կամ **ժամկետային շղթայով** (цепь ГРМ). գոտին լուռ, թեթև ու մատչելի լուծում է և չի պահանջում յուղ, բայց ունի պարտադիր կանխարգելիչ փոխարինման ժամկետ, իսկ շղթան սովորաբար ավելի դիմացկուն է և հարմար կոմպակտ դասավորությունների համար, սակայն զգայուն է յուղի որակին ու մակարդակին, ինչպես նաև **ձգիչների/սահակների** (натяжители/башмаки) մաշմանը և երկարացմանը. ընտրությունը կախված է շարժիչի դասավորությունից, սպասարկման մոտեցումից և փաթեթավորման խտությունից: Բաշխիչ լիսեռների ծավալմամբ տարբերում են **SOHC** (Single Overhead Cam — один распредвал վերի գլխիկում), որտեղ մեկ լիսեռը սպասարկում է երկու փականների շարքը և լուծումը պարզ ու մատչելի է, **DOHC** (Double Overhead Cam — два распредвала), որտեղ ներածման /արտածման լիսեռները տարանջատված են՝ ապահովելով ավելի մեծ **բարձրացում** (lift), **տևողություն** (duration) և ճկուն **փուլավորում** (фазирование) բարձր պտույտներում «շնչառության» պահպանմամբ, և **OHV/pushrod** (нижневальный со штангами), երբ բաշխիչը բլոկում է, շարժումը փոխանցվում է **պուշրոդներով** (штанги) դեպի լծակներ՝ ստացվում է կոմպակտ, բարձր մոմենտի համար հարմար, բայց պրոֆիլով քիչ ճկուն սխեմա:

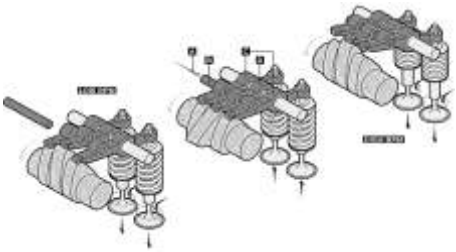


Փականների ուղղորդիչները (направляющие клапанов) պահում են փականի ցողունի ուղիղ ընթացքը, իսկ **կափույրի թամբը** (седла клапанов) ապահովում են գազասեղմ խցանը. երբ դրանք մաշվում են, յուղը հեշտ անցնում է ղեկկացուցիչներով ու աճում է ծխումը, իսկ նստարանների հարթության կորուստը տանում է սեղմման անկման: Փականների շարժը փոխանցվում է **հենակներով** կամ **հիդրավլիկ ազդազերծիչ** (hydraulic compensator — гидрокомпенсатор), которые ինքնաբարով «քաշում են» փականային բացակը՝ դարձնելով աշխատանքը լուռ, բայց պահանջում են մաքուր յուղ և նորմալ ճնշում, կամ **մեխանիկական** (mechanical lifter — механический толкатель/рокер), որոնք պետք է պարբերաբար կարգավորել **փականային բացթողմամբ** (клапанный зазор), սակայն դիմանում են բարձր պտույտների ու ագրեսիվ բաշխիչ պրոֆիլների: Ընդհանուր կանոնը պարզ է՝ ինչ սխեմա էլ ընտրվի, յուղի որակը/մակարդակը և ժամանակին սպասարկումը որոշում են, թե արդյոք համակարգը կաշխատի լուռ, ճշգրիտ և երկար կյանքով:

2.5 **Փոփոխական ժամանականշում դիրքավորում (VVT/VANOS/VTEC...)**

Նպատակ — մեկ շարժիչով ունենալ և՛ ցածր պտույտներում բարձր **ոլորող մոմենտ**, և՛ բարձր պտույտներում **հզորություն**, միաժամանակ **նվազ արտածումներ** և **ծախս**:

Մեթոդներ.



- **Cam phasing (բաշ.լիս. տեղաշարժ)** — բաշխիչ լիսեռը պտտվում է *քիչ առաջ/հետ* ծնկաձև լիսեռի հանդեպ (հիդրավլիկ ֆազեր + էլեկտրամագնիսական կառավարիչ փական/սոլենոիդ)՝ փոխելով բացման «ժամը»՝ առանց պրոֆիլի փոփոխության:
- **Cam profile switching** — *երկու պրոֆիլ* (ցածր/բարձր) կամ լրացուցիչ բաշ.լիս.՝ որոնք ընտրվի են միացվում (բարձր lift/երկար duration՝ բարձր պտույտների համար):
- **Variable lift/continuously variable** — մուտքային կողմում հաճախ կիրառվում է «էքսցենտրիկ թևիկով» կամ էլեկտրոնահիդրավլիկ հա-

մակարգով, որը **անվերջանալիորեն** փոխում է lift-ը/տևողությունը (նույնիսկ դրոսելի բացվածքը փոխարինելով):

Արդյունքը. Ավելի **լայն պտույտիմոմենտային պլատֆորմ**, կայուն **idle**, նվազ **pump losses**, ավելի մաքուր այրում:

Գործնական նկատառում. Փուլավորման համակարգերը **յուղային ճնշմամբ են աշխատում** (մեխանիզմի ներսում կա հիդրավլիկ պտտիչ/ֆազեր), ուստի զգայուն են **յուղի մածուցիկությանը**, **աղտոտմանը** և **սոլենոիդների** աշխատանքի վրա: Ճիշտ յուղ–զտիչ–միջակայք = ճիշտ phasing:

Timing (belt/chain) — ինչ է կարևոր

- **Համաժամեցում**. ծնկաձև լիսեռ–բաշխիչ լիսեռ(ներ) կապը պետք է պահի ճշգրիտ **քարշարկանությունը** (°CA)՝ որպեսզի փականները չբացվեն «սխալ պահին»:
- **Լարվածիչ/ուղղորդիչ**. գոտու դեպքում՝ զսպանակային/հիդրավլիկ, շղթայի դեպքում՝ սահակ–ձգիչների համակարգ; դրանց մաշման նշաններն են *աղմուկը, ցատկումը, քաշքշոցը*:
- **Խցիչներ**. յուղի արտահոսքը գոտու վրա *արգելված է* (գոտին յուղից փչանում է), շղթայի դեպքում՝ յուղի որակը/ճնշումը պահպանում է սահքը:

Գործնական նշումներ (առանց «թեստ-սցենարի»)

- **Յուղի որակը = գազաբաշխմա մեխանիզմի երկարակացություն**. փչացած/խտացող յուղը «կպցնում» է սոլենոիդները ու ֆազերը՝ առաջացնելով փուլի սխալներ:
- **Ղեկկացուցիչ + կնքում**. մեծ խաղը բերում է յուղի ծխման/քաղցր հոտի, կինքի խախտումը՝ սեղմման և հզորության անկման:
- **Գոտին ժամանակին փոխարինիր, շղթան՝ լսիր**. գոտին կանխարգելիչ, շղթան՝ ախտանշաններով/չափումներով (°CA շեղում, աղմուկ):

Ամփոփում

Գազաբաշխման մեխանիզմն այն «ժամացույցն» է, որը կարգավորում է շարժիչի շնչառությունը. **բաշխիչ լիսեռը**, **փականները**, **հենակները** և **գո-**

տի/շղթա կապը միասին որոշում են, թե երբ և որքան բացվի յուրաքանչյուր փական: **Փոփոխական ԳԲՄ-ն** դարձնում է այդ դիրքավորումը ճկուն՝ ապահովելով և՛ պտույտիմոմենտ ցածր պտույտներում, և՛ հզորություն բարձր պտույտներում՝ միաժամանակ նվազեցնելով ծախսն ու արտածումները: Պահպանիր **SI** ձևաչափը (mm, °CA, kPa/bar), հետևիր յուղի վիճակին ու համաժամեցման ճշգրտությանը— և գազաբաշխման մեխանիզմը կաշխատի հստակ, հուսալի ու

2.6 Սեղմում, արտահոսքեր և չափագրական թեստեր

Շարժիչի «առողջության» արագ ցուցիչը **կոմպրեսիան** է՝ գլանում զարգացող առավելագույն ճնշումը, երբ շարժիչը պտտվում է գործարկիչով: Կարևոր է ոչ թե միայն բացարձակ թիվը, այլ **գլանների միջև համաչափությունը**. սովորաբար ±10% շեղումն արդեն հուշում է խնդիրների մասին (մաշվող օղակներ, սխալ փականային նստեցում և այլն):

Կոմպրեսիայի չափում (SI).

Կատարվում է տաք շարժիչով, բոլոր մոմերը հանած, դրոսելը լիովին բաց. յուրաքանչյուր գլանի արժեքը գրանցիր **kPa/bar**-ով: Լավ պրակտիկան է դարձնել երկու անցում՝ «չոր» (չլցնելով յուղ) և «թաց» (2–3 ml յուղով). եթե «թացը» նկատելի բարձր է, ապա կասկածը գնում է **մխոցային օղակների** ուղղությամբ, եթե տարբերություն չկա՝ հնարավոր է **փականի** կամ **գաֆկետի** խնդիր:

Հիշեցում. բացարձակ նորման կախված է սեղմման գործակցից և կոնկրետ շարժիչից. միշտ համեմատիր արտադրողի աղյուսակի հետ:

Leak-down թեստ (արտահոսքի տոկոս)

Ի՞նչ է. Գլանը կանգնեցնում ենք **վրա TDC սեղմման վերջում** և գլանի մեջ հաղորդում **սեղմված օդ** (կամ ազոտ)՝ գնահատելով արտահոսքի %-ը և *լսելով*, թե որտեղ է «փչում»:

Կարևոր անվտանգային շեշտում. Թեստը **ոչ երբեք թթվածնով** մի արա. բարձր հրդեհավտանգ է և վնասում է յուղը:

Տիպիկ սանդղակ (ուղեցույց).

- 0–10% — առողջ համակարգ
- **10–**20% — թույլ մաշում/նորմայի սահման
- >**20–**30% — խնդրի հաստատ նշան, անցիր տեղակայման ստուգման

Որտեղ «կլսվի» արտահոսքը.

Լսվում է այստեղ	Տրամաբանական հանգույց	Ինչ է ենթադրում
Ներածման կոլեկտոր	Ներծման փական (Valve)	Չի կնքում, այրված/վնասված նստարան
Արտածման կոլեկտոր	Արտածման փական	Այրուքագքյացում
Քարթեր/մոտ յուղ լցնելու կափարիչ	Մխոցային օղակներ/պատեր	Մաշում, օղակների կպչում
Ռադիատորի կափարիչ/բաք	Գլանի գլխիկ– խցիչ	Միջադիրի վնաս / ճաք

Գործնական քայլերը (կարճ).

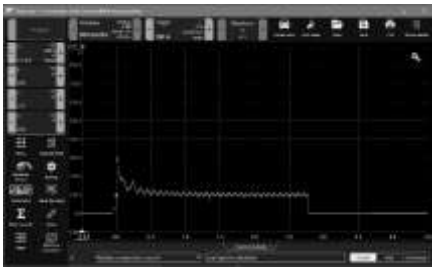
TDC հաստատիր mark-ով կամ փականի «փակ» դիրքով, գլանի մեջ անցկացրու ադապտորը, կարգավորիչով տվիր մուտքային ճնշումը (օր.՝ **600–700 kPa**՝ ըստ սարքի), կարդա արտահոսքի %-ը և կատարիր «լսողական քարտեզը» վերևի աղյուսակով:

Վակուումաչափ և MAP — ինչ են ասում գրաֆիկները

Դատարկքայլում առողջ բենզինային շարժիչի **MAP**-ը սովորաբար **30–40 kPa** է (այսինքն intake «վակուումը» ~**60–70 kPa** մթնոլորտից ցածր). կայուն, առանց ռիթմիկ ճոճումների՝ նշան է, որ **փականների սեղմումը** և **օղակների աշխատանքը** նորմայում են: Օգտակար «քարտեզ»՝

Նմուշ	Ինչ է ցույց տալիս	Ինչ կասկածել
Կայուն, բայց **ցածր վակուում**	Սահմանափակ «շնչառություն»	Ուշ բռնկում/վաղ phasing, արտահոսք intake-ում
Ասեղի տատանում ինդիվիդուալ պուլսով	Մի գլանի խնդիր	Այրված փական/-մեծ օղակային բաց

Դրոսել բացելիս **արագ անկում**, հետո վերականգնում	Նորմալ արձագանք	—
Դրոսել պահելիս **դանդաղ անկում**	Արտածման խցանում	Կատալիզատոր/ռեզոնատոր



Որպես այլընտրանք, նույնն ընթերցվում է սքաներով՝ MAP PID-ով (kPa):

Օսցիլոգրաֆներ՝ «բաց» ախտորոշում առանց քանդման

Հարաբերական կոմպրեսիա (relative compression). Օգտագործվում է **մարտկոցի հոսանքի** (current clamp) կամ **ակումուլյատորի լարման ալիքի** չափում՝ գործարկիչով պտտելիս. գրաֆիկում յուրաքանչյուր «լեռնակ» ներկայացնում է մեկ գլանի սեղմման աշխատանքը: Եթե մեկ «լեռնակ» անհամեմատ ցածր է, ապա այդ գլանն է կորցնում սեղմումը: Ցանկալի է նաև **սինխրոնիզացիա** (օր. մեկ մոմի սիգնալ)՝ գլանը նույնականացնելու համար:

Առավելություն. Արագ է, ոչ ինվազիվ, օգնում է տարբերակել՝ անցնել «դասական» կոմպրեսիայի՞, թե **Leak-down** թեստի:

Ինչպես գրանցել չափումները (SI)՝ որ բոլորը նույն լեզվով լինեն

Թեստ	**Դասավորություն**	**Արժեք**	**Միավոր**	**Եզրակացություն**
Կոմպրեսիա (չոր)	Գլան 1–4	1150 / 1180 / 1170 / 1160	**kPa**	±2% OK
Կոմպրեսիա (թաց)	Գլան 2	+120	**kPa**	Օղակների ուղղությամբ
Leak-down	Գլան 3 @ TDC	24	%	Լսվում է intake-ում
MAP (idle, տաք)	PID	36	**kPa abs**	Նորմա
Համեմատ. կոմպր.	Starter current	4-րդ «լեռնակ» ցածր	—	Հաստատում

Ամփոփում: Լավ ախտորոշումը երեք «աչք» ունի՝ **կոմպրեսիա** (թիվ), **Leak-down** (տոկոս և գտնվելու վայրը) և **վակուում/ օսցիլոգրամ** (գրաֆիկ): Երբ այս երեքը պատմում են նույն պատմությունը, դու արդեն գիտես՝ խնդիրը փականո՞ւմ է, օղակո՞ւմ է, թե խցիչում:

2.7 **Հավաքման/քանդման կանոններ, մոմենտներ և հաջորդականություն**

Շարժիչի վերակազմման հիմքը **մաքրությունն** է և **ճիշտ չափագրությունը** (SI): Քանդելիս նշագրիր բոլոր զույգերը և կողմնորոշումները (մխոց–շարժաձող, գլխիկ–դեկ), իսկ հավաքելիս աշխատիր «մաքուր սեղան» սկզբունքով. խողովակներն ու **յուղային անցուղիները** (масляные каналы) մանրակրկիտ մաքրիր, փչիր կոմպրեսորով, սահող զույգերը պատիր **մոնտաժային քսուկով** (assembly lube), իսկ «չոր» նստեցումները թող խնամքով յուղազերծված լինեն: Մաքրության պահանջը և նախապատրաստման քայլերը շոշափելիորեն նվազեցնում են վաղ մաշումը և անսպասելի աղմուկները հավաքումից հետո. սա ընդգծված է պրոֆեսիոնալ ուսումնական նյութերում ևս:

Հավաքման տրամաբանական հերթականություն. Սկսիր միջուկից՝

- **Գլխավոր առանցքակալներ** (коренные подшипники) և **ծնկաձև լիսեռ** (коленвал). հաստատիր բացակները (Plastigage/չափիչ), ձգիր **արտադրողի սքեմայով** մոմենտաչափով, ստուգիր **օսային ազատքը** (осевой люфт).
- **Շարժաձող–մխոց** (шатун–поршень) հավաքներ՝ օղակների բացերի ստուգումով, ճիշտ կողմնորոշմամբ, սահմանված **Nm + °** կամ **bolt stretch** եղանակով սեղմումով:
- **Յուղամղիչ պոմպ** (масляный насос), **քարթեր**, ապա՝ **գլանի գլխիկ** (ГБЦ) և **ԳԲՄ** (ГРМ)՝ =ժամանականիշի ճիշտ դիրքով, վերջում՝ արտաքին հանգույցներ (ներածման /արտածման կոլեկտորներ, ջրի պոմպ, գեներատոր, տվիչներ): Նման հերթականությունը և «Long Block»-ի հավաքման կարգը ամփոփ ներկայացված է HPA-ի քայլ առ քայլ ուղեցույցում.

Պտուտակների ձգում, հերթականություն, TTY. Գլխիկի, հիմնական կափարիչների և այլ պատասխանատու միացումների համար կիրառիր փուլային **Nm + անկյուն (°)** մեթոդ՝ **խաչաձև** հերթականությամբ կենտրոնից դե-

պի եզրեր, որ հարթ մակերեսների դեֆորմացիան հավասարվի: **TTY (Torque-To-Yield) պտուտակները** (растяжимые) նախագծված են էլաստիկ սահմանին «ձգվելու» համար և սովորաբար **չեն վերաօգտագործվում**. դրանք պահանջում են հստակ մոմենտ + անկյան ռեժիմ և մաքուր/յուղված թելեր ըստ ձեռնարկի: Fel-Pro տեխնիկական հոդվածը բացատրում է TTY տրամաբանությունը և նախապատրաստման կանոնները, իսկ գլխիկների **ձգման հերթականության** ընդհանուր սկզբունքները (կենտրոնից դուրս) ամփոփող ինֆոգրաֆիկաները կօգնեն չսխալվել:

Նախա-յուղում (pre-lube) և առաջին գործարկում. Առաջին գործարկման պահին մետաղ–մետաղ «չոր» շփումը կանխելու համար **նախապես բարձրացրու յուղի ճնշումը**՝ երկու ընդունված եղանակներից որևէ մեկով.

1. արտաքին/գործիքային նախալցում՝ պոմպով (պտտիչով) մղելով յուղ դեպի մագիստրալ,
2. կամ հանած մոմերով և անջատած վառելիքով/կայծով **գործարկիչով պտտել** մինչև ճնշումը ցուցիչին երևա:
   Մասնագիտական աղբյուրներն ընդգծում են՝ նոր յուղ, նախալցված զտիչ, և միայն հետո «քացով» գործարկում՝ նայելով ճնշմանը, արտահոսքներին ու ջերմաստիճանին: HPA-ն Step 10-ում նկարագրում է նախա-յուղման և առաջին գործարկման հաջորդականությունը, իսկ պրակտիկ քննարկումներում ընդունված են վերոնշյալ երկու մեթոդները:

Առաջին րոպեները և break-in. Նախնական աշխատարկումից հետո պահպանիր **տրամաբանական տարբերակված պտույտներ և բեռներ**. մի թող, որ երկար «դատարկքայլ» անի, և մի պահիր նույն RPM-ը երկար ժամանակ. նպատակը **մխոցային օղակների** (поршневые кольца) ճիշտ նստեցումն է հոնինգված պատին՝ առանց «փայլեցնելու» բորը: Հետևիր յուղի ճնշմանը/ջերմակարգավորմանը, ապա կարճ վազքից հետո փոխիր յուղն ու զտիչը՝ հեռացնելով հոնինգի մնացորդներն ու մոնտաժային քսուկը: Այս մոտեցումն ածանցվում է ուսումնական ու արտադրողական ուղեցույցներից.

Քիչ, բայց կարևոր «ոսկե կանոններ»

- **Մաքրություն և նշագրում**՝ քանդումից մինչև վերջնական հավաքում:
- **Ճիշտ հերթականություն ու մոմենտ/անկյուն**՝ հատկապես գլանագլխի և հիմնական կափարիչների համար: **TTY պտուտակներ՝ նորով միայն**:

- **Նախա-յուղում**՝ նախքան առաջին կայծը, հետո՝ վերահսկվող առաջին գործարկում և ստուգումներ:
- **Տարբերակված break-in**՝ օղակների լավ նստեցման համար, հետո վաղաժամ **յուղ/զտիչ** փոխարինում:

Ամփոփում

Հավաքման որակը կախված է երեք բանից՝ **մաքրություն**, **ճիշտ չափագրություն** (**ՍԻ**) և **կայուն սեղմման կարգ**: Մոմենտաչափը, անկյան ավելացումը, Plastigage-ը/բոր-գեյջը և ճիշտ հաջորդականությունը ապահովում են, որ առանցքակալները աշխատեն յուղային «սահանոցում», դեկը՝ հարթ, իսկ ամբողջ մեխանիզմը՝ **հանգիստ**, **հուսալի և երկար կյանքով**:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս են նյութն ու կառուցվածքը (թուջ/ալյումին) ազդում բլոկի մաշակայունության և ջերմակարգավորման վրա:
2. Ի՞նչ դեր ունեն **մխոցային օղակների բացերը** և **հոնինգի** որակը կոմպրեսիայի պահպանման հարցում:
3. Նկարագրեք **գազաբաշխման մեխանիզմի** գործառույթը և գոտու/շղթայի սպասարկման հիմնական տարբերությունները:
4. Ի՞նչ տեղեկատվություն է տալիս **Leak-down** թեստը, որը չի երևում սովորական կոմպրեսիայի չափումից:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Կոմպրեսիայի համեմատական չափում

Տաքացրեք շարժիչը մինչև աշխատանքային ջերմաստիճան, ապա անջատեք վառքը և չափեք բոլոր գլանների կոմպրեսիան նույն մեթոդաբանությամբ: Գրանցեք արժեքներն ու գնահատեք տարբերությունները՝ եզրակացնելով հնարավոր պատճառների մասին:

Ա2. Ժամկետային գոտու/շղթայի տեսչություն

Անցկացրեք ծածկույթի հեռացում (անհրաժեշտության դեպքում) և դիտարկեք գոտու վիճակը՝ ճաքեր, փշրվող ատամներ, յուղոտվածություն: Շղթայական համակարգի դեպքում գնահատեք ձգիչի դիրքը և լիսեռների նշումները: Կազմեք սպասարկման առաջարկ՝ ըստ գտնված վիճակի:

Ա3. Յուղային համակարգի նախաստուգում

Չափեք յուղի ճնշումը դատարկքայլում և 2–3 հազար պ/ր միջակայքում: Վերլուծեք՝ արդյոք արժեքները համապատասխանում են ուսումնական նոր-

մալ միջակայքերին, ստուգեք զտիչի և ճնշման տվիչի հերմետիկությունը, գրանցեք եզրակացությունը:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Կոմպրեսիայի անկում մեկ կամ մի քանի գլանում**: Սիմպտոմներ՝ դժվար գործարկում, հզորության կորուստ: Ախտորոշում՝ կոմպրեսիայի չափում հոսակորուստի հայտնաբերում. սուլոցով ներածում՝ ներածման փական, **արտածման կոլեկտորում**՝ արտածման փական, **ռադիատորի բերանից գազերի արտածում**՝ գլանագլխի ծռություն: Լուծում՝ գլանագխի վերանորոգում / օղակների փոխարինում / գլանագխի փոխարինում:
2. **Մետաղական թակոց բարձր պտույտներում**: Հաճախ՝ **շարժաձողի առանցքակալների** մաշում կամ յուղի ճնշման անկում: Ստուգում՝ մեխանիկական ճնշաչափով իրական ճնշման չափում, յուղի անալիզ: Լուծում՝ առանցքակալների ստուգում և փոխարինում, յուղամղիչի ախտորոշում:
3. **Ծխում (կապույտ/սև/սպիտակ)**: Կապույտը՝ յուղի այրում (օղակներ/վալվ–սալնիկներ), սևը՝ հարուստ խառնուրդ (բացվի գլխում՝ գլուխ 3/5), սպիտակը՝ հովացման հեղուկի այրում (ճեղք): Թեստեր՝ Հեսաթողում + քիմիական թեստ «CO_2 in coolant»:
4. **ԳԲՄ շեղում**: Սիմպտոմներ՝ հզորության անկում, «պոխոցներ», MIL լամպ: Ախտորոշում՝ նշանների համընկնում, օսցիլոգրաֆով CKP/CMP փուլերի հետադրություն: Լուծում՝ գոտու ճիշտ տեղադրում/շղթայի ձգում կամ հավաքության վերանորոգում:
5. **Յուղի ճնշման անկում տաք շարժիչում**։ Պատճառներ՝ մաշված **գլխավոր/շարժաձողի առանցքակալներ**, հնացած/ցածր մածուցիկության յուղ, մաղի խցանում: Ստուգում՝ մեխանիկական ճնշաչափ, յուղամղիչի մաղի տեսչություն: Լուծում՝ առանցքակալների/պոմպի վերանորոգում, ճիշտ յուղի ընտրություն:
6. **Detonation/«կտկտոց» բեռնվածության տակ**: Պատճառներ՝ ածխածնային նստվածք այրման խցիկում, բարձր ներբեռնված ջերմաստիճան, սխալ առաջացում: Ախտորոշում՝ Live Data + էնդոսկոպիա (եթե հասանելի է): Լուծում՝ մաքրում, առաջացման վերակարգավորում, սառեցման ստուգում:

Գլուխ 3. Վառելիքի սնուցում, ներածում և արտածում (EFI, բենզին/դիզել)

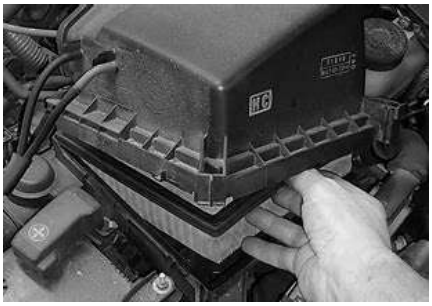
Այս գլուխը կապում է շարժիչի մեխանիկական մասը մատակարարման և այրման քիմիայի հետ. ինչպես է **օդը** անցնում սրահի զտիչից մինչև **ներածման կոլեկտոր**, ինչպես է **վառելիքը** բաքից **վառելիքի պոմպի** և **վառելիքի զտիչ/զտիչի** միջոցով հասնում **ներարկիչներին**, և ինչպես է ստացված այրման արդյունքը հեռացվում **արտածման համակարգով**՝ վերահսկվելով O_2 **տվիչով** և կատալիտիկ փոխակերպիչով: Տեքստում կիրառվում են հաստատված տերմինները՝ առաջին հիշատակմանը նշված ռուս.–անգլ. համարժեքներով, իսկ հետագայում՝ միայն հայերենով:

3.1 Օդային ուղի. օդի զտիչ, ներածման կոլեկտոր

Օդը խառնուրդի *ամենախոշոր բաղադրիչն* է, ուստի դրա մաքրությունն ու կայուն հոսքը անմիջականորեն ազդում են **սեղմման**, **հզորության**, **սպառման** և **արտածումների** վրա: Այս գլխի ուշադրության կենտրոնում են երեք հանգույց՝ **օդի զտիչ** (*Воздушный фильтр, Air filter*), **դրոսելի հանգույց** (մեխ. կամ էլեկտրական) և **ներածման կոլեկտոր** (*Впускной коллектор, Intake manifold*):

Ինչպես է աշխատում շղթան. Արտաքինից եկող հոսքը անցնում է **օդի զտիչի** միջով, հետո՝ **օդի ծավալի/ճնշման տվիչի** (MAF/MAP) մոտով հասնում է **դրոսել**, որտեղ **փականիկի** բացումով կարգավորվում է անցող հոսքը՝ վարորդի հրահանգով կամ ECU-ի ծրագրով (ETC): Այնուհետև օդը մտնում է **ներածման կոլեկտորի խողովակ** և **ռաններ**, որոնց միջոցով հոսքը *հավասարաչափ* բաշխվում է գլանների միջև:

Հանգույցների գործառույթն ու կառուցվածքը (կարճ, գործնական)

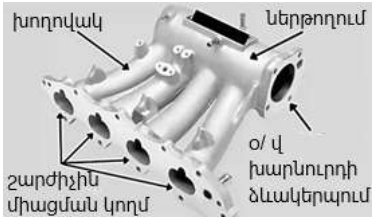


Օդի զտիչ (Air filter). Պահում է փոշին/աերոզոլը՝ պաշտպանելով **գլանների պատերը** և **մխոցային օղակները** մաշումից: Խցանված լցոնիչը բարձրացնում է հոսքի դիմադրությունը, **MAF/MAP** ընթերցումներն *շեղվում են*, ECU-ն բարձրացնում է վառելիքի կերակրումը՝ խառնուրդը **հարստանալիս**:

- Լցոնիչների տիպեր՝ *սերիական թուղթ/ցելյուլոզ*, բազմաշերտ սինթետիկ, յուղապատ կաթսա (performance):
- Ցուցիչ՝ զտիչի *կեղտոտ գույն*, փոշու նստվածք air-box-ում, MAF-ի օդային անցուղում «քշված» փոշի:

Օդի սահափական (Throttle valve). Կարգավորում է հոսքը՝ ստեղծելով intake վակուում (բենզինային շարժիչներում): Մեխանիկական տարբերակներում կա *պղնձապատ լարաշղթա* (քաբել), ETC-ում՝ **էլեկտրաշարժիչ** և **դիրքի տվիչ**: Ժամանակի ընթացքում **յուղային գոլորշիներով ու նստվածքներով** պատերը ծածկվում են, փականիկը «կպչում» է, ի հայտ են գալիս *լողացող դատարկքայլ, հապաղում, մեռյալ գոտի*:

- ETC-ում ECU-ն պահում է «**adaptation**»՝ արձանագրելով փակ/բացված դրույթները. իսկ աղտի նստվածքը խառնում է այդ կալիբրացիան:



Ներթածման կոլեկտոր (Intake manifold). երկարությունը/տրամագիծը որոշում են պուլսացիաների ռեզոնանսը (inertia/Helmholtz էֆեկտ)՝ ազդելով պտույտի մոմենտի գրաֆիկի վրա:

- Ժամանակակից կոլեկտորները հաճախ ունեն **փականներ՝ փոփոխական երկարության** (մեկնարկ/-ցածր rpm՝ երկար, բարձր rpm՝ կարճ), ինչպես նաև **EGR/EVAP purge** միացումներ:
- **Ճեղքեր**/գուլպաների **քայքայում** → **վակուումային արտահոսք** → *աղքատ խառնուրդ*, **STFT/LTFT** (կարճ/երկար վառելիքային շտկումներ) բարձր դրական արժեքներ:

Ախտանիշներ և ինչ ասել են քեզ «թվերը»

- **Հոսքի պակաս (խցանված զտիչ)**. Արգելակված արագացում, բարձր LTFT+, «սառը» MAF արժեքներ g/s-ով, turbo-ներում՝ նախատեսված boost-ի ուշ հասնել:
- **Կեղտոտ դրոսել**. Անսահուն idle, RPM-ի *սոսնձված* վերադարձ, ETC-ում՝ տատանումներ % commanded ↔ % actual (PID-եր):

- **Վակուումային արտահոսք**. Սուր սուլոցի ձայն, *աղքատ խառնուրդ*, MAP-ի բարձր արժեք (kPa abs) դատարկքայլում, STFT/LTFT՝ բարձր +%:
- **Կոլեկտորի ներքին նստվածքներ**. FGR/EGR կամ blow-by մնացորդներ՝ անհարթ airflow՝ գլանային անհավասար լցվողությամբ (misfire-ի հակում).

Չափելի պարամետրերի աղյուսակ (ՍԻ)

Կետ	Ինչ ենք չափում	Տիպիկ միջակայք (ուղեցույց)	Միավոր (ՍԻ)	Գործիք/աղբյուր
MAF (idle, տաք)	Օդի զանգվածային հոսք	~2–6 (1.6–2.0 L)	**g/s**	Սքաներ
MAP (idle, բենզին)	Մանիֆոլդի ճնշում (աբս.)	30–40	**kPa**	Սքաներ/-վակուումաչափ*
IAT	Ներածվող օդի ջերմաստիճան	շրջ. օդից +5…+20	**°C**	Սքաներ
Throttle angle	Փականիկի բացում	5–20 (idle ETC)	%	Սքաներ
LTFT/STFT	Վառելիքի շտկումներ	–5…+5 նորմալ, >+10 աղքատ	%	Սքաներ
ΔP զտիչ	Մինչև/հետո զտիչ ճնշման տարբերություն	բարձրացման դեպքում՝ փոխարինել	**kPa**	Մանոմետր

* Վակուումաչափը հաճախ ցույց է տալիս մոտ. **60–70 kPa** «վակուում» մթնոլորտից ցածր, որը MAP-ում կարդացվում է որպես **30–40 kPa abs**:

Սպասարկում և մաքրում (**գործնական**)

- **Օդի զտիչ**. Փոխիր ըստ արտադրողի միջակայքի կամ շուտ՝ եթե dusty միջավայրում ես աշխատում: Մի **փչիր կոմպրեսորով** թղթե լցոնիչը՝ մանրաթելերը կքանդվի/անցողունակությունը կփոխվի:
- **MAF/MAP.** Մաքրիր միայն **MAF-safe** մաքրիչով (ոչ քմրշի/ծանր լուցկի), MAF-ի թելը/պլատան ծայրահեղ զգայուն է:
- **Դրոսել**. Մեխ. տարբերակում՝ մաքրում փակման եզրից և պաստառից՝ առանց խուրցելու պղնձապատ եզրը: ETC-ում՝ նախ **անջատի՛ր**

սնուցումը, ապա մաքրիր՝ փակված/կիսաբաց դիրքի չճնշելով շարժիչը: *Հետո արա adaptation* (վճ. կարգ՝ ըստ մոդելի):

- **Կոլեկտոր/գուլպաներ**. Smoke-test կամ վակուումային թեստ՝ **արտահոսքերի** հայտնաբերման համար, ճաքած խողովակները փոխարինիր, գուլպաները՝ ստուգիր clamp-երի կողքից:

Ինչու է սա կարևոր «շարժիչի լեզվով»

Շնչող ուղին *բարձրացնում է արդյունավետությունը* երկու պատճառով՝

1. **Ճիշտ չափված օդ** = ECU-ն ճշգրիտ **վառելիք** է տալիս (λ≈1 բենզինում),
2. **Հոսքի համաչափ բաշխում** = բոլոր գլանները աշխատում են նույն «քարտեզով», առանց միսֆայրերի և թաքնված դետոնացիայի:

Երբ **զտիչ–դրոսել–կոլեկտոր** եռյակը մաքուր/դեղձանիկ է, STFT/LTFT-ը մնում է փոքր, MAP/MAF-ը՝ կանխատեսելի, իսկ մեքենան՝ արձագանքող ու տնտեսող:

3.2 Վառելիքային ուղի. բաք, վառելիքի պոմպ, զտիչ/զտիչ, ճնշման կարգավորում

Վառելիքային ուղին ապահովում է **կայուն ճնշում** և **մաքուր հոսք** դեպի ներարկիչներ՝ որպեսզի խառնուրդը ձևավորվի ճիշտ չափով ու ճիշտ պահին: Շղթան սկսվում է **բաքից (Бак, Tank)**, անցնում է **վառելիքի պոմպով (Топливный насос, Fuel pump)**, **վառելիքի զտիչ/զտիչով (Топливный фильтр, Fuel filter)**, հետո՝ **մագիստրալով/ռեյլով** մինչև **ներարկիչներ (Форсунка, Injector)**: Ճնշումը պահպանում է **կարգավորիչը** (regulator), իսկ **տվիչը** (եթե կա) հաղորդում է տվյալը ԷԿՄ-ին՝ փակ շղթայի վերահսկման համար:

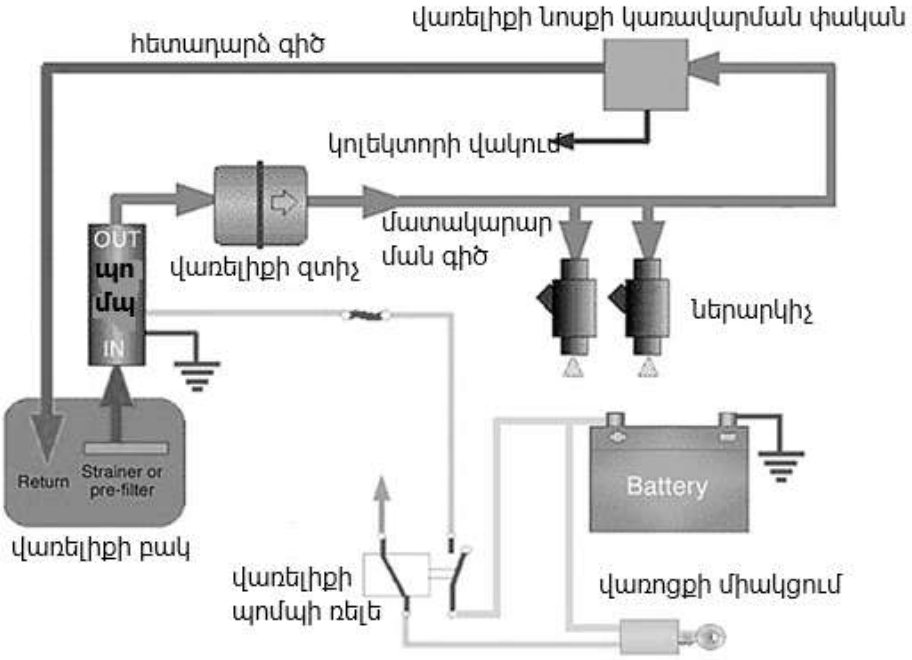
Բաքը ոչ միայն պահեստ է, այլև EVAP գոլորշու կառավարման հանգույցների տուփ. այստեղ են լցանյութի **ֆլոութը** (ցուցադրել մակարդակը), **ռոլլովեր/շնչափող կռաններները** և հաճախ՝ ամբողջական **մոդուլ-պոմպը**՝ նախազտիչով (strainer): Սովորական սխալներից է երկար վարել *ցածր մակարդակով*՝ պոմպը մնում է առանց սառեցման/լվացման և վաղաժամ մաշվում է:

Վառելիքի պոմպը (հաճախ՝ բաքի ներսում) տալիս է **կայուն գծային ճնշում** և հոսք: EFI/MPI համակարգերում սա ուղիղ մատակարար է դեպի ռեյլ, իսկ **GDI**-ում տանկի պոմպը *ցածր ճնշման* նախնական փուլն է, իսկ

բարձր ճնշումը ստեղծում է **շարժիչի վրա նստած բարձր ճնշման պոմպը** (cam-driven)՝ մինչև **դեցյակ–հարյուրավոր bar** կարգ:

Ճնշման *պուլսացիաները* մեղմվում են ռեյլի **դամփերով** կամ կարգավորիչի աշխատանքով:

Զտիչը պահում է մասնիկներն ու ջուրը՝ պաշտպանում է նստեցումները: Բենզինում հաճախ՝ արտաքին-inline կամ մոդուլի մեջ, դիզելում՝ **ջրաբաժանիչով** զտիչ՝ ստոր մասում դատարկման կափույրով: Խցանված զտիչ = մեծ **հիդրավլիկ դիմադրություն**, պոմպի բեռնավորման աճ, ներսում՝ *սովածություն* բարձր պտույտներում:



Ճնշման կարգավորումը կարող է լինել՝

- **Վերադարձով (return)**. կարգավորիչը գտնվում է շարժիչի կողմում, իսկ ավելցուկ վառելիքը վերադարձվում է բաք:
- **Առանց վերադարձի (returnless)**. կարգավորիչը գտնվում է բաքի մոդուլում, գիծը միայն մատակարարում է՝ ինչի շնորհիվ նվազում են վառելիքի տաքացումը և գոլորշիացումը:

Քանոնի ճնշման տվիչ ապահովում է «հետադարձ կառավարման» աշխատանքը. կառավարման բլոկը տեսնում է ճնշումը (bar/kPa) և ղեկավարում պոմպը կամ կարգավորիչը՝ պահելով նպատակային ճնշումը:

Համեմատություն (ՍԻ)

Համակարգ	Սնուցում	Տիպիկ ճնշում	Հատուկ մասեր	Նշումներ
EFI/MPI (բազմակետ)	Բակի էլեկտր. պոմպ	**300–400 kPa** (≈3–4 bar)	քանոն + կարգավորիչ (հետադարձ առանս հետադարձ)	Պուլսացիայի դամփեր, Schrader պորտ՝ չափման
GDI (ուղիղ)	Ինթանկ + **բարձր ճնշման պոմպ**	**50–200 bar** (ռեժիմից)	քանոն ՎՃ տվիչ, բարձր-ճնշման գիծ	Երկփուլ պոմպում, բարձրճնշ. ներարկիչ
Դիզել (Common Rail)	Ցածր + բարձր պոմպ (CPx)	**300–1800+ bar**	Ջրաբաժանիչ զտիչ	Ջրի առկայությունը՝ կրիտիկական

Թվերը ուղեցույց են. վերջնական նորմատիվները վերցրու կոնկրետ մոդելի տվյալաթերթից:

Ինչու են վարպետները ասում, որ «օդ–վառելիք» հարաբերությունը սխալ է

- **Ճնշում ցածր/կտրուկ ընկնում է**՝ ծանր արագացում, մորմոք, *lean* DTC-ներ (LTFT բարձր +%), misfire բեռնվածքի տակ:
- **Պուլսացիա**՝ «վահ–վահ» աղմուկ, rail-pressure PID տատանում, անբավարար դամփեր/կարգավորիչ:
- **Զտիչի խցանում**՝ կայուն բարձրաբեռնված պոմպ, դանդաղ վերելք մինչև թիրախ **kPa/bar**:
- **Ջուր (դիզել)**՝ անհարթ աշխատանք, կատարողականի կորուստ, ինժեկտորների մաշում՝ արագացող:

Ինչ չափել/գտնել (ՍԻ)

Կետ	Ինչպես	Նորմ/հուշում	Միավոր
Ռեյլի ճնշում (EFI)	Մանոմետր Schrader պորտում կամ PID	≈3–4 bar idle/load	**kPa/bar**
Ռեյլի ճնշում (GDI)	PID (FRP)՝ scanner-ով	≈50–200 bar	**bar**
Հոսք (լիտր ժամում)	Վերադարձը չափել (return systems) կամ bench	Ըստ պոմպի տվյալաշարքի	**L·h⁻¹**
Պուլսացիա	PID տատանումների դիտարկում	Բարձր տատանումը՝ դամփեր/պոմպ/կարգ.	**kPa/bar**
Փակման պահպանում	Key-off պահել/անկման թեստ	Արագ անկում = հետքող վալվի/ինժեկտորի արտահոսք	**kPa/min**

Ամփոփում

Բաք → պոմպ → զտիչ → կարգավորիչ/տվիչ → ռեյլ → ներարկիչներ — այս շղթայի յուրաքանչյուր օղակ պետք է աշխատի **մաքուր**, **ճնշմամբ** և **առանց պուլսացիայի**: EFI/MPI-ում հիանալի է **կայուն 3–4 bar**, GDI-ում՝ երկփուլ սնուցում՝ մինչև **հարյուրավոր bar**: Երբ ճնշումը կայուն է, զտիչումը՝ արդյունավետ, իսկ ECU-ն տեսնում է իրական **FRP kPa/bar**, խառնուրդը ձևավորվում է ճիշտ, շարժիչը՝ արձագանքող ու տնտեսող:

3.3 Ներարկիչներ (բենզին EFI/GDI) և կառավարման տրամաբանություն

Ներարկիչը (*Форсунка, Injector*) էլեկտրամագնիսական կամ պիեզոակտուատորով կառավարվող **փական** է, որը բացվում է **չափված տևողությամբ (ms)** և վառելիքը *մանրացրած մառախուղով* մատակարարում է այրման գոտի: **EFI/MPI** բազմակետ համակարգում վառելիքն ներարկվում է **դրոսելից հետո՝ ներածման կոլեկտորի** (*Впускной коллектор, Intake manifold*) **ռաներին** մոտ, իսկ **GDI**-ում՝ *ուղղակիորեն գլանի մեջ*, որտեղ բարձր ճնշումը պահանջում է **կատարյալ կնքում** և **մաքրություն**:

Կառուցվածք ու տեսակներ.

- **Էլեկտրամագնիսական ներարկիչ (EFI/GDI)**. Կոճը ձգում է ասեղը/փականը, բացվում է անցքը, ձևավորվում է **ցողման կոն**: GDI տարբերակներում կան **բազմապորոց նասադկներ**՝ համաչափ փոշեկուլման համար՝ բարձր ճնշման պայմաններում:

- **Պիեզո ներարկիչ (կիլո-բար կարգի GDI/-դիզել)**. Պիեզոկերամիկ փաթեթը միկրոխաղով կարող է շատ արագ/ճշգրիտ բացել-փակել՝ ապահովելով բազմափուլ ներարկումներ (pilot/main/after):

Դիրքը և միջավայրը. EFI-ում ներարկիչը աշխատում է **մոտ 300–400 kPa (3–4 bar)** ռեյլային ճնշման պայմաններում, վառելիքը խառնվում է օդի հետ հենց ներածում: GDI-ում ճնշումը **դեցյակ–հարյուրավոր bar** է (տեսակետային՝ ≈**50–200 bar** բենզինում), և ցողումը տեղի է ունենում այրման խցիկում՝ ավելի խիստ պահանջներով **խցման օղակի**, **ԳԲՄ-ի** և **վառելիքի փոշիացման որակի** նկատմամբ:

Ինչ է հաշվում ԷԿՄ-ը (ECU) և ինչպես է տալիս «ճիշտ վայրկյանը»

ԷԿՄ/ECU (*Электронный блок управления, Electronic Control Unit*) ներարկման **պուլսի լայնքը** (PW) հաշվարկում է ըստ հետևյալ բազային տեղեկատվության.

- **Օդի քանակ՝ MAF** (Mass Air Flow) կամ **MAP + IAT** (speed-density),
- **Ջերմաստիճաններ՝ ECT** (հովք), **IAT** (օդ),
- **Արտածման հետադարձ կապ՝ O_2 տվիչ(ներ)** (λ≈1 բենզինում՝ փակ շղթա),
- **Գործարկման և հարմարեցումների քարտեզներ՝** սառը մեկնարկ, արագացում, բեռնվածք, պտույտիմոմենտի պահանջ և այլն:

Պուլսի հաշվարկը ենթարկվում է երկու կարևոր վերանախագծիչների.

- **Injector latency (dead time)** — կոճի/փականի բացման էլեկտրամեխանիկական ուշացում (միլիվայրկյաններով), կախված լարումից:

- **ΔP across injector** — ներարկչի «տեսած» ճնշումը = **P_rail – P_manifold** (EFI), կամ պարզապես **P_rail** (GDI): ճնշման փոփոխության հետ հոսքը չի մնում գծային, ուստի ECU-ն օգտագործում է **հատուկ աղյուսակներ/կոնստանտներ**:

Փակ շղթայի հարմարեցում. Եթե O_2 տվիչով չափված խառնուրդը շեղվում է սթոիխիոմետրիկից, ECU-ն կիրառում է **STFT/LTFT**՝ կարճ/երկար շտկումներ %-ով:

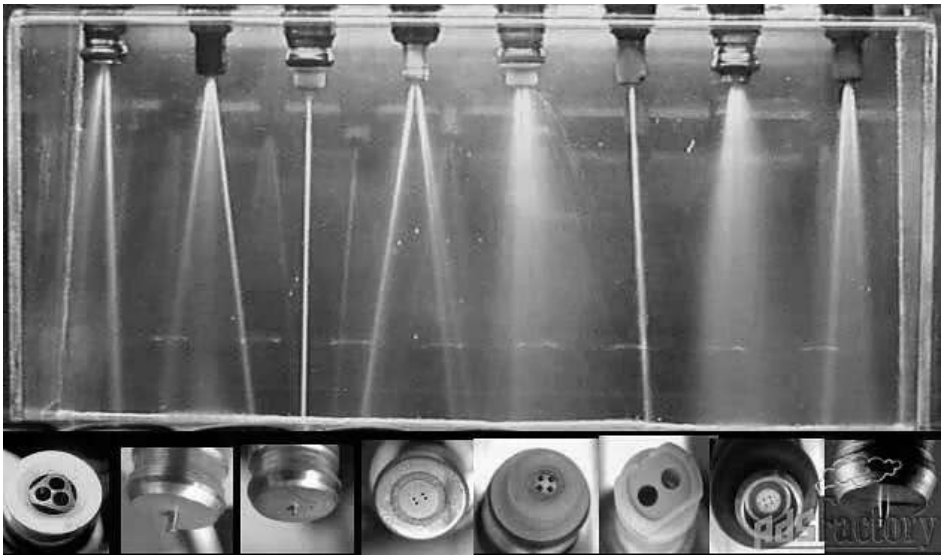
- **STFT (Short-Term Fuel Trim)** — արագ ճոճում փոքր քայլերով,
- **LTFT (Long-Term Fuel Trim)** — դանդաղ, «հիշողություն», որը պահպանում է մշտական շեղումները (օր. թեթև արտահոսք, MAF-ի «դեֆիցիտ»):

  Այս թվերը դառնում են **ախտորոշման «դիտափող»**՝ առանց մեխանիկական քանդման:

Ցողում, կոն, բազմափուլ ներարկում

Ցողման կոնը (անկյուն, հագեցվածություն, կաթկթում) ուղղակի ազդում է այրման որակի վրա: EFI-ում նպատակն է պատի վրա *կաթկթումը* նվազեցնել և խառնուրդը **համասեռ** պահել՝ մինչև փականի բացվելը: **GDI**-ում կիրառվում են երկու հիմնական ռեժիմ.

- **Համասեռ (homogeneous)** — ցողումը՝ աղյուսակի վաղ փուլում, խառնուրդը *կոմպլեկտ* է ամբողջ խցիկում,
- **Շերտավոր (stratified)** — ուշ փուլում՝ մոմիկի շրջակայքում ավելի հարուստ գոտի՝ ցածր բեռնվածքի/սպառման նվազեցման համար (շատ շարժիչներում՝ որոշ ռեժիմներում):



Արտադրողականություն ու «duty cycle». EFI-ում հաճախ գրանցվում է **cc/min @ ΔP**, GDI-ում՝ **mg/impulse** կամ **mg/stroke**: Տեսանկյունից կարևոր է duty cycle-ը՝ *PW / շրջան*՝ սովորաբար պահում են < 80–85%, որ ներարկիչը ունենա «փակվելու» ժամանակ և կայուն փոշեկուլում:

Ինչ է խանգարում ճիշտ ցողմանը (և ինչ է ասում ախտորոշիչ թվաբանականը)

Նստվածքներ/լաքեր. Խցանում են անցքերը, **նվազեցնում հոսքը**, **փոխում կոնը**, **աճեցնում կաթկթումը** → առաջանում են *հարստացած/աղքատ բջիջներ* գլանների միջև, **misfire** և **LTFT** շեղումներ: EFI-ում նստվածքը հաճախ գալիս է գոլորշու/EVAP մնացորդներից, GDI-ում՝ բարձր ջերմության ու մանրէական «լաքերից»:

Էլեկտրական խնդիրներ. Կոճի ընդհատում/կարճում, լարային անկում feed գծում, **ECU–Injector** կապի խափանում (C###-Pin սխալ կոնտակտ) → ինյեկցիա բացակայում/հետաձգվում է:

Ճնշման խնդիրներ. **FRP** (Fuel Rail Pressure) անբավարար/պուլսացիա → հոսքն անկայուն է, հատկապես GDI-ում:

Ինչպես կարդալ ախտորոշիչ թվերը.

- **STFT/LTFT +** բարձր՝ *աղքատ խառնուրդ* (արտահոսք, քիչ հոսք),
- **STFT/LTFT –** նշանակալի՝ *հարստացած խառնուրդ* (կաթկթացող ներարկիչ, բարձր ճնշում),
- **Misfire counter**՝ կոնկրետ գլան,

- **Injector balance**՝ EFI-ում՝ առանձին ստենդով կամ առանցքային «կաթիլ» թեստ, GDI-ում՝ PID-երի համադրմամբ և արտածման λ արձագանքով:

Չափելիք (ՍԻ) և «բալանսի» աղյուսակ

Կետ	Ինչ ենք չափում	Տիպիկ կարգ/գրառման ձև	Միավոր (ՍԻ)	Գործիք
FRP (EFI)	Ռեյլի ճնշում	300–400	**kPa**	Մանոմետր/սքաներ
FRP (GDI)	Ռեյլի ճնշում	50–200 (ռեժիմից)	**bar**	Սքաներ
PW (inj)	Պուլսի լայնք	1–20 (ռեժիմից)	**ms**	Սքաներ/օսցիլո.
Duty Cycle	PW / շրջան ×100%	<80–85	%	Սքաներ
STFT/LTFT	Վառելիքային շտկումներ	–5…+5 նորմալ, >±10 խնդիր	%	Սքաներ
Balance (EFI)	Δrpm կամ ΔP	համաչափ բալանս = փոքր Δ	**rpm / kPa**	Թեստ/ստենդ

Թվերը **ուղեցույց** են. վերջնական նորմատիվները վերցրու կոնկրետ մոդելից:

Ամփոփում: Ներարկիչը վառելիքի «գործիքային ծանցի» ճշգրտության կենտրոնում է. EFI-ում այն դոզավորում է ներածում **թեթև ճնշման** տակ, իսկ **GDI**-ում աշխատում է **բարձր ճնշման** և խիստ ճարտարապետական պահանջների պայմաններում: **ԷԿՄ-ը**, համադրելով **MAF/MAP, ECT, O_2** և այլ տվիչ, հաշվում է **պուլսի լայնքը** և **հարմարեցումները (STFT/LTFT)**՝ պահելով λ≈1 և կայուն աշխատանքը: Ճիշտ ճնշում, մաքուր ցողում և հավասար հոսք = **հզորություն**, **տնտեսություն** և **ցածր արտածումներ**:

3.4 Դիզելային մատակարարում (Common Rail) և նախատաքացման առանձնահատկություններ

Common Rail դիզելային համակարգում վառելիքը նախ **ցածր ճնշման պոմպով** բերում են դեպի **բարձր ճնշման պոմպ**, որն այն սեղմում է **ռեյլ/ակկումուլյատորի** մեջ: Այնուհետև **ԷԿՄ/ECU**-ի կառավարման տակ գտնվող **ներարկիչները** (*электромагнитные/пьезо*) բացվում-փակվում են միլիվայրկյանային ճշտությամբ՝ մեկ ցիկլում ապահովելով **նախնական–հիմնական–հետային** ներարկումներ: Այս բազմափուլ ալգորիթմը մեղմում է այրման ձայնը, պահպանում պտույտիմոմենտը և նվազեցնում NOx/կամ PM արտանետումները:

Սպեկտրի կարգերը (ուղեցույց, UH). Ճնշման ընդհանրացված միջակայքը տատանվում է մոտ **250...1600+ bar** (շարժիչից/ռեժիմից կախված). idle-ում՝ ցածր հարյուրավոր bar, բեռնվածքի տակ՝ բարձր հարյուրավոր/-վայրկյանային տատանումներով: Ճշգրիտ թվերը միշտ վերցրու տվյալ շարժիչի աղյուսակներից:

Հոսքի շղթան՝ մասերից դեպի տրամաբանություն

Բաք (Бак, Tank) — պահեստ և գոլորշիների կառավարման հանգույցներ (EVAP/vent, roll-over valves): Ցածր մակարդակով երկար վարելը սառեցումից ու լուբրիկացիայից զրկում է մոդուլ-պոմպը:

Ցածր ճնշման պոմպ — բերում է վառելիքը **զտիչ/զտիչ**ին և բարձր ճնշման պոմպին՝ ապահովելով նորմալ սնուցում (*feed*): Դիզելում հաճախ առկա է **նախազտիչ**/սիտա:

Վառելիքի զտիչ/զտիչ (с водоотделителем) — կենսական է. դիզելային վառելիքում **ջուրը և խոշոր մասնիկները** արագորեն վնասում են բարձր ճնշման պոմպի և ներարկիչների ճշգրիտ «նստեցումները»: Ջրաբաժանիչի դատարկումը և զտիչի ժամանակին փոխարինումը պարտադիր են:

Բարձր ճնշման պոմպ — մեխանիկորեն մղում է վառելիքը դեպի **ռեյլ**: Մուտքում հաճախ կա **SCV/IMV** (suction-control / inlet metering valve), որով

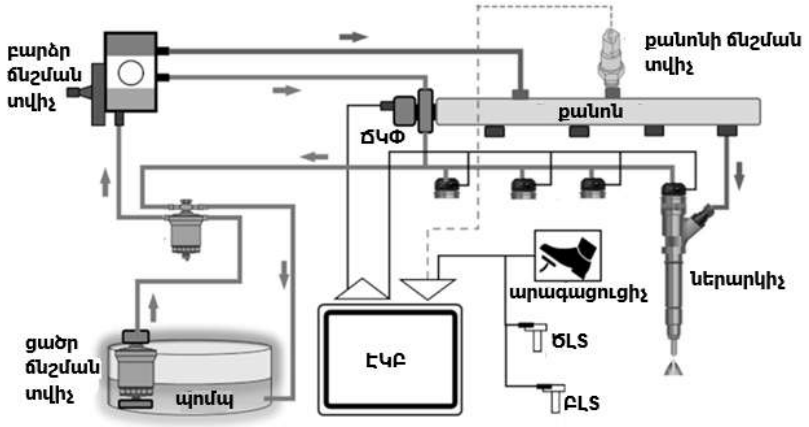
ECU-ն կարգավորում է պոմպի «քաշած» ծավալը և, հետևաբար, ռեյլի ճնշումը:

Ռեյլ (Common rail) — աշխատում է որպես **ակկումուլյատոր**, հավասարեցնում պուլսացիաները: Կոմպլեկտացվում է **FRP տվիչով** (Fuel Rail Pressure) և **կարգավորիչով/սպիլ-վալվով**՝ ճնշման արագ կառավարման համար:

Ներարկիչ (Форсунка, Injector) — էլեկտրամագնիսական կամ **պիեզո** ակտիվացմամբ փական, որը բացվում է **չափված տևողությամբ (ms)** և հատուկ **ցողման կոնով** մառախուղացնում է վառելիքը այրման խցիկում: Պիեզո տիպը թույլ է տալիս ավելի արագ և բազմափուլ ներարկում՝ կաթկթացման նվազ սնուցմամբ:

Կառավարման տրամաբանություն՝ ինչ է «տեսնում» և ինչպես է հաշվում ECU-ն

ECU-ն մշտապես համադրում է **թիրախային ռեյլի ճնշումը** և **իրական FRP**-ն՝ աշխատեցնելով **SCV/IMV**-ը և/կամ **ռեյլի կարգավորիչը**: Ներարկման **պուլսի լայնքը (PW, ms)** և պահը որոշվում են ըստ **CKP/CMP** (փուլ), **MAF/MAP** (օդ), **ECT/IAT** (ջերմաստիճաններ), **λ/O₂** (խառնուրդի արձագանք՝ որոշ ռեժիմներում) ու արտածխման համակարգի պահանջների (DPF/NOx կառավարման ռազմավարություն):



Խառնուրդի շեղումները փակ շղթայով ուղղվում են **STFT/LTFT** վառելիքային շտկումներով (%), որոնք դառնում են ախտորոշման «դիտափողը»՝ առանց մեխանիկական քանդելու:

Նախատաքացման մոմերը (Glow plugs) այրման գոտու մոտ ստեղծում են բավարար ջերմություն, որպեսզի սառը, բարձր ցիպունակությամբ դիզելային խառնուրդը կայուն բռնկվի: Ժամանակակից համակարգերը ունեն **պրե-գլո** (մինչ գործարկումը), **պոստ-գլո** (գործարկումից հետո որոշ ժամանակ) և **ռեգլո** ալգորիթմներ՝ աղմուկը/սպիտակ ծուխը նվազեցնելու, DPF-ի «սառը» արտածխումն արագացնելու համար: Կառավարումն անում է **Glow Control Module**-ը՝ ըստ ECT/IAT:

Ինչն է խաթարում աշխատանքը (և ինչ նշաններ կտեսնես)

- **Վառելիքի որակ/ջուր**. Բարձր ճնշման պոմպի և ներարկիչների արագ մաշում, մետաղական փոշի, «սոված» շարժ:
- **Զտիչի/սնուցման խցանում**. Ռեյլի ճնշումը չի հասնում թիրախին, մորմոք/կորուստ բեռնվածքի տակ:
- **Տվիչ/կարգավորիչի շեղում**. FRP «թռիչքներ», DTC-ներ, անհարթ idle:
- **Ներարկիչի մաշում**. **Վերադարձային հոսքի (leak-back)** ավելացում, «անհավասար» գլան, դժվար գործարկում/կորուստ:
- **Նստվածքներ/լաքեր**. Ցողման կոնի խանգարում, տեղային հարստացած/աղքատ բջիջներ, միսֆայր:

Չափելիք և ախտորոշում (ՍԻ)

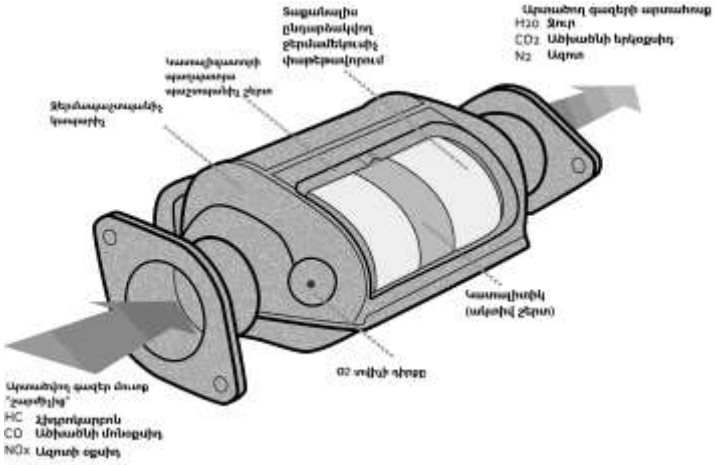
Փորձարկում	Ինչ ես նայում	Սպասվող/հուշող	Միավոր
FRP Desired vs Actual	PID-եր սքաներով	Տարբերությունն idle-ում փոքր, բեռնվածքում՝ վերահսկելի	**bar**
LP feed pressure	Մանոմետր ցածր կողմում	«Սոված» < նորմա → HP պոմպը չի «քաշում»	**kPa**
Leak-back test	Վերադարձի ծավալ ըստ գլանի	Մեծացող/ասիմետրիկ → ներարկիչի մաշում / խտացում	**mL·min⁻¹**
ΔP զտիչ	Մինչև/հետո զտիչ	Բարձր ΔP → խցանում	**kPa**
Cranking speed	Սքաներ/օսցիլո	Ցածր rpm → FRP չի հասնում սահմանի	**rpm**
Glow cycle	Մոդուլի հրաման/-հոսանք	Սառը գործարկման երկարացում = խափանված մոմ(եր)	**A / s**

Թվերը ուղեցույց են. աշխատիր կոնկրետ մոդելի աղյուսակներով և նույն գործիքով/SI ձևաչափով՝ համադրելիության համար:

Ամփոփում: Դիզելային **Common Rail** համակարգը երկու բան էլահնչեցնում է՝ **կայուն բարձր ճնշում** և **միլիվայրկյանային ճշգրիտ ներտնթերցում**: Սրան օգնում են մաքուր զտիչումը, FRP փակ շղթայի կառավարումը և նախատաքացման մոմերի ճիշտ ռեժիմները: Երբ **բաք** → **զտիչ** → **բարձր ճնշման պոմպ** → **քանոն**→ **ներարկիչ** շղթան մաքուր է, ճնշումները՝ կայուն, իսկ հետադարձ հեսքը (leak-back)՝ սահմանում, շարժիչը գործարկվում է վստահ, աշխատում է հանգիստ և տնտեսում է՝ նույնիսկ սառը եղանակին:

3.5 Արտածման համակարգ, կատալիզատոր և O_2 վերահսկում

Արտածման կոլեկտորը (Выпускной коллектор, Exhaust manifold) հավաքում է այրման գազերը գլաններից և ձևավորում հոսք, որը անցնում է **կատալիտիկ փոխակերպիչով (Catalytic converter)** և հետագա մագիստրալով դեպի աղմուկամարիչներ ու փչակ: Կոլեկտորի գեոմետրիան (պողպատե/թուջ) ազդում է ալիքների փոխազդեցության վրա՝ պահելով պուլսացիաները վերահսկելի, որպեսզի կաթալիզատորը ստանա կայուն ջերմաստիճան և հոսք:



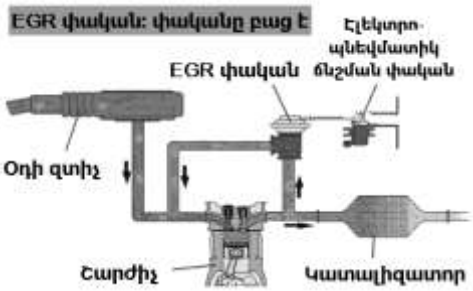
Կատալիզատորը «երեքուղի» (TWC) սարք է՝ ծածկույթով (washcoat) և ազնիվ մետաղական կատալիզներով (Pt/Pd/Rh) ծակոտկեն կրիչի (մոնոլիտ) վրա: Նրա գործն է՝

- **CO → CO_2** (*օքսիդացում*),
- **HC → CO_2 + H_2O** (*օքսիդացում*),
- **NOx → N_2** (*վերականգնում*):

  Գործուն արդյունավետության համար խառնուրդը պետք է լինի **սթոիխիոմետրիկ (λ≈1)**, իսկ աշխատունակությունը սկսվում է «**light-off**» ջերմաստիճանից՝ մոտ **250–300 °C** և վեր: Դրա համար ECU-ն արագ տաքացման ռազմավարություններ ունի (բաղադրության «ճոճումով», երբեմն՝ երկրորդային օդամատակարարմամբ):

O_2 տվիչը (լամբդա) սահմանում են փակ շղթան.

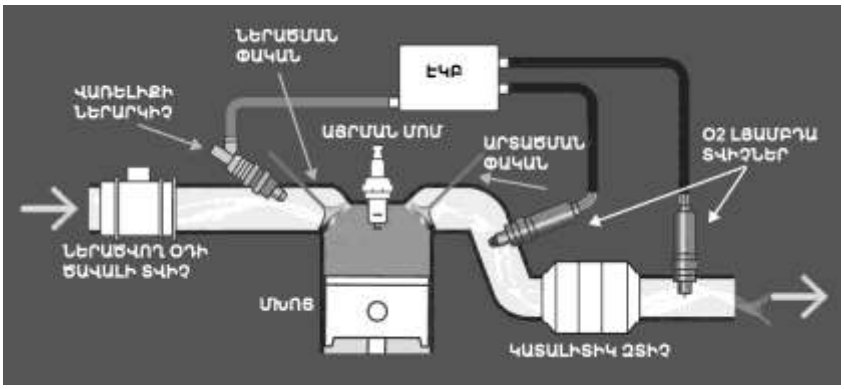
- **Նախակատալիտիկ (մինչ-կատ)** — ECU-ին տեղեկացնում է խառնուրդի ակնթարթային վիճակը՝ պահելով λ≈1: Առասպետական «նեղշերտ» **ZrO_2** տվիչը սվիչում է մոտ **0.1…0.9 V** միջակայքում, ~**1 Hz** հաճախականությամբ տաք շարժիչում: **Titania** տիպը տալիս է տարբեր լարային/դիմադրական վարք, իսկ **լայնշերտ A/F (UEGO)** տվիչը աշխատում են **pump current (mA)** սկզբունքով՝ ECU-ն հավասարեցնում է λ-ն 1.00-ին՝ հոսանքի փակ շղթայով:
- **Հետկատալիտիկ (հետ-կատ)** — «հարթ» և դանդաղ արձագանք պետք է ունենա. եթե նրա ալիքը նման է նախակատի «սվիչին», ապա **կատալիզատորի արդյունավետությունը ցածր է** (OBD-ում հաճախ **P0420/430**):



EGR (Exhaust Gas Recirculation) համակարգը վերահսկվող չափով վերադարձնում է արտածվող գազերի մի մասը **ներածման կոլեկտոր**, սառեցնում այրումը, նվազեցնում **NOx**-ը և բենզինային շարժիչներում ամոքիչ է *դեպոնացիային*: Սակայն նստվածքները կպչում են անցուղիներին/կոլեկտորին՝ առաջացնելով դատարկքայլի անկայունություն և հզորության կորուստ:

Ինչպես է «խելացի» վերահսկվում խառնուրդը

ԷԿՄ/ECU-ն համադրում է **MAF/MAP**, **ECT/IAT**, O_2 և բորբոքման տվյալները՝ կառավարելով վառելիքի պուլսը. նախակատի լամբդայի «հարուստ–աղքատ» սվիչի հիման վրա ստեղծվում է **STFT/LTFT**՝ %-ային կարճ/երկար շտկումներ:



- Եթե արտածման մասում կա **արտահոսք** (կոլեկտորի ճեղք, գուլպանի կպչունություն), O_2 տվիչը «տեսնում» է ավել **O_2** և խառնուրդը **կարծում է աղքատ** → STFT/LTFT բարձր +%, ծախս/ջերմաստիճան աճ, կատալիզատորի过-տաքացում:
- Եթե ներքևում (հետ-կատ) ալիքը «լրջանում» է և կրկնում է նախակատի սվիչը, կատալիզատորը չի պահում թթվածինը՝ **էֆեկտիվությունը ցածր է**:
- **Չպայթվելը (misfire)** չի այրում վառելիքը, O_2-ն բարձրանում է արտածման մեջ, կատալիզատորը գերտաքանում է՝ հալման/փշրման ռիսկով:

Չափելիք (SI) — արագ «քարտեզ» ախտորոշման համար

Պարամետր	Ինչ կարող ես տեսնել	Տիպիկ դաշտ	Միավոր (SI)
Նախակատ O_2 (նեղշերտ)	Սվիչ՝ հարուստ/աղքատ	~0.1…0.9	**V**
Սվիչի արագություն	Տաք idle	≈0.5–1.5	**Hz**
Հետկատ O_2	Հարթ/դանդաղ, փոքր տատանում	«միջին մոտ հարթ»	**V**

Λ (լայնշերտ)	Թիրախ λ	0.98–1.02	—
Քաթ. ջերմաս-տիճան	Light-off→աշխատանք	250…800	°C
STFT / LTFT	Վառելիքի շտկումներ	–5…+5 նորմալ, >±10 խնդիր	%
MAP (idle, բեն-զին)	Վակուումի արտացոլում	30–40	**kPa abs**

Թվերը ուղեցույց են. վերջնական սահմանները վերցրու կոնկրետ մոդելի աղյուսակներից:

Ամփոփում. Արտածման համակարգ — **կոլեկտոր** *(Выпускной коллектор)* → **կատալիզատոր** *(каталитический нейтрализатор)* → **O_2 տվիչ (լամբդա-զոնդ)** *(лямбда-зонд)*—համատեղ պահում է արտածումները ցածր և այրումը արդյունավետ: **Կատալիզատորը** լավագույնն աշխատում է, երբ խառնուրդը **ստոխիոմետրիկ է (λ≈1)** և նյութը տաքացված է մինչև իր **ակտիվացման ջերմաստիճանը** *(light-off)*: Սրա վերահսկումը անում են **O_2 տվիչը**. նախակատալիտիկը պետք է արագ փախարկի հարուստ↔աղքատ, իսկ հետկատալիտիկը՝ ունենա համեմատաբար **հարթ գիծ**, այս վիճակը նշանակում է, որ կատալիզատորը արդյունավետ է: Կանխարգելման համար պահիր **կոլեկտորը հերմետիկ** (առանց ճեղքերի/գազարտահոսքի), հետևիր **տվիչի** և նրանց լարագծերի աշխատանքին, ինչպես նաև **EGR**-ի *(система рециркуляции ОГ)* **մաքրությանը**, արտածման համակարգը կծառայի երկար, **օգտագործման ծախսերը** կմնան ցածր, իսկ շարժիչը կաշխատի **հանգիստ ու վստահ**:

3.6 Ճնշումների, վակուումի և հոսքերի չափումներ. ուսումնական մեթոդաբանություն

Ախտորոշման հիմքը ճնշման ճշգրիտ չափումներն են:

Բենզինային EFI-ում մանոմետրը միացնում ենք վառելիքի քանոնին. կայուն ≈3–4 bar-ը հիմքորոշիչ է, իսկ պուլսացիաները մատնանշում են կարգավորիչի կամ պոմպի խափանում: GDI/CR համակարգերում ճնշումը գնահատվում է սքաների գործընթացային տվյալներով (Live Data)՝ համեմատե-

լով նպատակային/իրական (Target/Actual) արժեքները և դիտելով գործարկման պահին ճնշման աճի ընթացքը:

Վակուումաչափը ցույց է տալիս շարժիչի ներածման կոլոկտորում վակումի գոյացման պրոցեսը.որտեղ կայուն բարձր վակուումը՝ հերմետիկ միջավայրի նշան է, իսկ տատանվող վակումը ցուցումը՝ փականի կամ ԳԲՄ-ի գոտի/ շղթայի շեղում:

Ծխային փորձարկումը (smoke test) պարզ ու արդյունավետ միջոց է՝ հայտնաբերելու ներածման խնդիրների և վակուումի չստացվելու պատճառները:

Բենզինային համակարգերում **ինժեկտոր-բալանս** թեստը գնահատում է յուրաքանչյուր ներարկչի աշխատանքային որակը, իսկ դիզելում վերադարձի (leak-off) հոսքերի համեմատականը՝ ներարկիչների մաշվածությունը:

Ստուգողական հարցեր

Ինչպե՞ս են օդի զտիչի խցանումն ու դրոսելի կեղտոտումը անդրադառնում դատարկքայլի կայունության և վառելակարավարման վրա:

1. Նկարագրեք բաքից մինչև ներարկիչներ վառելիքի անցած ճանապարհը և նշեք որտեղ կարող են առաջանալ խցանումներ կամ ճնշման կորուստներ:
2. Ի՞նչ հիմնական տարբերություններ կան EFI և **GDI** բենզինային համակարգերի միջև կառուցվածքի և ճնշումների տեսանկյունից:
3. Դիզելային **Common Rail**-ում որո՞նք են բարձր ճնշման կայունության հիմնական նախապայմանները:
4. Ինչպե՞ս են նախակատալիտիկ և հետկատալիտիկ O_2 **տվիչի** ազդանշանները օգտագործվում կատալիզատորի արդյունավետությունը գնահատելու համար:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Բենզինային EFI ճնշման ստուգում և վակուումի գնահատում

Միացրեք մանոմետրը մագիստրալին, գործարկեք շարժիչը և գրանցեք ճնշումը դատարկքայլում ու թեթև բեռնավորմամբ: Միաժամանակ վակուումաչափով գնահատեք ներածման կոլոկտորում գոյացած վակուումը: Կարճ եզրակացությամբ կապեք տվյալները հզորության բողոքների հետ:

Ա2. OBD-II Live Data վերլուծություն (STFT/LTFT, O_2, MAF/MAP)

Տաք շարժիչով դիտեք կարճաժամկետ և երկարաժամկետ շտկումները, նախ/O_2 տվիչի ալիքաձև արձագանքը: Որոշեք՝ համակարգը հակված է

«աղքատ» թե «հարստացած» աշխատանքի, և մատնանշեք հավանական պատճառների տիրույթը (արտահոսք, ճնշում, ներարկիչների հոսք):

Ա3. Դիզելային վերադարձային հոսքերի ստուգում (leak-back)

Հատուկ խողովակաշարով համեմատեք ներարկիչների վերադարձային հոսքերը դատարկքայլում: Նույնականացրեք շեղվող ներարկիչը և ձևակերպեք սպասարկման առաջարկ (մաքրում/փոխարինում/կալիբրում):

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Թույլ հզորություն և մորմոքումներ արագացման ժամանակ**: Հաճախ՝ **վառելիքի պոմպի** մաշում կամ **վառելիքի զտիչի** խցանում: Ախտորոշում՝ մագիստրալային ճնշման չափում, վոլտաչափով սնուցման ստուգում, զանգվածային «գետնման» տեսչություն: Լուծում՝ զտիչի/պոմպի փոխարինում, մալուխի վերականգնում:
2. **Լողացող դատարկքայլ, հորանջ**: Սկսեք **վակուումային արտահոսքից**՝ ծխած փորձարկում, ապա դրոսելի լվացում և **MAF/MAP** տիրույթների գնահատում Live Data-ով:
3. **Բարձր ծախս և սև ծուխ (բենզին/GDI)**: Խառնուրդի հարստացում՝ կեղտոտ ներարկիչներ, ցածր մագիստրալային ճնշում (կարգավորիչ), O_2 տվիչի դանդաղ արձագանք: Թեստեր՝ ինժեկտոր-բալանս, ճնշման գրաֆիկ, O_2 լամբդագրամ:
4. **Դիզելում դժվար գործարկում և «կաղալ»**: Ռեյլի ճնշման դանդաղ աճ կամ անկայունություն՝ բարձր ճնշման պոմպ/կարգավորիչ, ներարկիչների **վերադարձային հոսքերի** ավելացում: Ախտորոշում՝ Live Data թիրախ/իրական համեմատություն + leak-back թեստ:
5. **Կատալիզատորի անարդյունավետություն (P0420 տիպի DTC)**: Նախակատալիտիկ O_2 ալիքաձև, հետկատալիտիկ՝ նույնպես ալիքաձև (պետք է «հարթ» լիներ): Ստուգեք արտահոսքերը կոլեկտոր–կատալիզատոր հատվածում, տվիչի աշխատունակությունը, ապա գնահատեք կատալիզատորի իրական վիճակը (թանկացած, խցանված, հալված բջիջներ):

Գլուխ 4. Սառեցման և յուղման համակարգեր

Շարժիչի **սառեցման** և **յուղման** համակարգերը պատասխանատու են ջերմային ու մեխանիկական ծանրաբեռնվածության կայունացման համար: Առաջինը հեռացնում է այրման արդյունքում առաջացած ջերմությունը և պահում աշխատանքային **ջերմաստիճանը** կայուն միջակայքում, երկրորդը նվազեցնում է շփումը, հեռացնում մաշման մասնիկները, հերմետիկացնում բացակները և ջերմությունը տանում է կրիտիկական մակերեսներից: Երկու համակարգերն էլ փոխկապակցված են. վատ յուղումը արագացնում է ջերմային գերտաքացումը, իսկ գերտաքացման պայմաններում յուղի **մածուցիկությունը** նվազում է՝ վատացնելով ընթացիկ պաշտպանությունը: Ստորև ներկայացվում են կառուցվածքը, գործառնական տրամաբանությունը, սպասարկման կարևոր կանոնները և ախտորոշման հիմունքները:

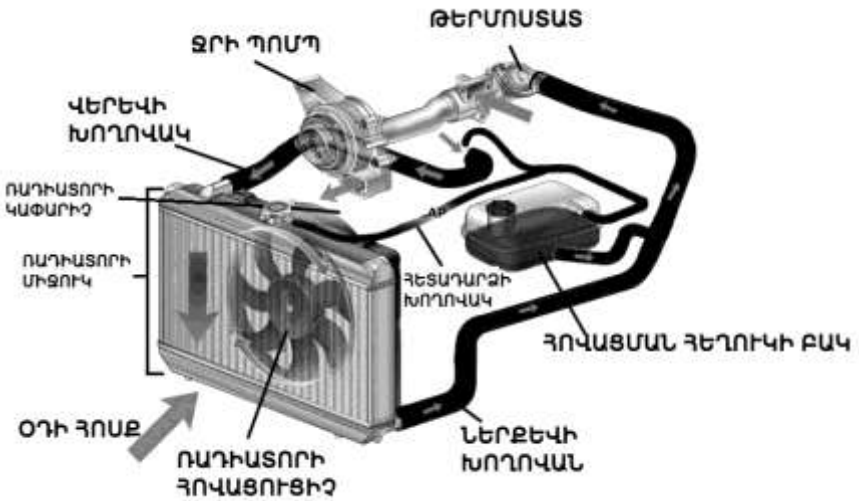
4.1 Սառեցման համակարգի նպատակն ու հիմնական տարրերը

Սառեցման համակարգը պահպանում է այրման խցիկների և շրջակա մասերի ջերմաստիճանը այն սահմաններում, որոնք ապահովում են արդյունավետ այրում, փոքր թրթռումներ (NVH) և երկար ծառայակարգ: Այն աշխատում է փակ շրջանառությամբ՝ **ջրի պոմպը (Водяной насос, Water pump)** մղում է **հովացման հեղուկը** բլոկի / գլանի գլխիկ անցքերով, ապա հոսքը անցնում է **ռադիատորով (Radiator)**, որտեղ ջերմությունը տրվում է օդին, և կրկին վերադարձվում է դեպի շարժիչ:

Հիմնական տարրերը (էականով, առանց ավելորդ մանրաբաժանումների)

- **Ջրի պոմպ** — ապահովում է հոսքի շրջանառությունը: Կարող է լինել մեխանիկական (շարժիչից) կամ էլեկտրական (արտադրողականության ճկուն կառավարմամբ):
- **Թերմոստատ (Термостат, Thermostat)** — «դռնապահն» է. սառը շարժիչում պահում է հեղուկը բլոկ–հիթեր կարճ շրջանառությամբ՝ արագ տաքանալու համար, իսկ սահմանված ջերմաստիճանում բացվում է և հոսքը ուղարկում **ռադիատոր**:

- **Ռադիատոր** — ջերմափոխանակիչ՝ խողովակ–փեղկերով, հաճախ էլ. **երկրբեռնիչով (fan)**՝ խցանումներում/ցածր արագության դեպքում օդ քաշելու համար:
- **Հովացման հեղուկ (antifreeze/coolant)** — ջուր + հավելումներ (անտի–կոռոզիոն, հակակավիտացիոն, յուղանյութային պաշտպանություն)՝ բարձրացրած եռման/ցածրեցրած սառեցման կետերով:
- **Խողովակներ և գուլպաներ** — կապում են հանգույցները, աշխատում են ճնշման տակ, պահանջում են կրիպերի ճիշտ սեղմում:
- **Ընդարձակման տարա (expansion/degas)** — ընդունում է ծավալի աճը տաքանալիս և վերադարձնում է հեղուկը սառելիս:



- **Սպասման/ճնշման կափարիչ (radiator/հայտնաբերում տարայի cap)** — պահում է համակարգի հաշվարկային **ճնշումը**, բարձրացնելով եռման կետը և պաշտպանելով ապարատը:
- **Ջերմաստիճանի տվիչ (ECT)** և **ԷԿՄ/ECU** — կառավարում են երկրբեռնիչի աշխատանքը, գծապատկերում ցուցիչը, հաշվարկում վառելիքային/հզորական շտկումները:

Ինչպես է հոսում հեղուկը (կարճ «քարտեզ»)

Սառը ռեժիմ. Պոմպ → բլոկ/գլուխ → *բայփաս/հիթեր* → պոմպ (թերմոստատը փակ է) — արագ տաքացում, կայուն աշխատանք:

Տաք ռեժիմ. Թերմոստատը բացվում է → պոմպ → բլոկ/գլուխ → **ռադիատոր** → պոմպ — ջերմության հեռացում:

Cap/pressure logic. Ճնշումը բարձրանալիս կափարիչը բացում է «փախուստ» դեպի ընդարձակման տարա, սառելիս՝ վերադարձնում է հեղուկը ներս:

Չափելիք (ՍԻ) և «նորմայի լեզու»

Պարամետր	Ուղեցույցային դաշտ*	Միավոր
Աշխատանքային ջերմաստիճան (ECT)	≈ **80**–105	**°C**
Կափարիչի անվ. ճնշում	≈ **80**–120	**kPa** *(0.8–1.2 bar)*
MAP/վակուումի ազդեցություն օդափոխի վրա	ըստ ECU քարտեզի	—
Երկրբեռնիչի միացման կետ	մոտ **95**–105 (I աստիճան)	**°C**

* Ճշգրիտ թվերը՝ կոնկրետ մոդելի աղյուսակից:

Ախտորոշման տրամաբանություն՝ առանց քանդման

- **Գերտաքացում շարժման մեջ** → ռադիատորի արտաքին խցանում/-ներքին կալցիֆիկացում, թերմոստատ «կեսբաց», պոմպի թիակների մաշում:
- **Գերտաքացում կանգնած/խցանումում** → երկրբեռնիչ/ռելե/տվիչ, կամ օդի ուղու խցանում:
- **Ջերմություն չկա սրահում** (սառը հիթեր) → թերմոստատ «բաց է կպել», օդային «փուչիկ», հիթեր-ռադիատորի խցանում:
- **Հեղուկի կորուստ առանց տեսանելի արտահոսքի** → կափարիչ չպահող ճնշում, գոլորշիացում, կամ **գաֆկետի** խափանում (բալոնների գազ–հովք «խառնելու» նշաններ՝ պղպջակներ, սպիտակ ծուխ):
- **Խողովակների «քարացումներ»/փքվածք** → հին հեղուկ, կոռոզիա, գուլպանի մետաղալարերի փլուզում:

Սպասարկում՝ ինչն է «փրկում» համակարգը

- Պահպանիր **միևնույն տեսակի** հակասառեցնողը (OAT/HOAT և այլն)՝ չխառնելով անհամատեղելի քիմիաներ:
- Փոխարինիր հեղուկը ըստ միջակայքի, լվա՛ ռադիատորը և բլոկը, եթե գույնը/թափանցիկությունը փոխվել է:
- Կափարիչի խտարարի ստուգիր՝ **ճնշման պահպանմամբ** (թուլացած կափարիչ = ցածր եռման կետ):

- Օդազտումը արա սահուն՝ տաքացումների/սառեցումների ցիկլով, անհրաժեշտության դեպքում՝ «բլիդ» պորտերով:
- Ստուգիր գուլպաների ճաքերը, կլեմների սեղմումը, պոմպի լիսեռի «հոսքը» (weep hole), երկրբեռնիչի ազատ պտույտը:

4.2 **Շրջանառություն և ջրի պոմպ. հոսքի ֆիզիկա**

Ջրի պոմպն ապահովում է մշտական հոսք: Այն կարող է մղվել թևավոր անիվով՝ սեպաձև գոտով կամ տիրամասային (փուլային) գոտիներից մեկով, երբեմն էլ էլեկտրական մղիչով: Թևիկների մաշումը կամ կոռոզիան առաջացնում են **կավիտացիա**, հոսքի կտրուկ անկում և տեղային գերտաքացում: Խողովակների ներքին պատերի կեղտոտումը մեծացնում է հիդրավլիկ դիմադրությունը, իսկ գուլպաների «փափկումը»՝ բարձր ջերմաստիճանի ազդեցությամբ, հանգեցնում է սեղմման և հոսքի խաթարման: Հոսքի անընդհատությունը գնահատվում է նաև **ջերմաստիճանային տարբերությամբ**՝ վերևի և ներքևի ռադիատորային գուլպաների միջև. չափազանց փոքր տարբերությունը մատնում է թերմոստատի «բացված» մնալը կամ պոմպի ոչ բավարար մղումը, չափազանց մեծը՝ ռադիատորի խցանում:

4.3 **Թերմոստատ և օդափոխիչների կառավարում**

Թերմոստատը ջերմաստիճան–կառավարվող փական է. սառը շարժիչում այն **փակ է**, և հեղուկը փոքր շրջանով է պտտվում՝ արագ հռչակելով աշխատանքային ռեժիմը: Սահմանված բացման ջերմաստիճանում (ուսումնական մոտարկմամբ՝ **≈85–95 °C**) նա **բացվում է**, և հոսքը անցնում է ռադիատորով: Թերմոստատի «բաց» խափանումը երկարացնում է տաքացումը, բարձրացնում ծախսն ու մաշումը, «փակ» խափանումը բերում է գերտաքացման: Օդափոխիչները կարող են լինել մեխանիկական **վիսկո-կցորդիչով** կամ **էլեկտրական**, որոնց աշխատանքը կառավարում է ECU-ն՝ ըստ **ECT** տվիչի: Սարքա-

վորման սխալը (ռելե, դիմադրիչ, տվիչ) չի պտտեցնի օդափոխիչը՝ հատկապես կանգառում կամ ցածր արագությունում, երբ օդի բնական հոսքը քիչ է:

4.4 **Ռադիատոր, խողովակներ, ընդարձակման տարը և կափարիչի ճնշում**

Ռադիատորը մետաղյա հավաքածու է՝ բարակ ալեհավաք–թիթեղներով, որտեղ հեղուկը կորցնում է ջերմությունը: Արտաքին աղտոտումը (միջատներ, փոշի) և ներքին **կոռոզիոն նստվածքները** կտրուկ նվազեցնում են ջերմափոխանակությունը:

Ընդարձակման տակառը ծառայում է ծավալի տատանումները ընդունելու համար. **կափարիչի զսպանակ–փականը** պահում է համակարգի ճնշումը (ուսումնական մոտարկմամբ **≈0.5 –1.4 bar**), ինչի շնորհիվ հեղուկի եռման կետը բարձրանում է և կանխվում է գերտաքացման վաղ սկիզբը: Դեֆեկտային կափարիչը չի պահում ճնշումը, առաջանում է վաղ եռալ, գուլպաների ներսքաշում կամ հակառակը՝ գերճնշման հետքեր:

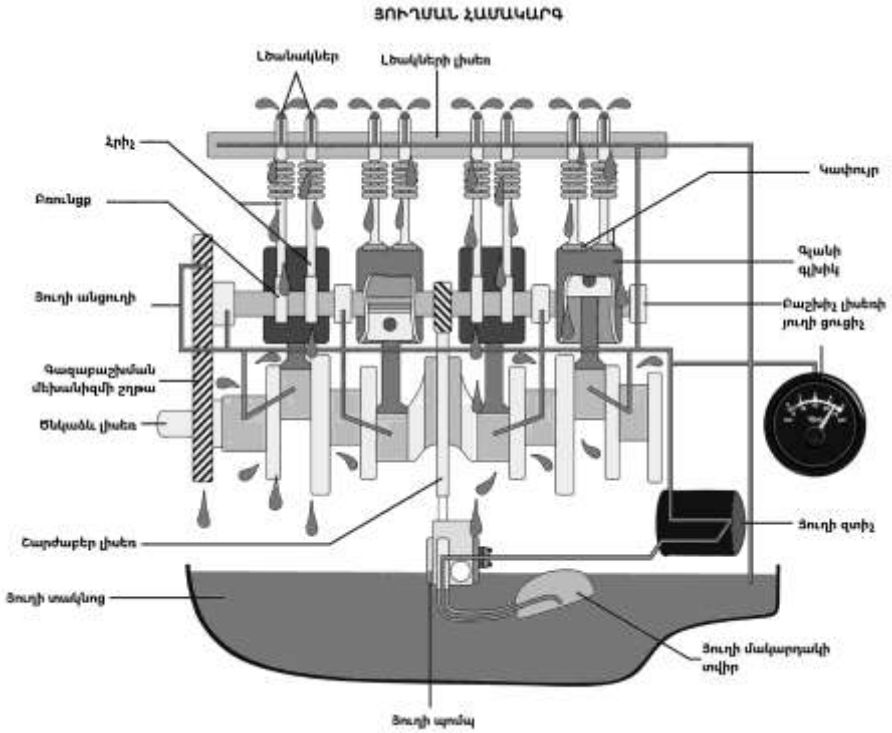
4.5 **Հովացման հեղուկ. բաղադրություն, խտություն, համատեղելիություն**

Հովացման հեղուկը ջրային հիմք է՝ **էթիլեն/պրոպիլեն–գլիկոլ** + **հակակոռոզիոն հավելումներ**: Խտությունը որոշում է սառեցման/եռման կետերը, իսկ հավելումների փաթեթը պաշտպանում է ալյումինն ու պղինձն **էլեկտրաքիմիական կոռոզիայից**: Խորհուրդ է տրվում խուսափել տարբեր քիմիական տեխնոլոգիաների (*OAT, HOAT և այլն*) կամ անհայտ հավելումների խառնումից.

գույնը երաշխիք չէ, կարևոր է համապատասխան արտադրողական բնութագիրը: Դատարկում–լցնում կատարել միայն **քամիչների** և **օդազատիչների** ճիշտ հերթականությամբ՝ օդային պղպջակները չթողնելու համար. հակառակ դեպքում ջերմային «փակ գրպաններ» են առաջանում:

4.6 Յուղման համակարգ. յուղամղիչ, անցուղիներ, յուղի զտիչ

Յուղման համակարգը պահպանում է շարժիչի բոլոր *շփման զույգերի* միջև **հիդրոդինամիկ յուղային թաղանթ**, հեռացնում է ջերմությունը և քշում է մետաղային մասնիկները դեպի **զտիչ**: Նրա «սիրտը» **յուղամղիչն** է (*Масляный насос, Oil pump*), որից հոսքը անցնում է **լրիվ հոսք (full-flow) յուղի զտիչով** (*Масляный фильтр, Oil filter*) և մուտք է գործում **գլխավոր մագիստրալը**, իսկ այնտեղից՝ **գլխավոր առանցքակալներ**, **թևային (rod) journals**, **բաշխիչ լիսեռ**, **հենակներ/թափքեր**, հաճախ նաև **մխոցների հովացման ջեթեր** (piston jets):

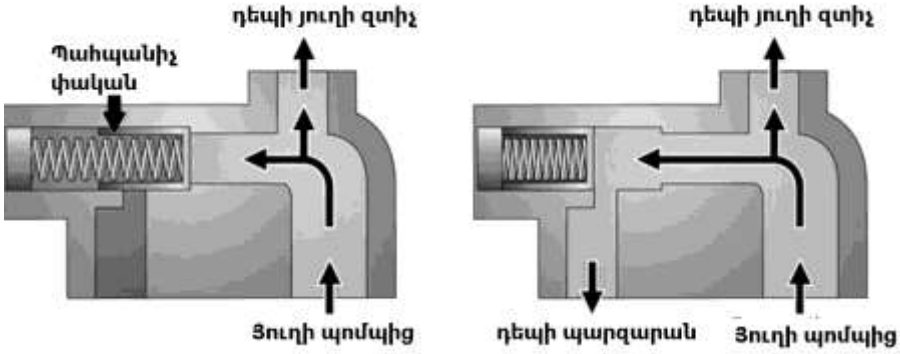


Ինչպես է կառուցված «ուղին»

Քարթեր/հենատուփ (sump) → **ստացող ցանցիկ/սիտա** → **յուղամղիչ** → **Relief-փական** (գերճնշումը շրջանցում է դեպի մուտք) → **զտիչ (full-flow)** → **գլխավոր մագիստրալ** → ճյուղավորումներ դեպի **գլխավոր/թևային առանցքակալներ**, **կամբշար**, **վերին մաս**: Որոշ համակարգերում կա **կողանցային մաքրում** (bypass filtration)՝ փոքր դեբիթով «բարակ» զտիչ, որը զուգահեռ մաքրում է յուղը:

Relief-փականը բացվում է, երբ պոմպի ելքում ճնշումը գերազանցում է նախագծային շեմը՝ պահելով համակարգը վնասից:

Շրջանցման փականը (filter bypass) կառուցված է զտիչի մեջ. սառը գործարկման կամ խիստ խցանման դեպքում թույլ է տալիս յուղին շրջանցել տարրը՝ ապահովելով «քսում կա > կեղտ է» սկզբունքը: Եթե զտիչն *շատ է խցանված*, շրջանցումը կարող է դառնալ **մշտական**, և շարժիչը կաշխատի *չմաքրված յուղով՝* արագացնելով մաշումը:



Յուղի զտիչ՝ ինչն է կարևոր

- **Լրիվ հոսք (full-flow)** — ամբողջ հոսքը անցնում է տարրի միջով; պահպանում է առանցքակալների կյանքը:
- **Կողանցային** — զուգահեռ «նուրբ» մաքրում՝ երկարաժամկետ մաքուր ֆոն ստեղծելու համար:

- **Հակադարձ հակասիփոն (anti-drainback) փական** — պահում է զտիչն ու մագիստրալը լցված, որպեսզի սառը մեկնարկին չլինի «չոր» պտույտ:
- **Շրջանցման շեմ** — նախագծային **ΔP**, որտեղ զտիչն անցկացնում է յուղը առանց տարրի:

PCV-ն (*դրական քարթերային օդափոխությունը*) վերահսկում է ժայթկող գազերի ելքը քարթերից՝ պահելով ներսում **թեթև վակուում**: Եթե **PCV վալվը/գուլպաները** խցանվեն կամ արտահոսք առաջանա, քարթերում կաճի **գազային ճնշումը**, և յուղը կսկսի **«քրտնել»** խցիչից/կափարիչներից, իսկ intake-ում կհայտնվեն յուղային գոլորշիներ՝ խանգարելով **MAF/MAP** ընթերցումներին ու խառնուրդին: «Tightness»-ը (անցուղիների, օ-ռինգների, պլագների, տվիչի շրջակայքի հերմետիկությունը) անմիջականորեն ազդում է թե՛ **յուղի ծախսի**, թե՛ **խառնուրդի կայունության** վրա:

Չափելիք (UI) — ուղեցույցային դաշտեր*

Պարամետր	**Ուղեցույցային դաշտ**	**Միավոր**
Յուղի ճնշում՝ տաք idle	≈ **100**–200	**kPa** *(1–2 bar)*
Յուղի ճնշում՝ բեռնված rpm	≈ **200**–400	**kPa** *(2–4 bar)*
Relief-փականի բացում	≈ **500**–700	**kPa** *(5–7 bar)*
Յուղի ջերմաստիճան աշխատանքում	≈ **90**–110	**°C**
Զտիչի շրջանցման շեմ (ΔP)	**Նախագծային՝ ըստ զտիչի**	**kPa**

* Սրանք ընդհանուր ուղեցույցներ են. վերջնական թվերը վերցրու կոնկրետ շարժիչի/զտիչի տվյալաթերթից:

Ախտանիշներ → հավանական պատճառաբանություն

- **Ճնշման լամպը «թրթռում է» տաք idle-ում** → մածուցիկության սխալ ընտրություն, նվազ բացակներ/մաշված պոմպ, ցածր մակարդակ:
- **Ճնշումը դանդաղ է բարձրանում գործարկումից հետո** → զտիչի հակադարձ փականը «չի պահում», drainback գիծ:

- **Ճնշման «անողոք» տատանումներ** → յուղի **աերացիա/փրփրում** (մակարդակի սխալ, վերադարձի շիթը «ծեծում» է հայթը), պուլսացիա պոմպից:
- **Թակոցներ/հենակների աղմուկ** → պոմպի անբավարար հոսք, մեծ բացակներ (journal-ներ), զտիչի մշտական շրջանցում:
- **Յուղի արագ մթնում** → զտիչի անարդյունավետություն, կողանցային ուղու բացակայություն ծանր ռեժիմներում, PCV-ի խնդիրներ:
- **Յուղի ծախս** (առանց ծուխի/արտահոսքի) → PCV չաշխատող ռեժիմ, intake-ում յուղային գոլորշիների մեծացում:

Սպասարկման գործնական նշումներ

- **Յուղի դասն** ընտրիր՝ ըստ արտադրողի (օր. SAE 0W-20, 5W-30) և կլիմայի, բայց հիշիր՝ մածուցիկության *իրական միավորը* **mm²/s (cSt)** է՝ 40/100 °C ռեժիմներում:
- **Զտիչ** — փոխիր յուղի հետ միասին, շահագործման ծանր ռեժիմում՝ ավելի հաճախ: Անհամապատասխան զտիչը կարող է սխալ **ΔP** ունենալ և հաճախ շրջանցել:
- **Քարթերի մակարդակ** — չափիր տաք, 2–3 րոպե կանգառից հետո: Ավելորդ լցված յուղը **աերացիա** է առաջացնում:
- **Պոմպ/անցուղիներ** — մոնտաժից առաջ լցրու մոնտաժային լուբրիկանտ/յուղ, համոզվիր, որ **Relief**-ը մաքուր է և ազատ է շարժվում:
- **PCV** — պարբերաբար ստուգիր վալվը/մեխանիզմը, գուլպաների ճաքերը, intake-ում յուղի հետքը:

Ամփոփում: Յուղամղիչ–զտիչ–անցուղիներ եռյակը ձևավորում է այն «սահուն բարձը», որի շնորհիվ ծնկաձև և բաշխիչ լիսեռները, առանցքակալները և մխոցային պատերը երկար կյանք ունեն: **Relief-փականը** պաշտպանում է գերճնշումից, **զտիչի շրջանցումը**՝ սառը պահերին տալիս է հոսք, բայց խցանման դեպքում դառնում է ռիսկ, իսկ **PCV-ը** պահում է քարթերը ճիշտ ճնշման տակ՝ նվազեցնելով արտահոսքն ու ծխոցը: Աշխատիր **ՍԻ** միավորներով (kPa/bar, °C), պահպանիր ճիշտ յուղ/զտիչ/միջակայք— և քսումն ամեն ռեժիմում կլինի կայուն, հնչյունը՝ մեղմ, իսկ շարժիչը՝ դիմացկուն:

4.7 **Յուղերի դասեր և ընտրություն (SAE, մածուցիկություն, հրահանգներ)**

Յուղի հիմնական ընտրական չափանիշը **SAE մածուցիկությունն** է (օր. 0W-20, 5W-30, 5W-40)՝ կապված կլիմայի, շարժիչի կառուցվածքի և բացակների հետ: Ավելի բարակ յուղերը նվազեցնում են հիդրոդինամիկ կորուստները և արագացնում մղումը սառը գործարկման պահին, սակայն ծայրահեղ մաշված շարժիչներում բավարար չեն պահում ճնշումը տաք ռեժիմում: Ընտրությունը կատարվում է ըստ արտադրողի սահմանումների՝ հաշվի առնելով կատալիզատորի/զտիչերի զգայունությունը ծծմբային խեժերի նկատմամբ և **վառելիքի տնտեսության** պահանջները: Յուղի **մածուցիկության անկումը** գերտաքացման պայմաններում և **օքսիդացումը** երկար միջակայքներում սրում են մաշումը. ուստի շահագործման պայմաններին համապատասխան **միջակայքը** պահպանելը պարտադիր է:

4.8 **Ճնշումների, ջերմաստիճանների և արտահոսքերի վերահսկում**

Շարժիչի հուսալիությունը պահվում է, երբ **յուղման**, **սառեցման** և **խցվածքին** համակարգերի իրական վիճակը *չափված է՝* **ՍԻ** միավորներով (kPa/bar/°C) ու փաստաթղթավորված: Ստորև տրամաբանական կարգով՝ ինչ, որտեղ և ինչպես ստուգել՝ առանց ավելորդ քանդման:

Յուղի ճնշման տվիչը/լամպը շեմային է. «միացված»/«անջատված» տեղեկություն է տալիս և չի ցույց տալիս, թե արդյոք համակարգը պահում է նորմալ ճնշում *բոլոր ռեժիմներում*:

Փաստացի գնահատում՝ մեխանիկական ճնշաչափով.

- Տաք շարժիչ (յուղ ≈ **90–110 °C**), սոնակի վրա տեղադրած ճնշաչափ:
- Գրանցիր՝ **idle** և **2000**–3000 **պ/ր**:
- Ուղեցույցային դաշտեր*՝ տաք idle ≈ **100–200 kPa (1–2 bar)**, 2000–3000 պ/ր ≈ **200–400 kPa (2–4 bar)**:
- Ճնշման դանդաղ բարձրացում գործարկումից հետո՝ **զտիչի հակադրենբեքի** (anti-drainback) կամ յուղամղիչի մաշման հուշում է:
- Տատանումներ՝ **աերացիա** (ավել լցված յուղ, վերադարձի շիթը «ծեծում» է հայթը) կամ պոմպի/Relief-փականի խնդրի նշան:

* Ճշգրիտ թվերը վերցրու տվյալ շարժիչի քարտեզից:

Սառեցման համակարգ — ճնշումային թեստ և կափարիչ

Pressure/pump-cap tester-ով սառը շարժիչի վրա սիստեմը բերիր **կափարիչի անվ. ճնշման** մոտ (սովորաբար **80–120 kPa ≈ 0.8–1.2 bar**), պահիր 1–2 րոպե.

- Ցուցիչի անկում — **միկրոարտահոսք**՝ ռադիատոր, կորպուս, գուլպաներ, ջերմապահման (Thermostat) նստեցում, ջրի պոմպի **weep hole**:
- Կափարիչը առանձին ստուգիր. եթե շուտ «թուլանում» է, համակարգի եռման սահմանը ընկնում է → **գերտաքացում** կանգառներում:

Լրացուցիչ մոնիթորինգ. IR-թերմոմետրով «սառը հատվածներ» ռադիատորում (ներքին խցանում), սրահի հիթերի ջերմություն (օդային փուչիկ, թույլ հոսք):

Քիմիական CO_2 թեստ — ներքին արտահոսքերի «դեղին քարտը»

Block-test հեղուկը՝ վերալցքի բունում/տարայում, շարժիչը աշխատող.

- **Կապույտ** → **կանաչ/դեղին** գույնի անցում = **այրման գազեր հովքում** → հաճախ **գլանի գլխիկ–դեկ միջադիր** (**գաֆկետ**), երբեմն՝ բլոկ/գլխիկի միկրոջղճ:
- Թեստը անիր տաքանալուց հետո, բայց առանց գերտաքացման՝ սխալ բացասական/դրական չստանալու համար:

«Մայոնեզ» և յուղ–ջուր խառնուրդ

- Յուղլցակ կափարիչի տակ **կրեմային էմուլսիա**՝ հնարավոր **քաղցկեղ** խառնուրդ (հովք յուղի մեջ) կամ պարզապես **կոնդենսատ** (կարճ ուղևորություններ, ցուրտ եղանակ): Տարբերակելու համար ստուգիր նաև՝
  - **Ընդարձակման տարա** — յուղային թաղանթ/կետակետ = **յուղը հովքում** (հաճախ յուղ/ջուր ջերմափոխանակչի կամ գաֆկետի խափանում),
  - **Ցեխ/սպիտակ ծուխ, բալոնի գազեր տարայում, պղպջակներ** — ներքին արտահոսքի հուշումներ:
- Ցանկացած խառնուրդ = **անմիջապես** պատճառաբանություն գտնել, քանի որ յուղի հավելումները «սպառվում» են, կրող մակերեսները մաշվում:

Արագ քարտեզ՝ չափում → ենթադրություն → հաջորդ քայլ

Ինչ ես տեսնում	Ենթադրություն	Ի՞նչ անել
Տաք idle-ում <1 bar	Յուղամղիչ/բացակներ/մածուցիկություն	Մեխ. ճնշաչափ, զտիչ, Relief, մածուցիկություն՝ ըստ OEM
Ճնշում «ցատկում» է	Աերացիա կամ պոմպի պուլսացիա	Մակարդակ, վերադարձի շիթ, քարթերային փրփրում
Սիստեմը չի պահում 0.8–1.2 bar	Արտաքին միկրոարտահոսք	Pressure test, ներկ–ՈւՎ, կափարիչի ստուգում
CO_2 թեստ՝ գոյնի փոփոխություն	Ներքին արտահոսք դեպի հովք	Կոմպրեսիա/Leak-down, գլանի գլխիկի հարթություն
«Մայոնեզ» կափարիչի տակ	Հովք յուղում կամ կոնդենսատ	Ստուգիր ընդարձակման տարան, յուղի վերլուծություն
Հիթերը սառը, ECT նորմալ	Օդային փուչիկ/հիթեր խցանում	Օդաթափում ըստ մոդելի, հիթեր flu

Ստուգողական հարցեր

1. Ո՞րն է **թերմոստատի** «բաց» և «փակ» խափանումների ազդեցությունը աշխատանքային ռեժիմի վրա, և ինչպես է դա արտացոլվում վարորդական զգացումներում:
2. Ինչպե՞ս է **կափարիչի ճնշման** պահպանումը բարձրացնում հովացման հեղուկի եռման կետը և կանխում վաղ գերտաքացումը:
3. Նկարագրեք **յուղամղիչ–զտիչ–relief** շղթայի տրամաբանությունը և ինչու է խցանված զտիչի երկարատև շրջանցումը վտանգավոր:
4. Ինչպե՞ս եք տարբերում յուղ–ջուր խառնուրդը գլանագլխի գաֆկետի վնասումից և յուղ/ջուր ջերմափոխանակչի խափանումից:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Սառեցման համակարգի ճնշումային թեստ և օդազատում Սառը շարժիչով կապեք ճնշումաստեղծ պոմպը ընդարձակման տակառին, բարձրացրեք մինչև արտադրողի մոտարկված շեմը (օր. ≈1.1–1.4 bar) և հետևեք անկմանը: Նշեք արտահոսքի կետերը (կցակարեր, կափարիչ, ռադիատոր), ապա լրացրեք հեղուկը և կատարեք «օդազատում» ճիշտ հերթականությամբ:

Ա2. Թերմոստատի գնահատում և օդափոխիչի կառավարման ստուգում

Տաքացրեք շարժիչը՝ հսկելով **ECT**–ն Live Data–ով: Դիտարկեք վերևի/ներքևի գուլպաների տաքացման հերթականությունը, դիտեք օդափոխիչի միացման շեմը և աշխատանքը կանգառում: Արտագրեք եզրակացությունը թերմոստատի «բացված» կամ «փակված» մնալու մասին:

Ա3. Յուղի ճնշման չափում և զտիչ/միջակայքի գնահատում Տեղադրեք մեխանիկական ճնշաչափ, չափեք արժեքները դատարկքայլում և 2500–3000 պ/ր–ում տաք շարժիչով: Համեմատեք ուսումնական միջակայքերի հետ, գնահատեք յուղի վիճակը (գույն, հոտ) և սահմանեք սպասարկման առաջարկ (մածուցիկության ընտրություն, միջակայք, զտիչի տեսակ):

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Գերտաքացում արագացման կամ կանգառի ընթացքում**. առաջինը ստուգեք հեղուկի **մակարդակը**, ռադիատորի արտաքին մաքրությունը և օդափոխիչի միացումը: Եթե կանգառում է գերտաքանում, իսկ մայրուղում՝ ոչ, մեծ հավանականությամբ **օդափոխիչ/տեսչության** խնդիր է կամ ռադիատորի խցանում: **Թերմոստատի «փակ»** խափանումը տալիս է արագ աճող ECT և սառը ներքևի գուլպան:
2. **Դանդաղ տաքացում, ցուրտ վառարան, ծախսի աճ**. հաճախ **թերմոստատի «բաց»** խափանում է: Եղած դեպքում Live Data–ում տեսանելի է երկար տևող ցածր ECT, իսկ վառարանը հազիվ է տաքացնում:
3. **Հովացման հեղուկի կորուստ առանց ակնհայտ արտահոսքի**. դիտեք **բուշտեր ռադիատորի բերանում** (գազերի մուտք), կատարեք CO_2–թեստ. դրական լինելու դեպքում՝ գաֆկետի կամ մանր ճեղքի կասկած:
4. **Յուղի ճնշման անկում տաք շարժիչում**. հնարավոր պատճառներ՝ մաշված **առանցքակալներ**, թույլ **յուղամղիչ**, չափազանց բարակ յուղ տվյալ բացակների համար: Ստուգեք ճնշումը մեխանիկական սարքով, գնահատեք յուղի ջերմային վիճակը:
5. **Յուղ–ջուր խառնուրդ**. «մայոնեզ» կափարիչի տակ կամ **յուղային հետքեր** ընդարձակման տարայում: Տարբերակելու համար դիտեք՝ կա՞ CO_2 հովացման մեջ (գաֆկետ) և սառեց–յուղային ջերմափոխանակչի tightness–ը (օճառաջուր/չափում):
6. **Կավիտացիոն վնաս ջրի պոմպում**. աղմուկ, ջերմաստիճանի տեղային վերելքներ, հոսքի անկում: Լուծում՝ պոմպի փոխարինում, հեղուկի ճիշտ խտություն և օդազատման կարգի պահպանում:

Գլուխ 5. Վառք և էլեկտրոնային կառավարում (ECU)

Շարժիչի կայունությունն ու տնտեսությունը կախված են նրանից, թե որքան ճիշտ է կառավարվում վառելիք–օդ խառնուրդը և որքան ժամանակին է առաջացվում կայծը այրման համար: Այս գլուխը ներկայացնում է **վառոցքի համակարգի** տրամաբանությունը, **էլեկտրոնային կառավարման միավորի** (ECU) դերը, **տվիչի** և **ակտուատորների** համագործակցությունը, ինչպես նաև՝ ժամանակակից ախտորոշման հիմունքները՝ **Live Data**, **Freeze Frame**, **STFT/LTFT** և **DTC**-ների մեկնաբանմամբ: Տերմինաբանական համարժեքները (ռուս./անգլ.) տրվում են առաջին հիշատակման պահին, ապա շարունակում ենք հայերենով:

5.1 **Վառոցքի համակարգի նպատակը և կառուցվածքը**

Վառոցքի համակարգի նպատակը ճիշտ պահերին ապահովելն է **կայծ**՝ բավարար էներգիայով և կայունությամբ, որպեսզի **Այրման մոմը** (*Spark plug*) վստահորեն վառի խառնուրդը բոլոր ռեժիմներում: Ժամանակակից մեքենաներում բաշխիչից (distributor) անցում է կատարվել **բաշխիչազուրկ** լուծումների՝ **COP (coil-on-plug)** կամ **կոճների փաթեթների** (coil pack, հաճախ *wasted-spark*):

Ինչպես է ստացվում բարձր լարումը

Վառոցքի կոճ (Ignition coil) կազմված է երկու փաթույթից՝ **ցածր լարման առաջնային** ու **բարձր լարման երկրորդային**: **ԷԿՄ/ECU**-ն «շինում» է մագնիսական դաշտը՝ կառավարելով **dwell**-ը (առաջնայինի սնուցման տևողությունը, սովորաբար **միլիվայրկյանների** կարգով), ապա կտրում է շղթան. փլուզվող դաշտը երկրորդայինում առաջացնում է **տասնյակ կիլովոլտ** լարում՝ անցնելու մոմի միջանցքը:

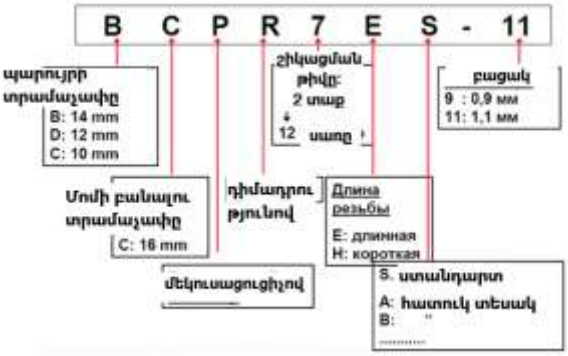
- **COP** — յուրաքանչյուր մոմի վրա առանձին կոճ. նվազում են բարձրալար «կորուստները», աճում է կայունությունը:
- **Coil pack / wasted-spark** — մեկ կոճ՝ երկու «ընկեր» գլանների հա-

մար (մեկը սեղմման TDC-ում, մյուսը՝ արտածման TDC-ում՝ «դատարկ կայծ»):

Այրման մոմ՝ փոքր հատված, մեծ ազդեցություն

Էլեկտրոդների միջանցքը (gap) և մաքուր մակերեսները որոշում են «թռիչք» պահանջվող լարումը և կայծի **վառման տևողությունը**:

- Լայն gap → պահանջվող լարումը աճում է, հատկապես բարձր բեռնվածքում կարող է լինել **misfire**:
- Նստվածքներով կամ յուղով աղտոտված մոմ → «քայլ-քայլ» սայթաքումներ, անկայուն idle:



- Ժամանակակից **իրիդիում/պլատին** էլեկտրոդները նեղ են՝ կայծի կայունության և միջակայքի երկարացման համար:
  Տիպիկ ուղեցույցներ (մոդելից կախված): gap ≈ **0.7–1.1 mm**, spark-ի տևողություն ≈ **1–2 ms**, պահանջվող լարում ≈ **15–40 kV**:

Կառավարման տրամաբանություն՝ ինչից է կախված կայծի «ժամը»

ECU-ն հաշվում է **վառոցքի առաջացումը** (ignition advance)՝ ըստ **CKP/CMP** (փուլ), **լրացման/բեռնվածքի** (MAF/MAP), **ջերմաստիճանների** (ECT/IAT) ու **հարվածաչափի** (knock sensor): Նպատակն է՝

- ցածր պտույտներում կայուն պտույտիմոմենտ,
- բարձր պտույտներում հզորություն,
- **Դետոնացիան** կանխվում է՝ զարկերի տվիչի (knock sensor) հետադարձ կապի հիման վրա, երբ ECU-ն հետ է վերցնում պայթունի առաջացման անկյունը:

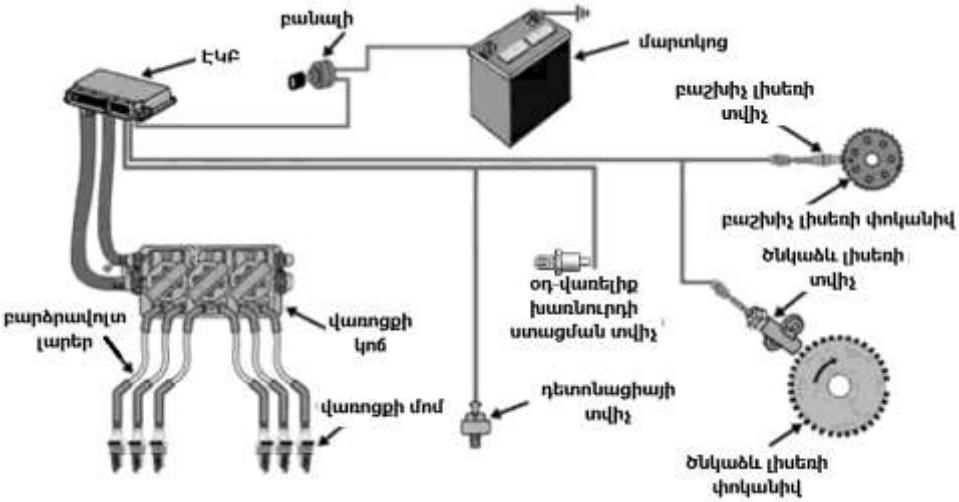
COP vs Coil Pack — երբ որինը «լավ» է

- **COP** — առավել ճշգրիտ կայծ, քիչ կորուստներ, ավելի մաքուր ալիքագրեր; սարքավորման արժեքը բարձր է, բայց ախտորոշումը՝ «գլան առ գլան» պարզ:

- **Coil pack (wasted-spark)** — կոմպակտ ու մատչելի, բայց բարձրալար լարերը անցնում են մալուխներով, իսկ յուրաքանչյուր կոճ «սպասարկում» է 2 գլան՝ պահանջելով լավ մեկուսացում:

Ախտորոշում՝ ինչ են պատմում ալիքագրերը և թվերը (ՍԻ)

- **Առաջնային ալիքագր** (oscilloգրաֆ) — dwell-ի «հոսքի թեքություն», անջատման սուր պիկ, հետո **burn time** (մոտ **միլիվայրկյան**):
- **Երկրորդային ալիքագր** — «firing line» (թռիչքի բարձր լարում, **kV**), «burn line» (քայծի կայուն մաս) ու «oscillation» վերջում:
- **OBD misfire counters (P03xx)** — ցույց են տալիս կոնկրետ գլանը:
- **Մոմի վիճակ** — սուրթ/սպիտակ (աղքատ), սև/քարացած (հարստացած/յուղ), մետաղական փայլ (գերտաքացում):



Սիմպտոմներ → հավանական պատճառ → ինչ ստուգել

Սիմպտոմ	Հնարավոր պատճառ	Ստուգում (ՍԻ)
Բեռնվածքի տակ «դադարներ»	Լայն gap, թույլ կոճ, վատ կապեր	Gap **mm**, առաջնային դիմադրություն Ω, dwell **ms**, երկրորդային պահանջվող **kV**
Չկայուն idle, P030x	Կեղտոտ/յուղոտ մոմ, COP բութի ածխացում	Մոմերի ստուգում/փոխ. ըստ միջակայքի, COP boot-ի տեսք

Սառը/խոնավ օրերին misfire	Մալուխների մեկուս. կորուստ (coil pack)	Մութ դիտարկում/մառախուղ թեստ, second. kV «թռիչքներ»
Հզորության կորուստ, detonation	Վաղ advance, knock control անբավարար	Advance քարտեզ, knock activity, ECT/IAT տվիչի նորմա

Ամփոփում. Վառոցքի համակարգը՝ **կոճ** (катушка зажигания) - **այրման մոմ** (свеча зажигания) և **ECU/ԷԿՄ** (ЭБУ)—ապահովում է ժամանակին, ուժեղ ու կայուն կայծ: ECU-ն կառավարում է **հոսանքի կուտակման ժամանակը** (время накопления), ընտրում է **վառքի առաջանցման անկյունը** (угол опережения зажигания), իսկ մոմի **էլեկտրոդի բացվացքը** (зазор свечи) պետք է լինի արտադրողի կողմից հաստատված նորմայում: Ճիշտ **COP/coil-pack** ընտրությունը, մաքուր և ճիշտ բացվացքով մոմերը և հավասարակշռված վառքի առաջանցման անկյու տալիս են հուսալի այրում, լավ հզորություն և ցածր ծախս:

5.2 ECU՝ կենտրոնական ալգորիթմներ և պաշտպանություններ

ECU-ն հավասարակշռում է երեք առանցքային գործընթաց՝ **օդի հաշվառում**, **վառելիքի չափաբաժնում** և **կայծի առաջացում**: Սառը գործարկման պահին աշխատում է **open loop**՝ նախապես հաշվարկված քարտեզներով, իսկ տաք ռեժիմում՝ **closed loop**, երբ O_2 **տվիչի** հետադարձ կապով պահվում է $\lambda \approx 1$ հարաբերակցությունը: ECU-ն կառավարում է **առաջացման անկյունը**, **դյուելի տևողությունը**, **ներարկման ժամանակը** և, անհրաժեշտության դեպքում, **կաղման ռեժիմներ** է ակտիվացնում՝ պաշտպանելով շարժիչը գերտաքացումից, դետոնացիայից կամ տվիչի ձախողումից: Թերությունների դեպքում սահմանվում են **DTC**-ներ, պահվում է **Freeze Frame**՝ սխալի պահին ֆիքսված պարամետրերով, ինչը օգնում է վերարտադրել իրավիճակը՝ առանց փորձարկման կրկնակի վտանգների:

5.3 Տվիչի ցանց՝ ավտոմոբիլի «աչքերը» և «ականջները»

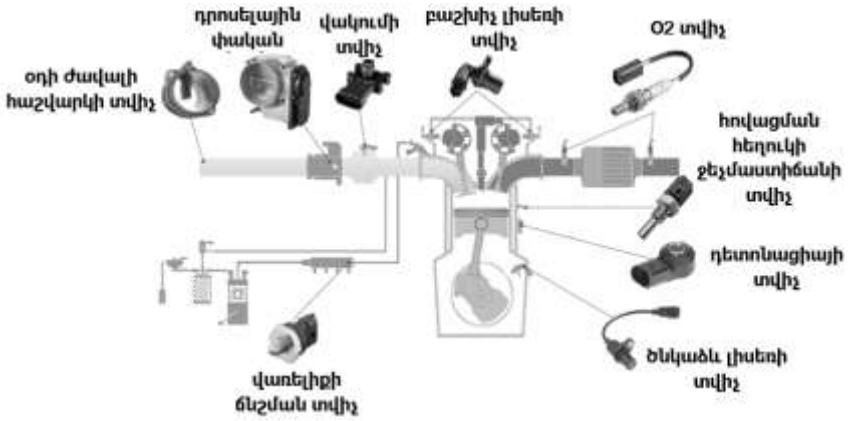
Շարժիչի կառավարման ամենակարևոր տվիչներն են՝

CKP/CMP՝ *կրնկաձև լիսեռի* և *բաշխիչ լիսեռի* դիրք/փուլ: **CKP**-ն ապահովում է պտույտների հաշվառումը և **misfire**-ի հայտնաբերումը՝ ըստ արագացման միկրոջանցքների, իսկ **CMP**-ը թույլ է տալիս տարանջատել ցիկլերը՝ ճիշտ գլանին ասցնելով ներարկումն ու կայծը:

MAF/MAP՝ ներածվող օդի հաշվառում. **MAF**-ը չափում է հոսքը, **MAP**-ը՝ մանիֆոլդի ճնշումը, երբեմն երկուսն էլ կիրառվում են՝ հաշվարկը կայունացնելու համար:

TPS/ETC՝ դրոսելի դիրք. մեխանիկական **TPS**-ի դեպքում ECU-ն «տեսնում» է վարորդի հրահանգը, **ETC**-ում (էլեկտրոնային դրոսել) կա նաև շարժիչ, որով ECU-ն կառավարում է բացումը՝ կայուն դատարկքայլի և ընտրված կրուիզի համար:

ECT/IAT՝ հովացման հեղուկի և նեածվող օդի ջերմաստիճաններ, որոնք ուղղում են վառելիքի և առաջացման քարտեզները:



O_2 (լամբդա)՝ խառնուրդի վերահսկում, նախակատալիտիկ տվիչը «ճառագում» է ալիքաձև, իսկ հետկատալիտիկը պետք է լինի համեմատաբար «հարթ», եթե կատալիզատորը արդյունավետ է:

Knock sensor՝ դետոնացիայի հայտնաբերում: ECU-ն հետ է բերում առաջացումը հարվածային ալիքների դեպքում՝ կանխելով մեխանիկական վնասը:

Տվիչի տվյալները ինտերպրետացվում են **Live Data**-ում՝ թույլ տալով առանց քանդման տեսնել համակարգի վիճակը: Օրինակ՝ O_2 տվիչի էական շեղումները մատնանշում են արտահոսքեր կամ վառելիքային ճնշման խնդիրներ, իսկ **O_2**-ի դանդաղ արձագանքը ցույց է տալիս տվիչի հնացում կամ լարագծի խնդրահարույց կոնտակտներ:

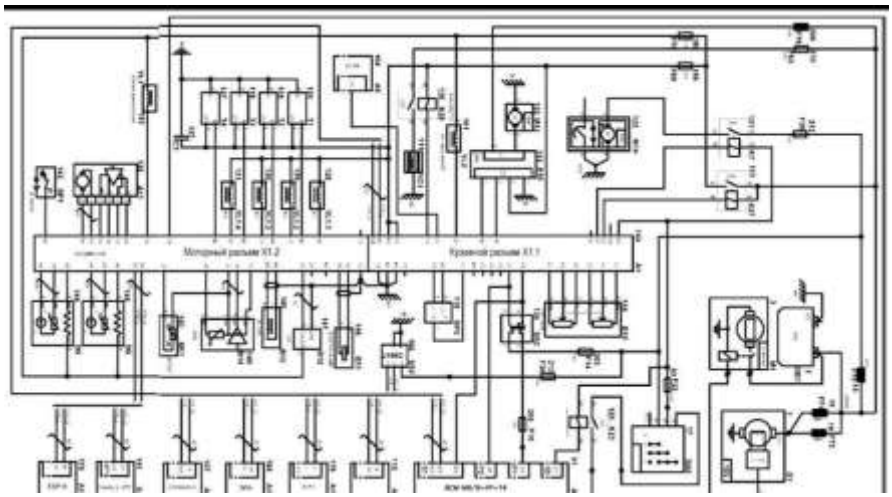
5.4 **Ակտուատորներ՝ գործող ձեռքեր**

Բացի **վառոցքի կոճներից** և **ներարկիչներից**՝ ECU-ն կառավարում է մի շարք այլ հանգույցներ. **կանիստրային փականը** (EVAP purge) վերադարձնում է գոլորշիները ներածման կոլեկտոր, **դատարի ընթացքի կարգավորիչը** (IAC) կամ **էլեկտրոնային դրոսելը** պահում է ճշգրիտ պտույտները առանց վարորդի միջամտության, **EGR**-ը վերահսկում է գազերի վերադարձը դետոնացիան նվազեցնելու և NOx-ը սահմաններում պահելու համար: Բոլոր ակտուատորները պահանջում են ճիշտ սնուցում և **հող (ground)**. **լարային անկման** (voltage drop) թեստերը հաճախ բացահայտում են անտեսված քրոնիկ խափանումներ՝ օքսիդացված կոնտակտների կամ թերի «հողի» պատճառով:

5.5 **Էլեկտրական շղթաների ընթերցում և ախտորոշման ռազմավարություն**

Էլեկտրական սխեման կարդալիս միշտ սկսեք **սնուցումից** և **հողից**. ապահովիչներ, ռելեներ, կապակցիչների համարակալում, հաղորդալարերի գունավորում: **Օմական դիմադրության** չափումները պետք է կատարել հոսանքազրկված շղթայում, մինչդեռ **լարային անկումը**՝ բեռնվածությամբ: Վառոցքի խափանումների դեպքում պարբերաբար օգտակար է **օսցիլոգրաֆը**՝ տեսնելու կոճի առաջնային/երկրորդային ալիքները, dwell-ի և այրման

տևողության փոփոխությունները: Վառելիքի կառավարման խնդիրներում Live Data-ի համատեքստում համադրեք **MAF/MAP–STFT/LTFT–O_2** ցուցիչները՝ հասկանալու՝ համակարգը «աղքատ» է, թե «հարստացած», և ո՞ր օղակում է հավանական կորուստը՝ օդ, վառելիք, կայծ:



5.6 **Misfire (пропуск зажиганий)**-ի հայտնաբերում և DTC–ների իմաստավորում

Misfire-ը ECU-ն հայտնաբերում է **CKP**-ի արագացումների միկրոտատանումներով. երբ կայծը կամ խառնուրդը անարդյունք է, տվյալ ցիկլում պտտման արագությունը պակասում է: Բազմաթիվ բացակների դեպքում ակտիվանում են **P0300–P030X** տիպի DTC-ներ (պատահական կամ կոնկրետ գլանի), և կատալիզատորը պաշտպանելու համար ECU-ն կարող է անջատել վառելիքը տվյալ գլանում: Ախտորոշման բանաձևը պարզ է. **կայծ–վառելիք–կոմպրեսիա**: Եթե կայծը կա, անցեք վառելիքին (ճնշում, ներարկիչի կաթկթում, ցողում), եթե երկուսն էլ կարգին են՝ չափեք կոմպրեսիան և արեք **Leak-down**՝ բացառելով մեխանիկական ճեղքերը:

Ստուգողական հարցեր

1. Ի՞նչ տարբերություններ կան **open loop** և **closed loop** ռեժիմների միջև, և ինչ դեր ունի **O_2** տվիչը դրանցում:
2. Ինչպե՞ս է **CKP/CMP** զույգը ապահովում կայծի և ներարկման ճշգրիտ փուլավորումը:

3. Ինչո՞ւ է **լարային անկման** թեստը հաճախ ավելի խոսուն, քան պարզապես դիմադրության չափումը:
4. Նշեք երեք պատճառ, որոնք կարող են բերել **misfire**-ի, և մեկնաբանեք ախտորոշման փուլայնությունը:
5. Ինչպե՞ս է **STFT/LTFT**-ի երկարատև դրական շեղումը փոխկապակցվում ներածմանկոլլեկտորում **վակուումային արտահոսքի** հետ:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Live Data-ի համադրական վերլուծություն

Տաք շարժիչով արձանագրեք **MAF/MAP**, **STFT/LTFT**, O_2 **(Bank1 Sensor1/2)** և **ECT** արժեքները դատարկ քայլում և 2500 պ/ր-ում: Կազմեք կարճ եզրակացություն՝ համակարգի «աղքատ/հարստացած» միտումների, տվիչի արձագանքի արագության և հնարավոր արտահոսքերի մասին:

Ա2. Վառոցքի ալիքների դիտարկում (եթե հասանելի է օսցիլոգրաֆ)

Մոտեցեք մեկ գլանիկի **կոճին** և դիտարկեք առաջնային/երկրորդային ալիքները. գնահատեք **dwell**-ի տևողությունը, կայծի «այրումի» ժամանակը և պիկ լարումը: Համեմատեք մեկ «կասկածելի» և մեկ «առողջ» գլանի ալիքները և գրավոր ձևակերպեք տարբերությունները:

Ա3. Լարային անկման թեստ սնուցում/հողի շղթայում

Բեռնվածությամբ (աշխատող կամ արհեստական բեռ) չափեք լարային անկումը **կոճ–ECU հող** և **կոճ–սնուցում** գծերում: Եթե արժեքը գերազանցում է սովորական ընդունելի շեմերը, նշեք կոնտակտի մաքրում/վերականգնում կամ լարի փոխարինում որպես լուծում:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Դանդաղ արձագանքող O_2 տվիչ**. Live Data-ում ալիքաձևի հաճախականությունը ցածր է, ամպլիտուդը՝ փոքր: Ստուգել լարագծի ամբողջականությունը, «հողի» որակը, գործարկել «սարքած» հարստացման թեստ (արհեստական վակուում/ռսպռեյ)՝ տեսնելու արձագանքը:
2. **MAF/MAP անհամապատասխանություն**. դատարկքայլում բարձր հաշվարկված օդ կամ ցածր վակուում. հավանական է **ներածվող օդի արտահոսք** կամ կեղտոտ **դրոսել**: Smoke-test + դրոսելի լվացում՝ առաջնային քայլեր:

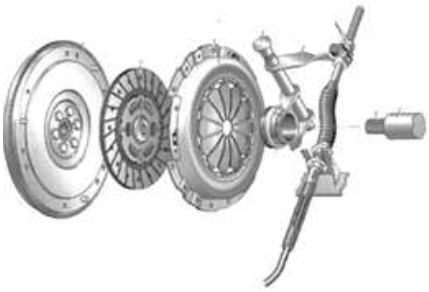
3. **Misfire** մեկ գլանում՝ P030X**. փոխեք **մոմը** և **կոճը** գլանների միջև՝ դիտելով՝ արդյո՞ք սխալը «տեղաշարժվում է»: Եթե ոչ՝ ինժեկտոր-բալանս/կոմպրեսիա/Leak-down:
4. **ETC/IAC անկայուն դատարկքայլ**. դրոսելի նստվածքներ, բացասական «հողի» վատ կոնտակտ, հնացած **TPS**: Լարային անկման թեստ, դրոսելի ադապտացիա (եթե պահանջվում է), մաքրում:
5. **Knock sensor սխալներ**. ECU-ն մշտապես հետ է բերում առաջացումը. ստուգել տվիչի ձգման մոմենտը, «հողի» ուղին, վառելիքի որակը և սառեցման արդյունավետությունը (դետոնացիայի հիմքեր):
6. **EVAP purge վառելիքի հոտ/լավ անջատված դատարկքայլ**. փականի «կպչում» բաց դիրքում ներածող կոլեկտոր է է ներմուծում գոլորշիներ՝ աղքատ/հարստացած տատանումներով: Աջակցող թեստ՝ անջատել փականը և հետևել **STFT**-ի փոփոխությանը:

Գլուխ 6. Փոխանցման տուփ և փոխհաղորդակ (ՄԿՊՊ/AT/CVT/DCT, դիֆերենցիալ)

Փոխանցման համակարգի նպատակը շարժիչի **պտտող մոմենտը** համապատասխանեցնելն է ճանապարհային իրավիճակին՝ ապահովելով շարժման սահուն սկիզբ, արագացման վերահսկելիություն և վառելիքի տնտեսություն: Այս գլուխում բացատրվում է **կցորդիչի**, **մեխանիկական փոխանցման տուփի (ՄԿՊՊ)**, **ավտոմատ փոխանցման տուփի (AT)**, **անընդհատ փոփոխական փոխանցման (CVT)** և **կրկնակցորդիչով փոխանցման (DCT)** կառուցվածքն ու տրամաբանությունը, ինչպես նաև **շարժաբեր լիսեռների**, **դիֆերենցիալների** ու **կիսառանցքների** աշխատանքը: Քննարկվում են ծառայողական հեղուկները, ջերմակարգավորումը և ախտորոշման հիմնական ալգորիթմները՝ առանց ավելորդ քանդման:

6.1 Կցորդիչ (Clutch). կապը շարժիչի և փոխանցման տուփի միջև

Կցորդիչը թույլ է տալիս ժամանակավոր անջատել շարժիչը փոխանցման տուփից՝ սահուն մեկնարկի և փոխանցման փոփոխության համար: Ամենատարածվածը **միասկավառակ, չոր** կցորդիչն է՝ **քարոզին/սեղմիչ զամբյուղ**, **վեդոմի սկավառակ**՝ հակակաթիլային շփաթղերով և **դեմպֆերային զսպանակներով** թրթռումները մարելու համար, և **ազատող առանցքակալ** (release bearing)՝ մեխանիկական կամ հիդրավլիկ շարժիչով: Սայթաքումը հաճախ սկսվում է բարձր բեռնվածությամբ (բարձր փոխանցում, ցածր պտույտ), իսկ «գոգռոցը»՝ անհամաչափ սեղմման կամ ճարպոտված շփաթղերի հետևանքով:



Քաշը ոտնակի վրա և «կ ց ի վ» պահը զգացվում են նաև ազատող առանցքակալի մաշման ժամանակ: Սպասարկման հարցում կարևոր է **քլիրենսի ճիշտ կարգավորումը**, հիդրավլիկ համակարգում՝ **օդազատումը** և **հեղուկի մաքրությունը**:

6.2 **Մեխանիկական փոխանցման տուփ (ՄԿՊՊ). սինխրոնիզատորներ և համատեղում**

ՄԿՊՊ–ում մոմենտը անցնում է **մուտքային լիսեռից** դեպի **միջանկյալ/ելքային լիսեռներ**, իսկ **ռեդուկտորի** զույգերը ապահովում են տարբեր փոխանցման հարաբերություններ: **Սինխրոնիզատորները** հավասարեցնում են համատեղվող պտույտները՝ թույլ տալով առանց «քերծոցի» ներգրավվել ատամնաթափանց **դոգ–ռինգերը**: Սառը յուղը մեծացնում է դիմադրությունը, իսկ մաշված սինխրոնիզատորները հատկապես դրսևորվում են **2–րդ և 3–րդ** փոխանցումների արագ փոփոխության ժամանակ: Յուղի ընտրությունը պետք է կատարել արտադրողի կարգով. **GL**-4 դասը հաճախ նախընտրելի է ժանգակ/պղնձային համաձուլվածք ունեցող սինխրոնիզատորների համար, մինչդեռ **GL**-5 բարձր ճնշման հավելումները կարող են **ագրեսիվ լինել «դեղին մետաղի»** հանդեպ՝ եթե տվյալ տուփում GL-4 է նախատեսված (ստուգել հրահանգում): Սարքավորման ձայները՝ «ուրուլ» արագության հետ համաչափ՝ նշան են առանցքակալների մաշման, իսկ միայն գազից ձեռնպահվելիս ուժգնացող «վայն»—գլխավոր զույգի մաշման:

6.3 **Ավտոմատ փոխանցման տուփ (AT). հիդրոկոնվերտոր, սոլենոիդներ**

Ավտոմատ տուփը փափուկ հիդրավլիկ տրամաբանությամբ փոխում է փոխանցումները: **Հիդրոկոնվերտորը (Гидротрансформатор, *Torque converter*)** բազմապատկում է մոմենտը ցածր արագությունների վրա և բարձր արագությունում **կողպվում է** (lock-up)՝ նվազեցնելով սայթաքումը և ծախսը: Փոխանցումների ընտրությունը կատարվում է **փականատան**

(valve body) և **սոլենոիդների** միջոցով՝ կառուցելով ճնշման ուղիները դեպի **կց**. **փաթեթներ** և երբեմն **ագուցային ժապավեններ**: Հեղուկը՝ **ATF** (Automatic Transmission Fluid), ունի օպտիմալ շփման հատկություններ և ջերմափոխանակության դեր, ուստի **ջերմաստիճանը** (սովորաբար 70–90 °C միջակայք) և **մակարդակը** պետք է լինեն նորմայում. շատ AT-ներում մակարդակը ստուգվում է **ջերմաստիճանային պատուհանում**՝ հատուկ խցանով/չափափողով: «Կոշտ/ուշ» փոխարկումները, «հարվածները» կամ **խաղողությամբ սայթաքումը** կապված են ATF-ի ծերացման, զտիչի խցանման, սոլենոիդների դանդաղ արձագանքի կամ փականատան մաշվածության հետ: Շատ մոդելներում ծրագրային **հարմարեցումները (adaptation)** կարգավորում են ճնշումները. սխալների/վերանորոգման հետո պետք է կատարվի **ձևաչափում/վերահարմարեցում**:

6.4 CVT (շղթայոտ/գոտիոտ անընդհատ փոփոխական փոխանցում)

CVT-ը ապահովում է անընդհատ փոփոխվող հարաբերություն՝ երկու **կողպվող կոներից** կազմված զույգերի բաց/փակմամբ, որոնց միջև աշխատում է **մետաղական շղթա** կամ **մուլտիլամելային գոտի**: Առավելությունը՝ շարժիչը պահվում է առավել արդյունավետ պտույտների գոտում, թերությունը՝ **սայթաքման զգայունություն**, յուղի մաքրության և ճնշման նկատմամբ մեծ պահանջներ: CVT-ի հեղուկը հատուկ փաթեթով է (ոչ սովորական ATF), իսկ **փոշու/մետաղական լցոնի** բարձրացումը արագ վատթարացնում է շղթա–կոներ երկուսի մակերեսները: Ախտանշանային «ուլուլը», **ռեզինե–զգացող** արագացումը և **սահքի DTC-ները** սովորաբար ուղեկցվում են յուղի փոխման պատմության բացակայությամբ կամ սոլենոիդների չկարգավորված աշխատանքով:

6.5 DCT (կրկնակցորդիչով փոխանցում). «երկու տուփ՝ մեկ տապականում»

DCT-ում կան **երկու կցորդիչներ** (հաճախ՝ *wet* կամ *dry*) և երկու կիսատուփեր՝ մեկը **կենտ**, մյուսը **զույգ** փոխանցումների համար: Մինչ մեկ փոխանցումն աշխատում է, հաջորդը նախապես ներգրավվում է հարակից կիսատուփում, ինչի շնորհիվ փոխարկումներն **շատ արագ** են: Խոցելի տեղերը **մեխատրոնիկայի** (սոլենոիդներ + հիդրավլիկ բլոկ) ջերմաբեռնվածությունն ու կցորդիչների մաշումն են՝ հատկապես **քաղաքային խցանումներում** և սողացող ռեժիմներում: «Ցնցում–քաշքշուկը» կանգառ–մեկնարկ պահին ցույց է տալիս կցորդիչների հարմարեցման շեղում կամ շփաթղերի մաշում, իսկ **գերթափանց արհեստական հարմարեցումը** առանց մեխանիկական վերացման հաճախ կարճաժամկետ օգուտ է տալիս: DCT-ում հեղուկի տեսակը (DCT-specific) և **ջերմափոխանակչի մաքրությունը** վճռորոշ են:

6.6 Փոխհաղորդակ. շարժաբեր լիսեռներ, հոդեր, դիֆերենցիալներ

Կախված սխեմայից՝ մոմենտը փոխանցվում է **կարդանային լիսեռով** դեպի հետևի դիֆերենցիալ կամ անմիջապես **կիսառանցքներով** դեպի առջևի հանգույցներ: **Կոնստանտ արագության հոդերը (CV joints)** ապահովում են սահուն պտույտ՝ կախոցի աշխատանքի և ղեկի շրջման պայմաններում. արտաքին հոդի մաշման նշանը **դասական «կտկտոցն» է շրջադարձում**, ներքինինը՝ **թրթռում բեռնվածության տակ**: **Դիֆերենցիալը** բաշխում է պտույտը անիվների միջև՝ թույլ տալով տարբեր պտույտներ շրջադարձում: Բացի սովորական բաց (open) դիֆերից, կիրառվում են **սահքի սահմանափակմամբ (LSD)** տեսակներ՝ **քլաչային փաթեթով**, **վիսկոզ** կամ **Torsen-տիպ**, որոնք բարելավում են քաշումը ցածր կպչունությամբ մակերեսների վրա:

Դիֆերենցիալների **հեղուկները** ընտրելիս կրկին հաշվի առնել **GL դասը** և **սահմանափակ սահքի հավելումների** պահանջը, հակառակ դեպքում կլինեն «քոքոցներ» և վաղ մաշում:

6.7 Հեղուկներ, զտիչներ, ջերմակարգավորում և սպասարկում

Փոխանցման ցանկացած տիպում հեղուկը և **ջերմափոխանակությունը** կենսական նշանակություն ունեն: AT/CVT/DCT–ներում հեղուկի **ջերմաստիճանը** պետք է վերահսկել սքաներով, քանի որ մակարդակը հաճախ չափվում է հենց **ջերմաստիճանային սանդղակում**: Հեղուկի գույնը, հոտը և մետաղական փոշու առկայությունը պարզ ցուցիչներ են. թափանցիկ **կարմրավուն/պսպղուն** ATF-ը սովորաբար նորմալ է, **մուգ և այրած հոտը**՝ ավել տաքացման և շփման փաթեթների մաշման նշան: Մեխանիկական տուփերում և դիֆերում նորմաները պարզ են՝ **արտահոսքի բացակայություն**, ժամանակավոր փոխարինում ըստ հրահանգի և համապատասխան **մածուցիկության/GL** դասի պահպանում: Սպասարկման սխեման պարտադիր պետք է ներառի **հովացման ռադիատորի մաքրում**, **ջերմափոխանակչի** ստուգում և, անհրաժեշտության դեպքում, **զտիչի** փոխարինում (այն հաճախ ներքին է՝ պատյանի մեջ):

Ախտորոշման տրամաբանություն (առանց ավելորդ քանդման)

1. **Արտաքին դիտարկում** — արտահոսք, գոլորշի, հոտ, գունափոխված հեղուկ:
2. **Սքան–Live Data** —
   - **AT**՝ line pressure command/actual, TCC slip, թիրախ/իրական փոխանցում, ATF Temp (°C).
   - **CVT**՝ ratio commanded/actual, շևերի դիրք, պոմպի ճնշում, CVT Temp.
   - **DCT**՝ կցորդիչ A/B աղբյուր ճնշում, slip, սովորեցված չափանիշներ (adaptations), DCT Temp.
3. **Ճանապարհային քաշքշուկ** — engine rpm ↔ vehicle speed հարաբերակցությունից բանաձևերով ստուգիր փոխանցման իրական «բարձրացումը» (այլևս պետք չէ բացել տուփը):

Փոքր համեմատական աղյուսակ (ուղեցույց)

Տեսակ	Կառուցվածքային էությունը	Ուժեղ կողմ	Ռիսկ/զգայուն
ՄԿՊՊ + կցորդիչ	Սինքրոնիզատոր, ատամնավոր զույգեր	Պարզ, արդյունավետ, ուղիղ կապ	Կցորդիչի մաշում/քարշակի «ջղայնություն»

AT (փոխակեր-պիչ + պլանե-տար)	Հեղուկային փոխա-կերպիչ + ֆրիկցիոն փաթեթներ	Հարմարա-վետու թյուն, դիմացկու-նու թյուն	Ջերմաբեռնում/հե-ղուկի կարգապա-հություն
CVT	Շև–գոտի/շղթա, շա-րունակական հարա-բերակցություն	Թերթիկ smoothness, տնտեսու-թյուն	Հեղուկի խիստ պահանջ, գոտու/շ-ևի մաշում
DCT	Երկու կցորդիչ, նա-խընտրելի փոխան-ցում	Արձագան-քելիու թյուն, արդյունա-վետու թյուն	Մեխատրոնիկա/կ-ցորդիչների կար-գաբերում

Ամփոփում

Անկախ տիպից՝ **փոխանցման տուփը** պետք է ստանա ճիշտ **մոմենտ** և վերադարձնի այն անիվներին **առանց կորուստների**: **AT**-ը հենվում է փոխակերպիչի և պլանետար ռեդուկտորի վրա, **CVT**-ն՝ շևերի շարունակական հարաբերակցության, **DCT**-ն՝ կրկնակի կցորդիչի արագ փոխարկումների, **ՄԿՊՊ**-ն՝ սինքրոնիզատորների հետ ճշգրիտ մեխանիկայի: **Դիֆերենցիալը** ապահովում է շրջադարձի ֆիզիկապես ճիշտ «տարածայնությունը» անիվների միջև: Սպասարկման կարգապահությունը (ճիշտ հեղուկ, ջերմակարգավորում, մակարդակ) և **Live Data**-ի բանական ընթերցումը թույլ են տալիս երկար աշխատեցնել համակարգը՝ առանց անիմաստ քանդումների: Տեսական հենքի համար օգտակար են նաև հետևյալ բացատրությունները՝ **փոխակերպիչի** գործողություն, **պլանետար ռեդուկտորի** տրամաբանություն, **CVT**-ի շև–գոտի մեխանիզմ, **DCT**-ի կրկնակի կցորդիչային գաղափար.

Ստուգողական հարցեր

1. Ի՞նչն է տարբերում **AT**, **CVT** և **DCT** տրամաբանությունները, և որտեղ է յուրաքանչյուրն առավել արդյունավետ:
2. Ինչպե՞ս է հիդրոկոնվերտորի բլոկավորումն ազդում ծախսի և տաքացման վրա:
3. Ինչո՞ւ կարող է **GL**-5 յուղը վնասել որոշ ՄԿՊՊ-ների սինխրոնիզատորներին, եթե հրահանգը պահանջում է **GL**-4:

4. Ո՞ր ախտանշաններով եք տարբերում **արտաքին** և **ներքին** CV հոդերի մաշումը:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. ATF մակարդակի և ջերմաստիճանի ստուգում

Սքաներով վերահսկեք փոխանցման հեղուկի ջերմաստիճանը, գործարկեք մակարդակի ստուգման ընթացակարգը (ջերմաստիճանային պատուհան, չափափողի/ստուգիչ խցանի կիրառում), գնահատեք գույնը/հոտը և գրանցեք առաջարկը՝ փոխարինման/լվացման վերաբերյալ:

Ա2. ՄՓՏ յուղի և սինխրո–վիճակի գնահատում փորձնական երթով

Կատարեք կարճ երթ՝ սառը և տաք ռեժիմներում. լսեք 2–3 փոխանցումների ներգրավման «կծկոցը», փորձեք արագ–կրկնակի փոխարկումներ: Վերադարձից հետո ստուգեք յուղի մակարդակը և տեսակավորեք՝ ըստ հրահանգի պահանջվող **GL** դասի:

Ա3. Քարշակման գծի թրթռումների լոկալացում

Արագացրեք մինչև 60–80 կմ/ժ բեռնվածությամբ, արձանագրեք թրթռումների ինտերվալը գազ տալիս և գազից ձեռնպահվելիս: Կատարեք տեսչություն՝ **կիսառանցք–CV հոդեր–կարդանային լիսեռ–կախոց** ուղղությամբ, նշեք հավանական աղբյուրը (հոդ, առանցքակալ, անկյունային սխալ) և առաջարկեք լուծում:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

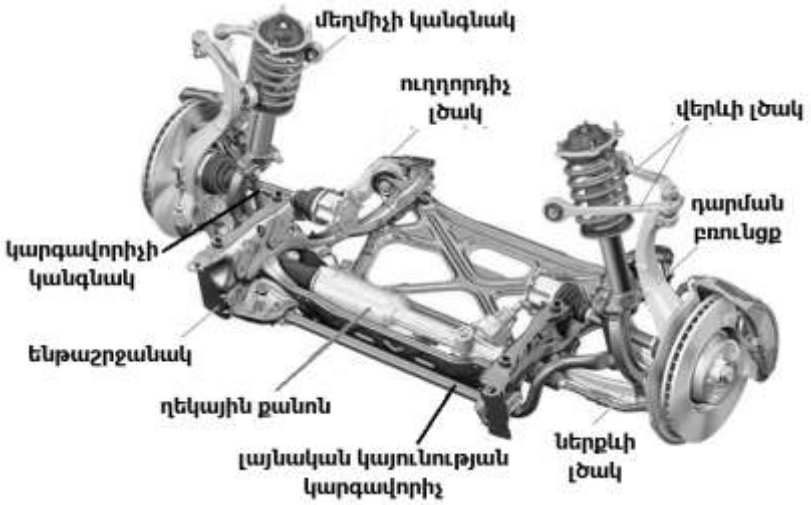
1. **Կցորդիչի սայթաքում**. բարձր փոխանցման/ցածր պտույտներում պտույտը աճում է, իսկ արագությունը՝ ոչ: Ստուգեք ազատ ընթացքը, յուղոտված շփաթղերը, ազատող առանցքակալը: Լուծում՝ սկավառակի/զամբյուղի հավաքածուի փոխարինում, կռունկ–ջրաքաշի tightness:
2. **ՄՓՏ «քերծոց» 2–րդ/3–րդ փոխանցումներում**. սինխրոնիզատորի մաշում կամ սխալ յուղ: Թեստ՝ կրկնակի ապակլչավորում, եթե մեղմում է՝ սինխրոյի խնդիր է: Լուծում՝ ճիշտ **GL**-4 յուղ, անհրաժեշտության դեպքում՝ վերանորոգում:
3. **AT հարվածներ/ուշ փոխարկում**. ATF–ի ծերացում, զտիչի խցանում, փականատան մաշում, սոլենոիդների դանդաղ արձագանք: Սքաներ՝ **TFT (fluid temp)**, **սայթաքման հաշվարկված տոկոս**, DTC–ներ: Լուծում՝ հեղուկ/զտիչ, փականատան մաքրում/վերանորոգում, **adaptation reset**:

4. **CVT «ուլուլ», ռեզինե արագացում, slip DTC**. սխալ հեղուկ, մետաղական փոշու բարձրացում, ճնշման կորուստ: Լուծում՝ CVT–հատուկ հեղուկ, զտիչացիա, սոլենոիդների/ճնշման թեստ, հաճախ՝ մեխ. վերանորոգում:
5. **DCT ցնցում կանգառում/մեկնարկում**. կցորդիչների մաշում կամ սխալ հարմարեցում: Թեստ՝ **clutch temperature** Live Data, **kiss point**–ի հարմարեցում: Եթե չի բուժվում՝ ափսեների փաթեթի/մեխատրոնիկայի վերանորոգում:
6. **Կտկտոց շրջադարձում (արտաքին CV հոդ)**. ձայնը ուժեղանում է աքսելացիայի տակ՝ ղեկը ուժեղ շրջված: Լուծում՝ արտաքին հոդի փոխարինում, փոշեկոկոնի (բութարի) վիճակի վերահսկում:
7. **Թրթռում բեռնվածությամբ ուղիղ գծով (ներքին CV հոդ/կարդան)**. արագացման տակ՝ ուժգնանում, գազից ձեռնպահվելիս՝ թուլանում: Ստուգել ներքին հոդի բացակները, կարդանի **քարդան–կրոս–կենտրոնական առանցքակալը**:
8. **Դիֆերենցիալի «քոքռոց» և հետքաշման «վայն»**. մաշված գլխավոր զույգ կամ սխալ նախաբեռն: Ստուգել յուղի մակարդակ/տեսակ, ատամնատոմսերի հետքեր, նախաբեռն–կոնտակտային կետերի կարգավորում (պրոֆ. գործ).

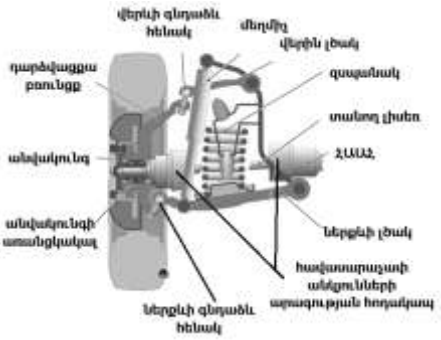
Գլուխ 7. Կախոց և ղեկավարում

Ավտոմեքենայի ընթացքի հարմարավետությունը, կայունությունն ու անվտանգ ղեկավորելիությունը պայմանավորված են երկու խորը փոխկապակցված համակարգերով՝ **կախոցով** և **ղեկավարումով**: Կախոցը պետք է պահի անիվը ճանապարհի հետ հուսալի կոնտակտում՝ նվազագույնի հասցնելով անհարթություններից առաջացող թրթռումները, իսկ ղեկավարումը պետք է ապրի «նյութեղեն» կապ վարորդի ու ճանապարհային պատվածքի միջև՝ կանխատեսելի արձագանքով և բավարար ուժային աջակցությամբ: Գլուխը բացատրում է համարժեքների և երկրաչափության հիմունքները, դասական և ժամանակակից կառուցվածքները, ինչպես նաև այն, թե ինչպես են ախտորոշվում վարելազգացողության խախտումները՝ առանց ավելորդ քանդման:

7.1 **Կախոցի կառուցվածքի տրամաբանությունը**



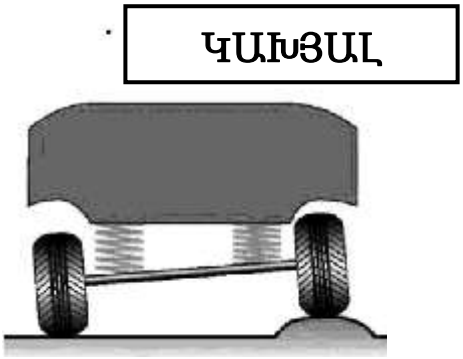
Կախոցը (Подвеска, Suspension) կապում է շասսին ու **անիվը (Колесо, Wheel)** այնպես, որ վերջինս ազատ վերև–ներքև շարժվի, բայց պահի ճիշտ **գեոմետրիա**. անիվի թեքման (*camber*), կաստերի (*caster*) և ուղղության (*toe*) փոփոխությունները պետք է լինեն կանխատեսելի՝ կայուն ընթացքի, հավասար մաշման և լավ կառավարման համար: Հիմնական տարրերն են **էլաստիկ տարրը** (զսպանակ կամ տորսիոն), **ամորտիզատորը** (շարժումը մա-



որոշ հանգույց), **թևերը** ու դրանց **ականոցները (втулка, bushing)**, **դարձաբռունցքը (поворотный кулак, steering knuckle)**, **անիվային հանգույցը** և **առանցքակալը (подшипник, bearing)**: *Էլաստիկ տարրը* կլանում է ճանապարհային էներգիան, իսկ **ամորտիզատորը** մարում է տատանումները, որպեսզի մեքենան «մեկ հարվածից» հետո չշարունակի ճոճվել: **Թևերի ականոցները** թույլ են տալիս կիսակոշտ հոդում պտույտ/թեքում՝ զսպելով մետաղ–մետաղ շփումը և նվազեցնելով **NVH**-ը (աղմուկ, թրթռում, կոշտություն): **Դարձաբռունցքը** միավորում է կախոցը, արգելակային հանգույցը և **ղեկավարման** ձողիկը, իսկ **անիվային առանցքակալը** ապահովում է ճշգրիտ պտույտ՝ առանց ավելորդ հարայթի:

Ամենատարածված սխեմաները՝ գաղափարով, ոչ թե միայն «անուններով»

MacPherson (առջև). Այստեղ **ամորտիզատոր–դամփերը** և **զսպանակը** հավաքված են մեկ **ստրուտի** մեջ, որն աշխատում է նաև որպես ուղղորդիչ դետալ: Ստորից անիվը կառավարվում է **ստորին թևով**, վերևից՝ **ստրուտի գլխիկի** միջով: Առավելություն՝ թեթև, կոմպակտ, հարմար **FWD** դասավորության համար: Սահմանափակում՝ camber-ի վերահսկման ավելի համեստ ճշգրտություն մեծ կոմպրեսիաներում (թեքվող թափքեր, tower-ի կոշտության պահանջ), և **սթրուտի գլխիկի** բեռնվածք:



Կրկնակի եռանկյուն (Double Wishbone). Երկու անկախ **թև** (վերին/ստորին) հավաքված **ականոցներով** ապահովում են ճշգրիտ **կինեմատիկա**. կարող ես «ծրագրավորել» *camber gain*-ը շրջադարձում, պահել բարձր **կոնտակտային կախման** որակ՝ սպորտային/պրեմիում դասում: Փոխարենը՝ ավելի շատ մասեր և տեղ պահանջ:

Կիսանկախ տորսիոն գոտի (Torsion Beam, հետև). Հիմնականում **H-աձև ճկուն «beam»**՝ աջ/ձախ trailing-arm-ներով, որոնց միջև **տորսիոն** կապը սահմանափակում է հարաբերական պտույտը: Առավելություն՝ թեթև, էժան, կոմպակտ բագաժնիկի համար; սահմանափակում՝ պակաս ճշգրիտ անիվային գեոմետրիա մեծ բեռների և անկյունային ռեժիմում:

Բազմաթև (Multi-link). Մի քանի կարճ **թևերի** համադրությամբ «անջատվում» են纵/լատերալ բեռների ուղղությունները՝ ստացվում է շատ ճկուն **camber/toe** քարտեզ և լավ **NVH**: Բարդ է, թանկ, պահանջում է ճշգրիտ ականոցների կոշտության «քարտեզ» և որակյալ **սուբֆրեյմի** կոշտություն:

Ինչու է գեոմետրիան կարևոր

- **Camber gain.** Սեղմման ժամանակ անիվը պետք է ստանա *բացասական camber*, որ շրջադարձում արտաքին անվադողը հավասար բեռնվի:
- **Toe compliance.** Հարվածից հետո «toe»-ի փոփոխությունը չպետք է մեքենան «քշի» կողքը:
- **Roll center** և **anti-dive/anti-squat.** Թեքման կենտրոնի բարձրությունը և դիմացի մասի/հետևի մասի գեոմետրիան պայմանավորում են

մարմնի թեքման զգացողությունն ու արգելակման/քաշքշման «նստել-բարձրանալը»:

- **Scrub radius.** Դարձաբռունցքի/անիվի կենտրոնագծերի հարաբերությունը ազդում է ղեկի արձագանքի ու ABS/ESP ճշգրտության վրա:

Ախտորոշման տրամաբանություն՝ առանց քանդման

Անհարթությունների վրա **թակոց/քլանքը** հաճախ գալիս է icanngից, գնդիկավոր հոդից կամ ամորտիզատորի «վերին նստեցումից»: **Անհավասար մաշումը** (արտաքին կամ ներքին «ուտում») հուշում է **toe/camber** շեղումների մասին: **Ճանապարհային** 70–90 կմ/ժ արագությամբ **գռռոցը**, որը ուժեղանում է **կաթիլաձև** շրջադարձերում, հիմնականում **անիվային առանցքակալ** է: **Աշխատանքային արգելակումում «քաշելը»՝** հաճախ **կոճղակի** կպչում կամ **դարձաբռունցք–թև** հոդամասի խզված կոշտություն: Կարճ «քարտեզ».

Ախտանիշ	Ամենահավանական օղակ	Ինչ նայել
Թակոց՝ փոքր անհարթություն	Ականոց, գնդիկավոր հոդ	Ճաք, շեղված ռետին, ազատ քաշքշում
Դանդաղ «բունգ-բունգ» ճոճք	Ամորտիզատոր	Նստեցում/քրտինք, փորձնական սեղմում–բացակ
Արտաքին եզր «ուտված»	Camber/Toe շեղում	Անվահարթեցում, կայանման հարվածների պատմություն
Գռռոց արագության աճին	Առանցքակալ	Կողմային բեռնման վարկածով փորձարկում
Ղեկի «խայթում/-վիբրացիա»	Թևերի ականոց, դարձաբռունցք	Կոշտության ուշացում, ձախ/աջ համեմատություն

Հիշեցում. կախոցի **պտուտակները** սեղմիր **աշխատանքային բարձրության վրա** (քաշը մեքենային), այլապես ռետինե ականոցը նախաբեռնվում է և վաղաժամ մաշվում:

Փոքր համեմատություն (ուղեցույց)

Տիպ	Կինեմատիկա	Ուժեղ կողմ	Զգայունություն
MacPherson	Ստրուտ + մեկ թև	Թեթև/էժան/կոմպակտ	Tower/գլխիկ բեռ, camber gain սահմանափակ

Double Wishbone	Վերին+ստոր-ին թևեր	Կինեմատիկ ճշտություն, sport feel	Ավելի շատ մաս/սկազմ
Torsion Beam	Կիսանկախ, H-beam	Տարածք/շարժ. տնտեսություն	Բարձր բեռնումում գեոմետրիա
Multi-link	Անջատված ուղղություններ	Թյունինգի լայն դաշտ, NVH լավ	Բարդ/թանկ, ականոցների քարտեզ

Սպասարկում ու հավաքման նրբություններ

- **Ամորտիզատոր–ստրուտ**. Մոնտաժելիս փոխարինիր **վերին support/mount**-ը ու **բերինգը** (MacPherson), torque-ը արա **ՍԻ** միավորներով (Nm) և ըստ արտադրողի հաջորդականության:
- **Թևերի ականոցներ**. Օգտագործիր ճիշտ **կոշտության** դաս, քանի որ դրանք նաև «զտիչում» են կառավարման արձագանքը:
- **Անիվային առանցքակալ**. Փոխարինիր **զույգերով** (առաջադեմ/հետև)՝ ձախ/աջ սիմետրիայի համար, եւ պահպանիր **հեղույս–մոմենտ** կարգը՝ առանցքակալը չծանրաբեռնելու համար:
- **Ալայնմենթ**. Ավարտելիս արա **toe/camber/caster** կարգաբերում՝ °/մմ ՍԻ թիրախներով: Անավարտ ալայնմենթը «կուտակում» է անիվների մաշումը և ESP-ի սխալ արձագանքները:

Ինչու ընտրել տվյալ սխեման

Արտադրողն ընտրում է կախոցի տեսակը **փաթեթավորման**, **արժեքի**, **կառավարման** և **հարմարավետության** կոմպրոմիսի հիման վրա. քաղաքային/բյուջետային սեգմենտում գերակշռում է **MacPherson + torsion beam** զույգը, **սեդան/պրեմիում** դասում՝ **multi-link** կամ **double wishbone**՝ բարձր ճշգրտության կառավարման համար: Ձեզ՝ որպես վարպետ/ախտորոշող, հետաքրքրում է ոչ թե «անունը», այլ **կինեմատիկ տրամաբանությունը**. որ ուժերը որտեղ են անցնում, և որ **ականոց/հոդ**-ում է ամենահավանական մաշումը տվյալ սխեմայում:

Վիզուալ ուղեցույց

Վերևի պատկերները ցույց են տալիս **MacPherson**, **double wishbone**, **torsion beam** և **multi-link** լուծումները՝ մասերի դասավորությամբ և հոսքերի ուղությամբ. դրանք օգտակար են ինչպես ուսուցման, այնպես էլ արագ ախտորոշման համար (կոնստրուկտիվ տարբերություններն ակնհայտ են մի հայացքով):

7.2 **Դարձաբռունցք, թևեր, ականոցներ և առանցքակալ**

Դարձաբռունցքի (steering knuckle) երկրաչափությունը սահմանում է անիվի պտույտի

առանցքը և փոխհարաբերությունը արգելակային սկավառակի, կապերի և կախոցի հետ: **Թևերը** (վերը/ստորը կամ բազմաթև) ուղղորդում են անիվի դիրքը տարածական երեք հարթություններով, իսկ **ականոցները** (bushing) սահմանափակում են ազատ ճկունությունը, միաժամանակ մեկուսացնելով թրթռումները: Երբ ականոցը ճաքում կամ «փափկում» է, ղեկային արձագանքը դառնում է ուշացած, արգելակելիս առաջանում է «քաշքշուկ» մեկ կողմ: **Առանցքակալի** (bearing) ներդաշնակ աշխատանքը կախված է խցիչներից ու ճշգրիտ նախաբեռնումից. ջրի/աղի ներթափանցումը կտրուկ կրճատում է ռեսուրսը: Թևերի և դարձաբռունցքի կապը հաճախ իրականացվում է **գնդաձև հոդով** (ball joint), որի քմքի բացակները տալիս են «թխկոցներ» փոսերից անցնելիս և անորոշ ղեկային կենտրոն:

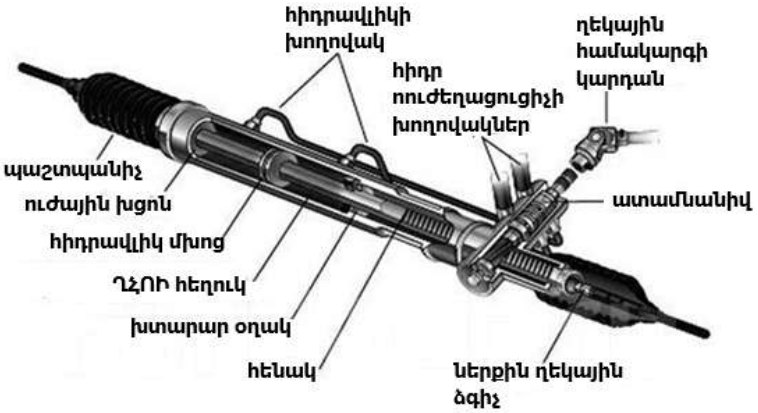
7.3 **Ղեկավարում. քանոն-ատամնանիվ, ուժեղացուցիչներ և տվիչ**

Ղեկավարման հիմքը ժամանակակից թեթև մեքենաներում **ձողաքնոն–փոխանցում** մեխանիզմն է. ղեկանիվի պտույտը սյան և խաչային հոդերի միջոցով փոխանցվում է **փոքր ատամանին** (**փոխանցում**), որը գծային շարժում է հաղորդում **ձողաքնոնին**: Ձողաքնոնի ծայրերին միացված **ձախ/աջ ձողիկները** (tie rod) կառավարում են **դարձաբռունցքը** և, հետևաբար, **անիվների** ուղղությունը: Պատկերը վերևում կիսապատրաստված–պահեստամասային տեսքով ցույց է տալիս ձողաքնոնի կառուցվածքը և կարգավորիչ հանգույցները, ինչը հարմար է և՛ ուսուցման, և՛ հավաքադասավորման համար:

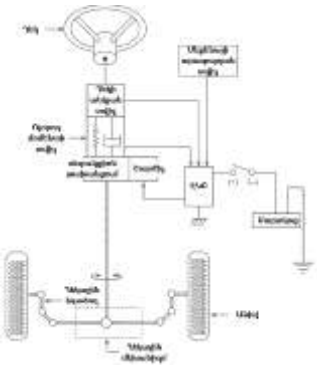
Ձողաքանոն - ատամնանիվ սխեման ընտրվում է իր **կոմպակտության**, **ցածր խառնազերծության** և **ուղիղ հետադարձ կապի** համար. «գործիքային» զգացողությունը ստացվում է քչացած միջանկյալ խաղերից և

ճկունությունից՝ համեմատած ռեցիրքուլյացիոն գնդիկավոր արկղերի հետ: Ըստ շարժման ռեժիմի՝ պահանջվող ջանքը նվազեցվում է **ուժեղացուցիչով**.

- **Հիդրավլիկ (HPS).** Շարժիչով պտտվող պոմպ, սփոլային/դիստրիբյուտորային փական, **ճնշման և վերադարձի գծեր**:
- **Էլեկտրահիդրավլիկ (EHPS).** Էլեկտրաշարժիչով պոմպ՝ հիդրավլիկ ձողաքնոնին, բայց առանց շարժիչից մշտական մեխանիկական բեռի:
- **Էլեկտրական (EPS).** Էլեկտրաշարժիչ **սյան վրա** կամ **ձողաքնոնին**, **կրճատիչ փոխանցումով**, կառավարվող ECU-ով՝ ըստ **պտտամոմենտի (torque) տվիչի**, **ղեկային անկյան տվիչի (SAS)** և **ավտոմեքենայի արագության**: EPS-ի բլոկ–սխեմաները վերևում հստակ ցույց են տալիս, թե ինչպես են **SAS/torque տվիչը** «կերակրում» ECU-ին, իսկ շարժիչը ապահովում է աջակցությունը:



Ինչպես են «զգում» ու «մտածում» էլեկտրոնիկան և մեխանիկան Տվիչ և ազդակներ.

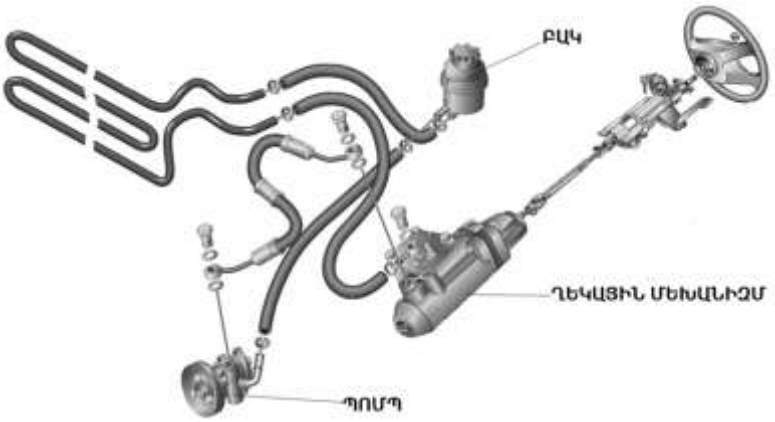


SAS-ը չափում է ղեկանիվի *անկյունը/արագությունն*, **torque sensor**-ը՝ վարորդի կիրառած մոմենտը (torsion bar-ի փոքր ոլորքի միջոցով), **վահանակի ECU**-ն համադրում է նաև **Vehicle Speed**-ը: Այս երեքը միասին որոշում են աջակցման մակարդակը՝ **քաղաքում՝ թեթև**, **մայրուղում՝ ծանր/կայուն**: Վերևի խոշորացված սեգմենտում երևում է torque sensor-ի առանց-

քագծային կառուցվածքը՝ Hall/GMR տարրերով:

Հիդրավլիկա (HPS/EHPS). Սպուլային փականը, ղեկանի դիպչումից, **բաշխում է ճնշումը** ձողաքնոնի պիստոն-խցանումների վրա՝ օգնելով ձախ/աջ: **EHPS**-ում նույնը կատարվում է, բայց պոմպը տրվում է **էլեկտրաշարժիչով**՝ էներգետիկ տնտեսության համար (շարժիչի պտույտից անկախ):

Մեխանիկա. Ձողաքնոնի **ղեկավարող մակերեսները** (rack guide) և **բուշերը** (**ականոցները**) սահմանում են միջխաղը: Ճիշտ կարգավորված pre-load-ն ապահովում է *սահուն, առանց «խրթխրթոցի»* ընթացք՝ չծանրացնելով ղեկը:



Հեշտ կարդացվող «SI» աղյուսակ—ինչ թիվն ինչ է ասում

Պարամետր	Տիպիկ դաշտ	Միավոր (SI)	Որտեղ/ինչպես
HPS line pressure	700–1200 (մոդելից)	**kPa**	Ճնշաչափ՝ բեռնված շրջադարձի պահին
EPS սնուցման անկում	≤0.5 բեռնվածության տակ	**V**	Voltage drop test՝ բատ–-մաս–ECU
Torque sensor զրո-շեղում	≈0 ± 0.05	**V կամ Nm eq.**	Live Data՝ ուղիղ գիծ, առանց steering input
SAS calibration	0° ± 1°	°	Alignment-ից հետո՝ ECU reset/learn

Ճշգրիտ սահմանները միշտ վերցրու կոնկրետ մոդելի քարտեզից/սպեցիֆիկացիայից:

Թուլացման «պատմությունները» վարորդի լեզվով

- **Ծանր ղեկ (մասնավորապես կանգնելիս)**. HPS-ում՝ պոմպ/գոտի/-ցածր line-pressure, կամ սփոլի գնդիկների փակվել/կեղտ: EPS-ում՝ սնուցման անկում, շարժիչ–գերբեռնվածության պաշտպանություն, torque sensor-ի զրո-շեղում:
- **Արհեստական թեթևություն և հետ արձագանքի կորուստ**. Ուժեղացուցիչի թյունինգ/քարտեզ, EPS-ում՝ «City/Comfort» ռեժիմ, SAS/torque calibration-ի շեղում, սուբֆրեյմ–ձողաքնոն ամրացումների թուլացում:
- **Թոկ-թոկ զանգվածային խփոց** անհարթությունների վրա. Ձողաքնոն guide-ի մաշում կամ ներքին tie-rod-ի «բալոկ»/թևիկի ազատություն, դարձաբռունցքի գնդիկավոր հոդ:
- **Աղմուկ, սուլոց շրջադարձում (HPS)**. Հեղուկի մակարդակ, պոմպի թիակների մաշում, ճնշման գծի ռեզոնանս:
- **Զիգ-զագ մայրուղում**. Toe/caster շեղումներ, թևերի ականոցների փափկացում, EPS overly-assist բարձր արագության քարտեզում:

Ախտորոշման տրամաբանություն՝ առանց ավելորդ քանդման

1. **Տեսողական աստիճան**. Ձողաքնոնի խոփերը, բուշերը, կլեմները, գուլպաների tightness (HPS), ջրախեղդ–կեղտի հետքեր՝ փոշեպահ պարկերի տակ:
2. **Հեղուկ/լարային սնուցում**. HPS-ում՝ հեղուկի գույն/փրփրում, մակարդակ; EPS-ում՝ բատերիա–մաս–ECU **լարային անկում (V drop)** *բեռնվածությամբ*:
3. **Live Data.**
   - **EPS.** Torque (Nm կամ V), Motor current (A), EPS Temp (°C), Assist cmd/act (%), SAS angle (°).
   - **EHPS/HPS տվիչացվող մոդելներ**. Line pressure cmd/act, Pump duty (%), հեղուկի °C:
4. **Ճանապարհային փորձ**. Մայրուղում՝ 90–110 կմ/ժ ծանրացում/շեղում, դանդաղ պարկավորում՝ «սահք»/աղմուկ, շրջադարձում՝ «dead zone»-ի չափ:
5. **Անիվային գեոմետրիա**. Toe/camber/caster՝ ճիշտ քաշով, ճիշտ բարձրության վրա սեղմված պտուտակներով (թևերի ականոցների կյանքը կախված է այս կետից):

Սպասարկում և կարգաբերում՝ ինչն է կարևոր

- **Calibration/Adaptation**. Ցանկացած **ալայնմենթից**, ձողաքնոնի/-սյան աշխատանքի կամ բատերիայի անջատումից հետո արա **SAS** և (EPS) **torque sensor**-ի *zero/learn*՝ ECU-ի գործիքով:
- **HPS/EHPS հեղուկ**. Օգտագործիր **սպեցիֆիկացված PSF/ATF** (ըստ արտադրողի). խառնելը կամ ուշացումը → պոմպի մաշում/աղմուկ:
- **Ձողաքնոնի pre-load կարգավորում**. Մի՛ «խեղդիր» ձողաքնոնը՝ խաղը վերացնելով. դա բերում է բարձր մաշման և «կպչուն» ղեկի:
- **Թույլ միջավայրին պաշտպանություն**. Բեռնիկների (բութերի) տակ յուղ/ջուր չպետք է լինի. կափարիչ և խցիչներ փոխարինիր՝ COP-երի պես՝ ջրից պաշտպանելու համար (EPS սյան մոտ):
- **Էլեկտրամատակարարում**. EPS-ի պարագայում battery–ground կապերը պահիր կատարյալ՝ ամպերային բեռների տակ 0.3–0.5 V-ից մեծ անկումը արդեն խնդիր է:

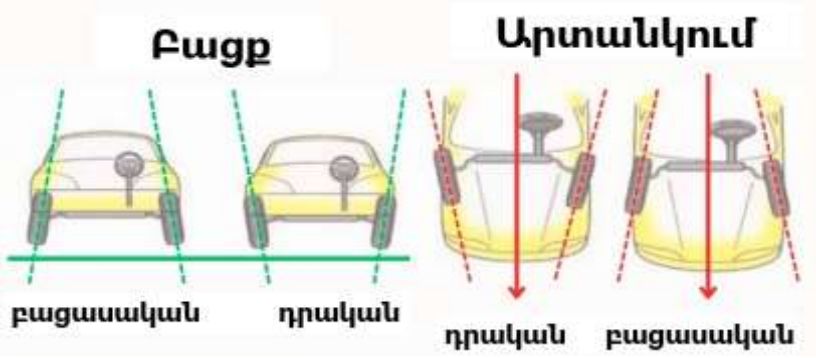
Փոքր համեմատություն (ուղեցույց)

Տեսակ	Ուժեղ կողմ	Զգայունություն
HPS	Բնական զգացողություն, բարձր բեռ դիմացկուն	Մշտական էներգաբեռ, հեղուկ/-գուլպաներ/քո՞ւլեր
EHPS	Հիդրավլիկ «feel» + էներ-գիայի տնտեսություն	Էլեկտրական մատակարարում, պոմպ–մոդուլի հուսալիություն
EPS (սյուն/ձո-ղաքնոն)	Ճկուն թյունինգ, ADAS ին-տեգրում, economy	Տվիչի/սնուցման կարգապահու-թյուն, ջերմակարգավորում

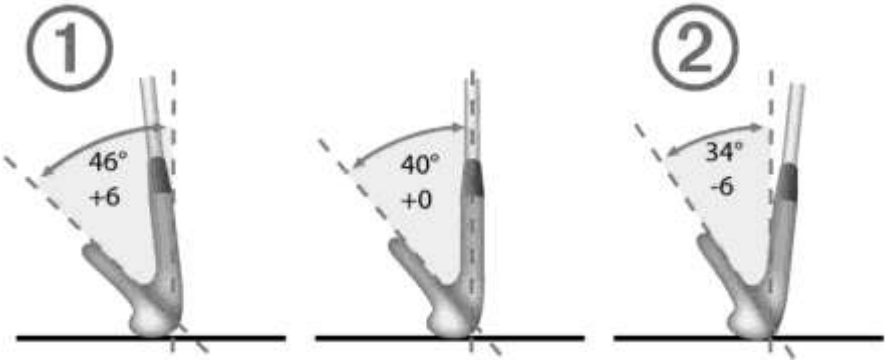
Ամփոփում. Ղեկավարումը **ձողաքանոն - ատամնանիվի** վրա կառուցված **մեխանիկական ճշգրտություն** + **ճիշտ աջակցություն** + **կալիբրացված տվիչ** հավասարման խնդիր է: Երբ **մեխանիկան** ազատ խաղեր չունի, **ուժեղացուցիչը**՝ ջերմաստիճանի/սնուցման ճիշտ միջակայքում է, իսկ **SAS/torque sensor**-ները կալիբրված են, ստանում ես **հստակ արձագանք**, կայուն ուղղաձիգ ընթացք և կանխատեսելի կառավարելիություն՝ թե՛ քաղաքում, թե՛ մայրուղում:

7.4 **Անիվների գեոմետրիա**. ***camber, caster, toe* և հարակից մեծություններ** Գեոմետրիան այն լեզուն է, որով կախոցն «խոսում» է ճանապարհի հետ: **Արտանկում -(схождение, camber)** անիվի վերին մասի թեքու-

թյունն է՝ ուղղահայացից: Փոքր **բացասական արտանկումը** բարելավում է շրջադարձում կպչունությունը, բայց ավելորդ արժեքները բերում են ներսի եզրի մաշման ու արգելակման կայունության անկման: **Արտանկումը** դարձաբռունցքի պտույտի առանցքի թեքությունն է կողքից դիտելիս. դրական caster-ը ապահովում է ղեկի «ինքնակենտրոնարկումը» (self-centering) և ուղիղ ընթացքի կայունությունը, սակայն չափազանց մեծ լինելու դեպքում սրվում է ղեկային ջանքը և անվադողի մաշումը շրջադարձում:



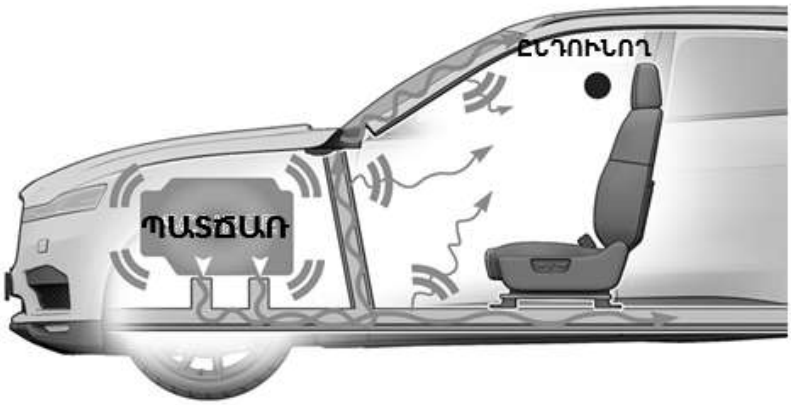
Բացքը - **(развал, toe)** անիվների փոխադարձ ուղղությունն է՝ առջևի եզրերի մերձեցում (**բացասական բացքը**) կամ հեռացում (**դրական բացքը**). սխալ toe-ը արագ «ուտում» է անվադողի հարթությունը և առաջացնում «քաշքշուկ»: Օգտակար է հիշել նաև **KPI/SAI** հասկացությունը՝ դարձաբռունցքի առանցքի ներքին թեքումը, որն ազդում է ղեկի վերադարձելիության և արգելակելիս ընթացքի կայունության վրա, ինչպես նաև **scrub radius**-ը՝ շփման շրջագծի շեղումը ճանապարհից, որը մեծ նշանակություն ունի խառն մակերեսների և տարբեր կցման գործակիցների դեպքում: Ճիշտ կարգաբերումն իրականացվում է **ստենդում**, երբ կախոցը մեխանիկորեն առողջ է, անվադողերը՝ ճիշտ ճնշումով և հավասարակշռությամբ:



7.5 **Դինամիկ բեռնվածքներ, կայունացում և NVH**

Արագացնելիս մեքենայի զանգվածը «նստում» է դեպի հետև, արգելակելիս՝ տեղափոխվում է դեպի առջև, իսկ շրջադարձում ավելի մեծ բեռ է անցնում արտաքին անիվներին. սա զանգվածի վերաբաշխումն է (weight transfer) և այն մեծ ազդեցություն ունի բռնման ու կայունության վրա: Այս վարքագիծը «ձևավորում» է կախոցի երկրաչափությունը և կարգավորումները, օրինակ՝ հակասուզում / հականստում (**anti-dive** — կախոցի երկրաչափություն, որն արգելակման ժամանակ նվազեցնում է մեքենայի «քթի իջեցումը / **anti-squat** — կախոցի երկրաչափություն, որն արագացման ժամանակ նվազեցնում է հետնամասի «նստելը»), ինչպես նաև «գլորման կենտրոնը» (roll center), որի շուրջ carroseria-ն գլորվում է:

Կրող զանգվածի (անիվ, կրիչ, բրեկ, մասամբ՝ ճաղ) ավելացումը դժվարացնում է անիվի «միկրոհետևումը» ճանապարհի մակերևույթին, այդ պատճառով ձգտում են օգտագործել թեթև բաղադրիչներ և որակյալ ամորտիզատորներ՝ շփումն ու հարթ վարքը պահելու համար:



NVH-ը (Noise, Vibration, Harshness — աղմուկ, թրթռում, «կոպտության» զգացում) վերլուծվում է «աղբյուր → ուղի → ընդունիչ» տրամաբանությամբ՝ որտեղից է առաջանում ազդանշանը, ինչպես է անցնում կառուցվածքով և որտեղ է ընկալվում սրահում:

Գործնական խնդիրների սովորական պատճառներից են՝ չափից կոշտ ականոցներ, մաշված առանցքակալներ, չհավասարակշռված անիվներ և սխալ հավասարեցում (camber / toe), ուստի բուժումը պետք է սկսել ամբողջական ստուգմամբ՝ կախոցից մինչև վերջնական հարթեցում (alignment):

Կարճ հիշեցումներ

- Կողային կայունացուցիչը (anti-roll bar) ձախ-աջ կախոցները կապող տորսիոն ձող է. նվազեցնում է **թափքի գլորումը**՝ բեռը «բաշխելով» երկու կողմերի միջև:
- NVH-ի «աղբյուր–ուղի–ընդունիչ» սխեման օգնում է ճիշտ ընտրել մեկուսացման լուծումները (օր.՝ ականոց, աղմուկամեկուսիչ, կառուցվածքային կոշտացում):
- Էլեկտրական մեքենաներում NVH-ի «նկարը» փոխվում է (ավելի շատ տոնային/բարձր հաճախականության բաղադրիչներ, պակաս «շարժիչային քողարկում»), դրա համար անհրաժեշտ են վերանայել գնահատման և մեկուսացման մոտեցումները:

7.6 **Ստենդային ստուգումներ և փորձարկում ճանապարհին**

Ախտորոշումը պետք է լինի փուլային: Նախ՝ **վիզուալ տեսչություն**՝ ականոցների ճաքեր, գնդաձև հոդերի խաղ, ամորտիզատորի արտահոսք, անվադողերի մաշման նկար: Ապա՝ **անիվների հավասարակշռում** և ճնշումների հավասարեցում: Դրանից հետո կատարվում է **գեոմետրիայի ստենդային կարգաբերում**՝ նախ toe, ապա camber/caster ըստ կոնստրուկցիայի հնարավորության: Վերջին փուլը **փորձարկումն է**՝ ուղիղ գծով կայունություն, արգելակելիս ուղղություն պահելը, փոքր ու մեծ աղավաղումներով ասֆալտում ղեկային հետադարձ կապի գնահատում: Եթե ղեկը կենտրոն չի վերադառնում, կամ մեքենան ձգտում է մեկ կողմ, խնդիրը կարող է լինել համադրություն՝ գեոմետրիայի խախտում + ականոցի «քայքայում»:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչո՞վ է **MacPherson**-ը տարբերվում **կրկնակի թևերով** կախոցից և ինչ կիրառական առավելություններ ունի յուրաքանչյուրը:
2. Բացատրեք, թե **caster–toe** (արտանկում-բացք-)երեքը միասին ինչպես են ձևավորում ղեկային զգացողությունը ուղիղում և շրջադարձում:
3. Ինչպե՞ս է **EPS**-ը տարբեր կերպ աջակցություն տալիս ցածր և բարձր արագություններում, և որ տվիչն են անհրաժեշտ այդ կառավարման համար:

4. Ինչո՞ւ կարող է սխալ **toe-ը** արագացնել անվադոգների մաշումը նույնիսկ այն դեպքում, երբ camber-ը նորմայում է:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Վիզուալ և խաղերի արագ ախտորոշում

Մեքենան բարձրացրեք հենարանների վրա, կիրառողաքնոն «play detector» կամ փայտակ՝ գնահատելու գնդաձև հոդերի, ձողիկների և ականոցների խաղը: Գրանցեք բոլոր անհամապատասխանությունները՝ նշելով փոխարինման առաջնահերթությունը:

Ա2. Անիվների մաշման նախշի վերլուծություն և նախնական եզրակացություն

Քարտեզագրեք յուրաքանչյուր անիվի մաշման պրոֆիլը (ներս/դուրս եզր, «ալիքավոր», «փետուրային») և կապեք այն **camber/toe/ճնշում** երեքի հետ՝ գրելով հնարավոր պատճառների կարճ ցուցակ:

Ա3. Alignment ստենդի կարգաբերում և փորձարկում

Կատարեք toe-ի կարգավորում արտադրողի միջակայքում, անհրաժեշտության դեպքում՝ camber/caster՝ կոնստրուկցիոն թույլատրելիության սահմաններում: Փորձարկման երթով հաստատեք ուղղության պահպանումը և ղեկի ինքնավետումը:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Արգելակելիս մեքենան քաշում է կողմերից**. հավանական է առաջ/հետև թևերի ականոցների անհամաչափ մաշում կամ սխալ toe: Ստուգեք նաև արգելակային ճնշումների հավասարությունը, քանի որ արգելակ–կախոց փոխազդեցությունը ուղիղ է:
2. **Թրթռում 90–**110 **կմ/ժ արագություններում**. սովորաբար անիվների հավասարակշռման կորուստ կամ ներքին CV հոդի բացակներ՝ բեռնվածության տակ: Նախ հավասարակշռողաքնոն, հետո դիտարկեք կիսառանցքի վիճակը և անվադողի օվալացումը:
3. **Գոռոց ուղիղում, շրջադարձում ուժեղացող**. անիվային **առանցքակալի** մաշում: Արտահայտված դեպքում ձայնը փոխվում է աջ/ձախ շրջադարձում՝ ըստ բեռնման:
4. **Կենտրոն չվերադառնալու հակվածություն**. քիչ **caster** կամ մեծ շփումներ (քարշակի հոդ, սեղմված ականոց): EPS-ով մեքենաներում ստուգեք SAS–ի *zero* կետը և կարգավորեք:

5. **Անիվների ներսի եզրի արագ մաշում**. չափազանց բացասական **camber** կամ մեծ **toe-out**: Կարգաբերել ստենդում, ստուգել կախոցի բարձրությունը/զսպանակների նստած լինելը:
6. **«Թխկոց» փոքր խոչընդոտների վրա**. գնդաձև հոդի/դարձաբռունցքի կապի բացակներ կամ ամորտիզատորի վերևի հենակների մաշում: Վիզուալ + լծակով բեռնվածքային թեստ:

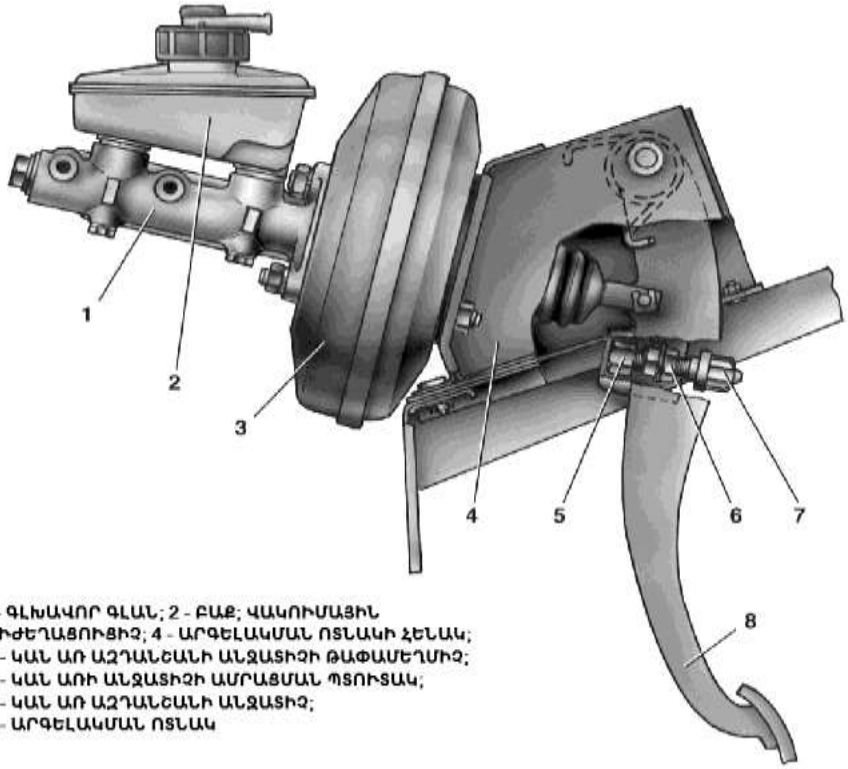
Գլուխ 8. Արգելակային համակարգ, ABS/ESP

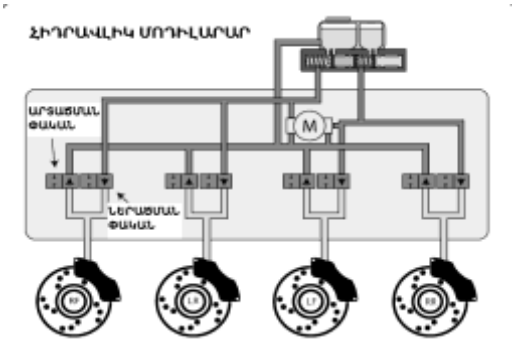
Արգելակային համակարգը մեքենայի անվտանգության հիմնական հենասյունն է. այն պետք է վստահելիորեն փոխարկի շարժման կինետիկ էներգիան ջերմության՝ պահպանելով ուղեգծի կայունությունը և ղեկի վերահսկելիությունը: Այս գլուխը բացատրում է, թե ինչպես են աշխատում **հիդրավլիկ շղթան**, **արգելակային սկավառակ–կոճղակ** զույգը, **աղեղնավոր արգելակները**, ինչպես է ինտեգրվում **ABS**-ը (արգելակային համակարգի հակաբլոկավորում) և կայունության ակտիվ համակարգը **ESP** (Electronic Stability Program), ինչ է պահանջում **արգելակային հեղուկի (Тормозная жидкость, *Brake fluid*)** սպասարկումը, և ինչպես է իրականացվում սահուն **օդազատումը** նաև ABS մոդուլով համալրված մեքենաներում: Առաջին հիշատակմանը տրվում են ռուս.–անգլ. համարժեքները, ապա շարունակում ենք հայերենով:

8.1 Ընդհանուր կառուցվածք և ուժերի փոխանցում

Արգելակման շղթան սկսվում է վարորդի ոտնակից. ուժը բազմապատկվում է վակուումային կամ էլեկտրական ուժեղացուցիչում, ապա փոխանցվում է հիմնական գլանով դեպի հիդրավլիկ մագիստրալ: Արգելակային խողովակներով (Тормозная трубка, Brake pipe) և ճկուն գուլպաներով արգելակային հեղուկը ճնշումը հասցնում է կոճղակին (սկավառակային) կամ թմբուկային մեխանիզմին, որտեղ արգելակային կոճղակները (Тормозная колодка, Brake pad) սեղմվում են արգելակային սկավառակին (Тормозной диск, Brake disc) կամ թմբուկին՝ ստեղծելով շփում և դադարեցնելով անիվի պտույտը:

Պատկերները վերևում՝ կոճղակի կառուցվածք, հիդրամոդուլյատորի սխեմա և ESP բաղադրիչների տեղազատում, օգտակար են արագ կողմնորոշման համար.





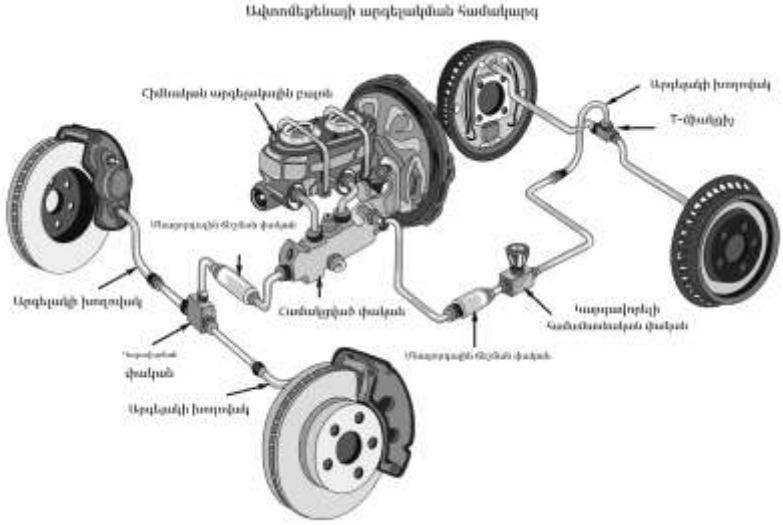
Ճնշման բաշխումը առջև–հետև առանցքների միջև կատարվում է կամ մեխանիկորեն (proportioning/մետրինգ-սեդանտր կափույրներ), կամ **էլեկտրոնիկայով՝ ABS/ESP մոդուլի** միջոցով (EBD՝ Electronic Brakeforce Distribution)՝ կանխելով անիվների **արգելափակումը** և ծանրաբեռնվածության սխալ տեղափոխումը: Օրինակային proportioning կորպուսը տեսանելի է վերևի լուսանկարում.

Ինչպես «խոսում» մեխանիկան էլեկտրոնիկայի հետ

- **Ուժեղացուցիչ**.
  - **Վակուումային**՝ manifold vacuum + միակողմանի փական՝ ոտնակի ուժը բազմապատկելու համար:
  - **Էլեկտրական (ebooster)**՝ էլշարժիչ/ռեդուկտոր, որը ստեղծում է մաքուր, վերահսկելի մղում՝ անկախ շարժիչի վակուումից և հիանալի հարմար **ADAS/ACC** պահանջներին:

- **Հիմնական գլան (tandem master)**՝ երկշրջանանի, բաժանումը՝ հաճախ **X-սխեմայով** (առջ. ձախ + հետև. աջ / առջ. աջ + հետև. ձախ)՝ անսարքության դեպքում կայունություն պահելու համար:
- **Կոճղակ/թմբուկ**՝ սկավառակայինում՝ **սահող կամ ֆիքսված կոճղակ**, թմբուկում՝ **շփման «կոշիկներ»**՝ ավտոմատ հարմարեցմամբ:

ABS (Anti-lock Brake System)-ը տվիչով չափում է **անիվների պտույտը**, իսկ հիդրամոդուլյատորով (մուտքային/ելքային սոլենոիդներ + պոմպ) արագ փոխում է ճնշումը **բարձրացնել–պահել–նվազեցնել** ցիկլով՝ արգելափակումը կանխելու համար. սխեմատիկոն՝ վերևում.



ESP/ESC-ն ավելացնում է **ղեկային անկյան տվիչ (SAS)**, **դիրկային արագացման (yaw-rate) և կողային արագացման տվիչ**, համադրում է կառավարման համակարգերի հետ և ըստ անհրաժեշտության **թուլացնում է շարժիչի մոմենտը** ու **անձամբ արգելակում է առանձին անիվներ**՝ ուղղաձիգ կայունությունը վերականգնելու համար. կառուցվածքային նկար՝ վերևում.

Ֆիզիկան՝ կարճ ու գործնական

- **Քաշափոխադրում (weight transfer)** արգելակման պահին մեծացնում է **առջևի** անիվների կպչունությունը և թեթևացնում **հետևը**. դրա համար բաշխումը միշտ **առջև կողմ է**:
- **Proportioning/EBD**-ը հետևի ճնշումը **սահմանում է**՝ թույլ չտալու համար վաղ արգելափակում:

- **Line pressure**-ը ինտենսիվ արգելակման պահին սովորաբար հասնում է **մի քանի MPa** (օր. 6–12 MPa), բայց հիշի՝ վերջնական թվերը միշտ վերցնում ենք կոնկրետ մոդելից:

Ախտանիշ → հավանական օղակ (առանց ավելորդ ենթաբաժանումների)

Ինչ ես զգում	Ինչ կարող է լինել	Ինչ նայել (ՍԻ, գործիք)
Կոշտ, կարճ ոտնակ	Վակուում *պակաս*, booster/փական	Վակուումի **kPa**, միակողմանի փական
Փափուկ, «սպունգի» ոտնակ	Օդ/հեղուկի խոնավություն	Արյունահոսք, DOT «թեփ» թեստ, ճնշասյուն
Ոտնակը սահում է ներքև	Հիդրալիկ արտահոսք/-ներսային շրջանցում	Խողովակ/կոճղակ tightness, master-cylinder
Աջ/ձախ քաշում արգելակման պահին	Կոճղակի կպչում/ABS վալվի անհավասարություն	Տարբերակ՝ ճանապարհային թեստ, IR-ջերմաչափ սկավառակներ
Ջատկեր/վիբրացիա	Սկավառակի DTV/վերջ. խրվել	DTV **μm**, hub/runout **mm**
ABS լամպ	Սենսոր/ատամնապսակ/մալուխ	Live Data՝ անիվների **rpm**, դիմադրություն Ω

Հեղուկ, ջերմակարգավորում և «fade»

Արգելակային հեղուկը (Brake fluid) հիգրոսկոպիկ է. ջրի կուտակմամբ **իջնում է եռման կետը**, առաջանում է «վատիկա/սպունգ» ոտնակ՝ գոլորշու բաբլերի պատճառով:

DOT դաս	Չոր եռման կետ	Թաց եռման կետ	Նշում
DOT 3	≈ **205 °C**	≈ **140 °C**	Հին համակարգեր
DOT 4	≈ **230–260 °C**	≈ **155–180 °C**	Ժամանակակից մեծ մասը
DOT 5.1	≈ **260–270 °C**	≈ **180–190 °C**	ABS/ESP ինտենսիվ ռեժիմների համար

Pad fade — կոճղակի նյութը գերտաքացել է, μ ընկնում է: **Fluid fade** — հեղուկը եռում է: Երկուսն էլ լուծվում են **ճիշտ նյութով** և **ջերմափոխանակությամբ** (դիրեկտիվ հոսք, վենտիլացվող սկավառակներ), բայց առաջնահերթ՝ **հեղուկի ժամանակին փոխարինմամբ**:

Սպասարկում և ախտորոշման տրամաբանություն

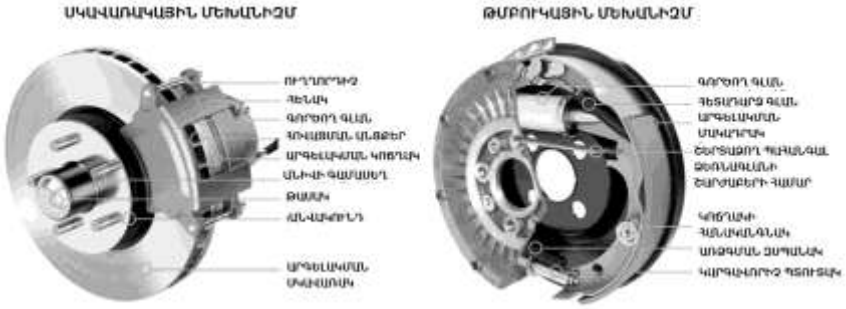
1. **Տեսողական tightness** — խողովակներ/գուլպաներ/կոճղակ, ABS բլոկի մոտ «քրտինք»:
2. **Հեղուկի վիճակ** — գույն, ջրայնություն, DOT համապատասխանություն, անհրաժեշտության դեպքում **flush** ըստ արտադրողի կարգի:
3. **Live Data** — անիվների արագություններ, ABS valve command/actual, ESP yaw/lat.acc./SAS արժեքներ, master pressure (եթե տվիչ կա):
4. **Ջերմային քարտեզ** — ինտենսիվ կանգառում IR-ջերմաչափով նայիր սկավառակների °C համաչափությունը՝ «կպած» կոճղակը բացահայտելու համար:
5. **Ալայնմենթ և կախոց** — սխալ toe/camber-ը արգելակման կայունության վրա նույնքան է ազդում, որքան հիդրավլիկան:

Ամփոփում

Ոտնակ → ուժեղացուցիչ → հիմնական գլան → մագիստրալ → կոճղակ/թմբուկ— այս շղթան պետք է պահի **ճնշումը**, **ջերմակարգավորումը** և **գեոմետրիան** կարգին: **ABS**-ը կառավարում է ճնշման միկրոցիկլերը՝ պահելով ղեկավարումը, իսկ **ESP/EBD**-ն «խելացիորեն» բաշխում է ուժերը՝ ըստ տվիչի (SAS, yaw, lat.acc., wheel speed): Ճիշտ **հեղուկ**, **զտված գիծ**, **առանց արտահոսքի tightness** և կանոնավոր **սպասարկում** = կանխատեսելի կանգար, սառը ոտնակ և երկար կյանք ամբողջ արգելակային համակարգի համար:

8.2 Սկավառակային և թմբուկային հանգույցների գործնական առանձնահատկությունները

Ժամանակակից թեթև մեքենաների մեծ մասում առջևում գործածվում են **սկավառակային արգելակներ**՝ արտակարգ ջերմափոխանակությամբ և գծային արձագանքով: Կոճղակը կարող է լինել լողացող կամ հաստատուն՝ մեկից մինչև բազմապիստոն կառուցվածքով: Լողացող կոճղակի **սահքուղիների** բուսինգների չորացումը կամ ժանգոտումն առաջացնում է անհավասար սեղմում՝ մեկ կողմի կոճղակը մշտապես «կպած» վիճակում թողնելով, ինչն արտահայտվում է տաքացող սկավառակով և մեքենայի քաշքշուկով:

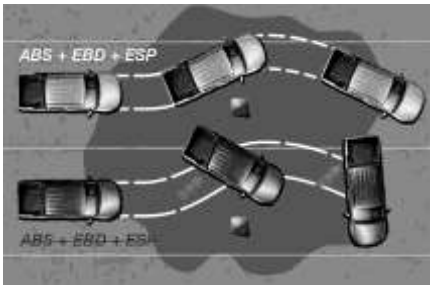


Թմբուկային արգելակները պահպանվում են հետևում՝ լավ ինքնուժեղացմամբ և կայուն կայանման արգելակով, սակայն ջերմային անհամաչափությունը և կարգավորման բացակները կարող են տալ երկար ոտնակ և ուշ արձագանք: Սկավառակների **ուռուցիկացումը (warp)** հաճախ առաջանում է ջերմային ցնցումներից կամ սխալ ձգած կոճղակից. դա արտահայտվում է ոտնակի և ղեկի **վիբրացիայով** արգելակելիս:

8.3 Արգելակային հեղուկ. հիգրոսկոպիկություն, DOT դասեր և սպասարկում

Արգելակային հեղուկը հիգրոսկոպիկ է. ժամանակի ընթացքում ներծծում է խոնավություն, ինչի հետևանքով **եռման կետը** նվազում է և երկար լեռնային արգելակման ժամանակ կարող է առաջանալ **գազային կափույր**՝ ոտնակի փափկությամբ և երկար ճանապարհով: DOT 3/4/5.1 գլիկոլային հեղուկները փոխարինելի են՝ ըստ պահանջի, իսկ **DOT 5 (սիլիկոնային)** չի խառնվում դրանց հետ: Երկու տարին մեկ **ամբողջական փոխարինումը** կանխում է կոռոզիան մագիստրալում և ABS մոդուլում, իսկ օդազատումը պետք է արվի ճիշտ հերթականությամբ՝ հեռու անիվից դեպի մոտ, կամ ըստ արտադրողի, եթե մագիստրալը բաժանված է անկյունաձև (diagonal) սխեմայով: ABS/ESP-ով համակարգերում ցանկալի է կիրառել **սքաներով կառավարվող օդազատման ռեժիմը**, որպեսզի մոդուլի փականների խցիկներից նույնպես դուրս գան օդի պղպջակները:

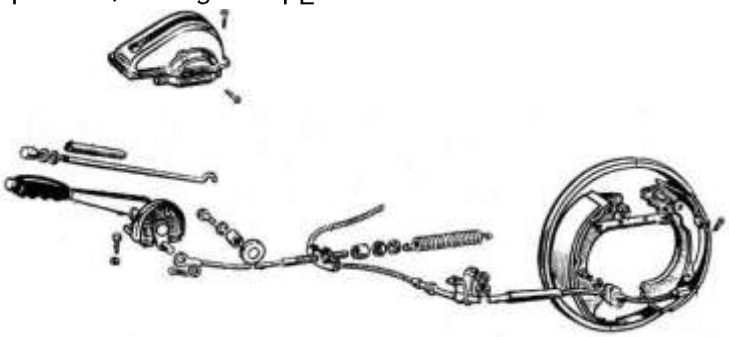
8.4 ABS, EBD և ESP. տվիչ, մոդուլ և ալգորիթմներ



ABS-ը զբաղվում է անիվների **արգելափակումից** խուսափելու հարցով. **անկյունային արագության տվիչը** յուրաքանչյուր անիվում չափում են արագացման փոփոխությունները, իսկ մոդուլը պուլսացիոն բացում/փակում է մագիստրալում գտնվող **մուտքային/ելքային փականները**, երբեմն՝ կառավարելի պոմպով վերականգնելով ճնշումը: ABS-ի հիման վրա կառուցված **EBD**-ն (էլեկտրոնային բեռաբաշխում) պահում է առջև–հետև հավասարակշռությունը, իսկ **ESP**-ն ավելացնում է **յուղային անկյան (yaw)**, **կողային արագացման**, **ղեկային անկյան (SAS)** և երբեմն **արագաչափի** տվյալները՝ ընտրովի կերպով արգելակելով առանձին անիվներ և կրճատելով շարժիչի մոմենտը՝ սահքը կանխելու համար: Տվիչի աղտոտումը կամ **ատամնանի** (tone ring) կոտրվածքը հաճախ տալիս է դադարելի, ցիկլիկ **ABS- ակտիվացում** թույլ արգելակման դեպքում, մինչդեռ մագնիսական տվիչի սխալ բացը արձանագրվում է ցածր արագությամբ «զրծզոոցով» և ցուցիչ լամպով վահանակում:

8.5 **Կայանման արգելակ (մեխանիկական և EPB)**

Կայանման արգելակը մեխանիկական տարբերակում աշխատեցնում է թմբուկի հատվածը կամ կոճղակի ներսում առանձին փոքր կոճղակները: **Ցածր լարած պողպատե ճոպանների** ձգումը ժամանակի ընթացքում ընկնում է, իսկ աղջուրը ժանգոտում է սահեցումները:



Էլեկտրոնային կայանման արգելակում (EPB) կիրառվում է էլեկտրաշարժիչ՝ կոճղակի հետնամասում կամ փոխանցողական մեխանիզմում. EPB-ի սխալները պահանջում են **սքաներ-ով ծառայողական ռեժիմ**, երբ փոխարինվում են կոճղակները կամ սկավառակները, հակառակ դեպքում մեխանիզմը կարող է վնասվել «ստիպողական վերադարձից»:

8.6 Չափում, ախտորոշում և փորձարկում ճանապարհին

Արգելակային համակարգի ախտորոշումը սկսվում է **վիզուալ տեսչությամբ**. արտահոսքեր կոճղակում, խողովակների կոռոզիա, գուլպաների փքված կետեր, անհավասար մաշված կոճղակներ: **Սկավառակի հաստության** և **գետնային ընթացքի** չափումները ցույց են տալիս փոխարինման անհրաժեշտությունը (նվազագույն թույլատրելի հաստությունը նշված է սկավառակի եզրին): Ոտնակի «քարային» զգացումը սովորաբար **վակուումային ուժեղացուցիչի** կամ **մեկուղու փակման** խնդիր է, մինչդեռ գերբարակ երկար ճանապարհը մատնանշում է օդ կամ ելքային խցիչի մաշում հիմնական գլանում: Փորձարկման ժամանակ ուղիղ ասֆալտում գնահատվում է **ուղղագծային կայունությունը**, իսկ տարբեր կպչունության «սպիլիտ» մակերեսում՝ ABS-ի ադեկվատ աշխատանքը:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս է **հիգրոսկոպիկությունը** ազդում արգելակային հեղուկի եռման կետի վրա, և ինչու է «երկու տարին մեկ» փոխարինման կանոնը իմաստաբանական:
2. Բացատրեք, թե ինչպե՞ս է **ABS մոդուլը** կանխում անիվների արգելափակումը՝ օգտագործելով տվիչի տվյալները և փականների կառավարումը:
3. Ի՞նչ ախտանշաններով եք տարբերում **սկավառակի «վարփ»-ից** առաջացած վիբրացիան և կոճղակի **սահքուղու կպչելուց** առաջացած քաշքշուկը:
4. Ինչո՞ւ է **EPB**-ով մեքենաներում պարտադիր սքաների «սերվիս» ռեժիմը կոճղակների/սկավառակների փոխարինման ժամանակ:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Արգելակային հեղուկի փոխարինում և ABS-օդազատում

Ստուգեք հեղուկի խոնավության տոկոսը արագ թեստերով, ապա կատարեք լիարժեք փոխարինում՝ պահպանելով արտադրողի հերթականությունը: ABS ունեցող մեքենայի դեպքում ակտիվացրեք սքաներով «bleed» ռեժիմը, որպեսզի մոդուլի խցիկները նույնպես օդազատվեն:

Ա2. Սկավառակ–կոճղակ հանգույցի ախտորոշում

Չափեք սկավառակի հաստությունը երեք-չորս սեկտորներում, դիտարկեք գետնային ընթացքը: Աշխատեցրեք կոճղակի սահքուղիները՝ մաքրելով և քսելով համապատասխան բարձր ջերմաստիճանային քսուքով, ստուգեք կոճղակների հավասարաշարժությունը:

Ա3. Ճանապարհային փորձարկում և տվյալների գրանցում

Կատարեք 60→0 կմ/ժ երեք արգելակում՝ չափելով ուղիղության պահպանումը և ոտնակի զգացումը: Տարբեր կպչունությամբ մակերեսում դիտարկեք ABS ակտիվացումը և գրանցեք եզրակացությունները՝ խնդրի դեպքում կապելով դրանք մեխանիկական պատճառներին:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

Փափուկ և երկար ոտնակ՝ օդ մագիստրալում կամ հին հեղուկ՝ ցածր եռման կետով: Օդազատում ճիշտ հերթականությամբ, հեղուկի ամբողջական փոխարինում, մագիստրալների արտահոսքերի որոնում:

Քաշքշուկ արգելակելիս մեկ կողմ՝ կոճղակի սահքուղու կպչում, կոճղակի յուղոտում կամ խողովակի ներքին «փութք»: Տաքացրած սկավառակի կողմը մատնում է մշտական սեղմում. լուծում՝ սահքուղիների վերականգնում/կոճղակի վերանորոգում:

Վիբրացիա արգելակելիս՝ սկավառակի գետնային ընթացքի շեղում կամ «վարփ», երբեմն՝ թեթևացող հանգույցներ: Չափում գլանաչափով, անհրաժեշտության դեպքում՝ փոխարինում, ճշգրիտ մոմենտներով ձգում «աստղային» հաջորդականությամբ:

ABS լամպ/ցիկլիկ ակտիվացում ցածր արագությամբ՝ աղտոտված/վնասված անիվի տվիչ, ճեղքված **ատամնանի (tone ring)** կամ տվիչի բացի շեղում: Սկաներով արագության համեմատություն անիվ առ անիվ, մեխանիկական տեսչություն և փոխարինում:

EPB սխալներ և «չբացվող» արգելակ՝ ծառայողական ռեժիմի բացակայությամբ կատարված աշխատանքից հետո կլքված դիրք կամ մեխանիզ-

մի հերմետիկության կորուստ: Լուծում՝ սքաներով calibration/parking release, անհրաժեշտության դեպքում՝ մոդուլի վերանորոգում:

Խողովակների կոռոզիա և հանկարծակի ճեղքում՝ աղ–ջրային միջավայրի հետևանք: Վիզուալ տեսչություն ներքևի թափքի երկայնքով, կանխարգելիչ փոխարինում համապատասխան խողովակներով և կցակների ճիշտ անցքավորումով:

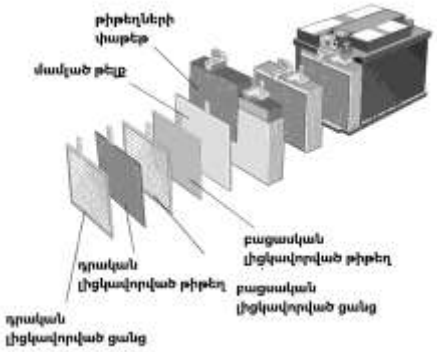
Գլուխ 9. Էլեկտրասարքավորում (մարտկոց, գեներատոր, գործարկիչ, լուսավորություն)

Ավտոմեքենայի էլեկտրասարքավորումը սնուցում և կառավարում է ամբողջ մեքենան. **մարտկոցը (Аккумулятор, *Battery*)** պահում է էներգիան և ապահովում գործարկումը, **գեներատորը (Генератор, *Alternator*)** լիցքավորում է համակարգը շարժման ընթացքում, **գործարկիչը (Стартер, *Starter*)** հաղորդում է առաջին պտույտը շարժիչին, իսկ **լուսային և ազդանշանային շղթաները** ապահովում են տեսանելիությունն ու հաղորդակցությունը: Այս գլխում բացատրվում են կառուցվածքը, աշխատանքային չափանիշները և ախտորոշման հիմնական մեթոդները՝ շեշտը դնելով **լարային անկման** և **հոսքային** չափումների վրա, ինչպես նաև **սնուցման** և **հողի (ground)** ուղիների որակի կարևորության վրա:

9.1. Մարտկոց. հզորություն, լիցքավորում, թեստեր

Մարտկոցը (Аккумулятор, Battery) 12 վոլտանոց քիմիական աղբյուր է՝ կազմված 6 **բջիջից** (~2.1 V յուրաքանչյուրը)՝ **կապարի** դրական/բացասական թիթեղներով և **ծծմբաթթվային էլեկտրոլիտով**: Տեսակների հիմքը կապարաթթվային տեխնոլոգիան է, բայց իրականացումները տարբեր են.

- **Flooded (հեղուկ)** — դասական, սպասարկելի/կիսասպասարկելի, էլեկտրոլիտը հեղուկ է:
- **EFB (Enhanced Flooded Battery)** — ուժեղացված թիթեղներ և աղեղներ՝ **Start–Stop**-ի հաճախակի ցիկլերը դիմանալու համար:
- **AGM (Absorbent Glass Mat)** — էլեկտրոլիտը ներծծված է ապակաթելային բաժանարարում, **ցածր ներքին դիմադրություն**, բարձր **CCA** և ցիկլակայունություն՝ ժամանակակից Start–Stop/ռեկուպերացիոն լիցքավորման համար:



Կանոն. Start–Stop մեքենայի վրա **չի թույլատրվում** Flooded–ի «ներմուծում» AGM/EFB-ի փոխարեն. ընտրիր **նույն տեխնոլոգիան** և **նույն/մեծագույն Ah–CCA**:

Գլխավոր պարամետրերը՝ ինչ թիվն ինչ է ասում

- **Հզորություն (Ah)** — որքան **էլեկտրական լիցք** կարող է տալ ցածր բեռնով (ստանդարտը՝ 20 ժամում):
- **CCA (Cold Cranking Amps)** — որքան **պիկ հոսք** է տալիս -18 °C–ում՝ շարժիչը պտտելու համար:
- **RC (Reserve Capacity)** — պահուստային աշխատանք՝ մշտական բեռնով (օր. 25 A) մինչև լարումը հասնի շեմին:
- **Ներքին դիմադրություն (mΩ)** — որքան փոքր, այնքան լավ է **գործարկման** պահին լարումը «չնկնելու» համար:

SOC (State of Charge) – լիցքավորվածության աստիճան, **SOH (State of Health)** – «առողջություն»/խտություն/կորուստների ընդհանուր գնահատում:

SOC գնահատում՝ արագ, գործնական (25 °C, հանգստացած մարտկոց)

SOC	Բաց շղթայի լարում (OCV)	Մեկնաբանություն
~100%	≈ **12.6–12.8 V**	Թարմ լիցքավորված, լավ վիճակ
~75%	≈ **12.4 V**	Նորմալ, բայց երկար կանգառի համար նախընտրելի չէ
~50%	≈ **12.2 V**	Անցումային, ջերմաշոկի դեպքում թուլանում է
~25%	≈ **12.0 V**	Խորը լիցքաթափման ռիսկ
<10%	**<11.9 V**	«Արթնացնել»՝ կառավարվող լիցքավորիչով

Չափիր OCV-ն **առնվազն 30–**60 **րոպե հանգստից հետո** (ոչ մի բեռ/լիցքավորում), քանզի մակերեսային լիցքը խաբուսիկ է:

SOH և բեռնավորման թեստ

SOH-ը գնահատվում է **ներքին դիմադրությամբ/կոնդուկտանսով** (թվային ստենդներ) և/կամ **բեռնավորման թեստով**. սովորական կանոնը՝ **մոտ ½ CCA** հոսքով ~10–15 վրկ.

- Եթե լարումը **ընկնում է <9.6 V** (25 °C), մարտկոցը թուլացած է:
- Ժամանակակից թեստեր **մոդելային աղյուսակներով** հաշվում են Ah/CCA համարժեքը՝ առանց ծանր «եռման»:

9.2 **Գեներատոր և լիցքավորման համակարգ**

Գեներատորը մեխանիկական էներգիան փոխակերպում է էլեկտրականության՝ **ռոտոր–ստատոր–դիոդային կամուրջ–լարման կարգավորիչ** սխեմայով:

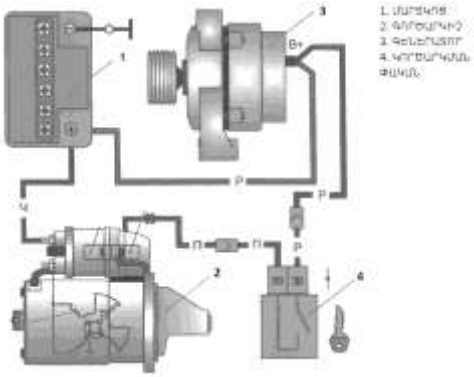
Տեսական «նորմալ» լիցքավորման պատուհանը տաք շարժիչով սովորաբար գտնվում է **≈13.8–14.6 V** միջակայքում՝ կախված մարտկոցի տեսակից և **ջերմաստիճանից**: Ժամանակակից մեքենաներում կարգավորիչը կառավարվում է **LIN/CAN**-ով՝ «խելացի» լիցքավորման ալգորիթմներով (լարում՝ ըստ բեռի/ջերմաստիճանի/Stop–Start ցիկլի): **Դիոդային կամուրջի** վնասման դեպքում առաջանում է **ալիքային մնացորդ (ripple)՝** *AC բաղադրիչ* մարտկոցի վրա, որն արտահայտվում է թիթռացող լույսերով, էլեկտրոնիկայի անկայունությամբ և նույնիսկ **ռադիոաղմուկով**: Սլայդինգ գոտու **սայթաքումը** նույնպես տալիս է «կես լիցքավորում», իսկ ձգիչ–ռոլիկների մաշումը՝ արագ փոխվող լիցքավորման մակարդակ: Լավ փորձնական չափումը. շարժիչ աշխատող, սպառիչներով (լույսեր, ապակու տաքացում) լարումը պետք է պահպանի **>13.5 V** սահմանը:

9.3 **Գործարկիչ. սոլենոիդ, Bendix և հոսքային գծապատկեր**

Գործարկիչը ներառում է **սոլենոիդային քաշիչ**, որը սեղմում է **Bendix**-ը դեպի **մախովիկ**, և բարձր հզորության էլեկտրաշարժիչ: Ախտանիշների ընթերցումը հեշտանում է, եթե պատկերացնենք հոսքի գծապատկերը. առողջ համակարգում գործարկման պահին լարումը *կարճ ժամանակի* համար ընկնում է ≈10 V միջակայք, իսկ հոսքը աճում է մեծ արժեքների՝ կախված շարժիչից և ջերմաստիճանից: Եթե լսվում է **միայն «կծկոց»** (click) և չկա պտույտ, ապա խնդիրը սովո-

բաբար *սնուցման ուղին է*՝ կապի վատ շփում, թույլ մարտկոց կամ **մեկնակի խոշոր լարային անկում** կապերի վրա: Եթե պտույտը դանդաղ է, իսկ լարումը բարձր ընկնում է, հավանական է **մեխանիկական դիմադրություն** կամ գործարկչի ներքին մաշում: Անմիջական **լարային անկման թեստը** (+ և – ուղիներով) թույլ է տալիս «տեսնել» կորուստը՝ առանց շղթան քանդելու:

9.4 **Սնուցման բաշխում, ապահովիչներ, ռելեներ և հողային ուղիներ**



Էներգիան բաշխվում է **ապահովիչների** և **ռելեների** դաշտերով՝ սովորաբար երկու բզիկի՝ սրահի և շարժիչատան ներքո: **Fusible link**-երը պաշտպանում են հիմնական մագիստրալները՝ «զոհաբերական» լարերով: Ախտորոշումը պետք է սկսվի սխեմայից՝ պարզելով, թե ո՛ր ապահովիչով է սնուցվում տվյալ հանգույցը և ո՛ր «հողի» կետով է փակվում շղթան: **Հողի ժապավենների** մաշումը/կոռոզիան (շարժիչ–թափք, թափք–բացասական բևեռ) հաճախ առաջացնում է տարօրինակ «խանգարումներ»՝ թրթռացող ցուցիչներից մինչև *գաղտնի մարումներ* ծանր բեռի տակ: **Լարային անկման** չափումները (+ և – ուղղությամբ առանձին) բեռնվածությամբ ամենաարդյունավետ գործիքն են. եթե մեկ ուղու վրա տեսնում եք **>0.3–0.5 V** անկում, կան ենթակառույցներ, որոնք պահանջում են մաքրում կամ փոխարինում: Կապակցիչների *գունավոր շփումներ*, ջրի ներթափանցում և սխալ «սիրողական» միացումներ (տվիչի գծի վրա «պարալել») էլեկտրոնիկայի համար **քրիտիկական** են:

Սպասարկում՝ ինչն է երկարացնում կյանքը

- **Տերմինալներ/հող**. Մաքրիր օքսիդը, սեղմիր ճիշտ **Nm**-ով, օգտագործիր բարակ պաշտպանիչ շերտ: «Թաքնված» խնդիրների կեսը **լարային անկում** է վատ կոնտակտից:
- **Կոնսերվացիա/կարճ ուղևորություններ**. Եթե մեքենան քիչ ես վարում, կապի՛ր **smart maintainer** (AGM/EFB ռեժիմով):

- **Լիցքավորում**. Օգտագործիր **թվային լիցքավորիչ՝** Bulk/Absorption/Float փուլերով, AGM/EFB հատուկ պրոֆիլներով: Սովորական «թրիքլը» երկարաժամկետում կարող է *չբավարարել*:
- **Ջերմակարգավորում**. Մեծ տաքությունը արագացնում է **սուլֆատացումը**, իսկ ցուրտը՝ **CCA-ի անկումը**: Խուսափիր շարժիչախցիկի տաք հատվածներից՝ եթե մեքենան թույլ է տալիս՝ նախընտրելի է սրահ / բեռնախցիկ:
- **Ճիշտ ամրացում**. Մարտկոցի **hold-down**-ը միշտ ամրացրու թրթռումները կոտրում են թիթեղների կապերը: Flooded-ում ստուգիր **գազաթափիչ խողովակը** (vent):
- **Անջատված սպառումներ (parasitic draw).** Նորմալը սովորաբար **<30–50 mA** «քնի» ռեժիմում: Չափիր շարքային ամպերմետրով՝ մեքենային «քնել» տալուց հետո, կամ **քլեմփ-մետրով** (DC)՝ IBS-ով մոդելներում խանգարումներ չպատճառելու համար:
- **Hydrometer/էլեկտրոլիտ**. Լիովին փակ AGM/EFB-ում անհնար է, Flooded-ում՝ օգտակար է բջիջների անհավասարությունը տեսնելու համար:

Արագ ախտորոշման քարտեզ (ՍԻ)

Ախտանիշ	Ինչ մտածել	Ինչ չափել
Դանդաղ պտույտ, բայց բատ. «լավ է»	Կոնտակտների դիմադրություն, starter	**V-drop** «+»/«–» գծերով (V), starter current (A)
Առավոտյան դատարկվել է	Parasite draw կամ SOH ցածր	Sleep current (mA), OCV (V), conductance (mΩ)
Լիցքավորվում է «-ցատկերով» (մոդելային)	Smart charging/BMS նորմալ	Charging voltage **13.8–14.8 V** ըստ ռեժիմի
Start–Stop չի աշխատում	SOC ցածր կամ battery not registered	SOC (%), IBS տվյալներ, **registration** կատարե՞լ ես
Նոր AGM՝ շուտ «մեռավ»	Սխալ լիցքավորման պրոֆիլ/գեներատոր	BMS կոդավորում, alternator ripple (VAC), belt

Քիչ, բայց կարևոր անվտանգություն

Թթու/գոլորշի/H_2 — աշխատիր օդափոխվող վայրում, հեռու կայծերից: **Բևեռականությունը** երբեք չշփոթես (+/–), և **միացումների հերթականու-**

թյունը պահիր (մինուսը՝ վերջին/առաջին)՝ IBS-եր ունեցող մեքենաներում **հստակ ըստ ձեռնարկի**:

Ամփոփում

Մեքենայի էլեկտրասարքավորումը **երեք խաղացողի** համագործակցություն է՝ **մարտկոց**, **գեներատոր**, **գործարկիչ**: **Ճիշտ տիպ/սպեցիֆիկացիա**, **SOC/SOH** կարգապահ չափումներ, **BMS/IBS**-ի հաշվի առում և **մաքուր, ցածր դիմադրության կապակցիչներ**՝ սա է վստահ գործարկման ու երկար կյանքի բանալին: Երբ լարումը, հոսքը և ջերմաստիճանն **SOH**-ով վերահսկվում են, «ձմռան անակնկալները» վերածվում են կանխատեսելի սպասարկման:

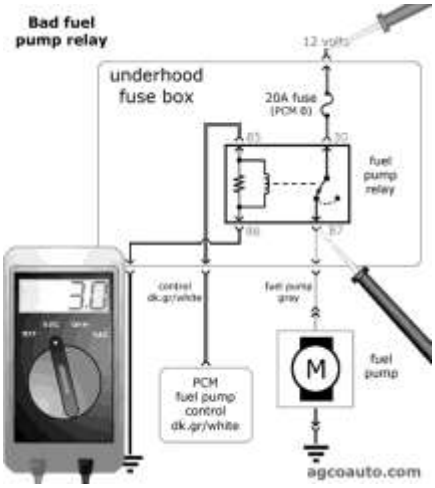
9.5 **Լուսավորություն և ազդանշաններ (առջևի լուսարձակ, հետին լուսարձակ, DRL, HID/LED)**

Լուսային շղթաները տարաբաժանվում են **միջուկային սնուցման** և **մոդուլի կառավարման**՝ ժամանակակից մեքենաներում հաճախ կա **BCM/LCM** (Body/Lighting Control Module), որը հետևում է **բեռի առկայությանը**, **դիագնոստիկ հոսքերին** և CAN հաղորդակցությանը: **Լուսարձակները (Фара, *Headlight*)** կարող են լինել *հալոգեն*, **HID (քսենոն)** կամ **LED**. վերջիններս պահանջում են «դրայվեր» (հոսանք-կարգավորիչ), իսկ HID-ը՝ **գեներատոր**/բալաստ: **Հետևի լույսը (Задний фонарь, *Tail light*)** ներառում է կանգառում, արգելակման, շրջադարձի և հետընթացի ազդանշաններ: **Բեռի վերահսկման** համակարգը «տեսնում է» այրված լամպը ըստ հոսքի նվազման. ոչ օրիգինալ LED-ի տեղադրումը հալոգենի փոխարեն հաճախ ստիպում է համակարգին արձանագրել «լամպ այրված է»՝ պահանջելով **դիմադրական շունտ** կամ ծրագրային հարմարեցում: Ճիշտ **ուղղահայաց/հորիզոնական կարգավորումը** կարևոր է ինչպես տեսանելիության, այնպես էլ դիմացի վարորդների չկուրացման համար:

9.6 **Չափումներ և փորձնական մեթոդաբանություն (մուլտիմետր, «կլեմպ» ամպերմետր)**

Էլեկտրական ախտորոշման «հիմնական եռանկյունը»՝ **լարումը**, **հոսքը** և **դիմադրությունը**: **Մուլտիմետրով** չափեք լարումը հանգստի և բեռնվածության տակ, **կլեմպ-ամպերմետրով**—հոսքը առանց շղթան կտրելու (DC clamp): **Parasitic draw**-ի (քմեռնի արտահոսք) նորման սովորաբար *մոտ տասնյակ միլիժամպեր* է՝ մեքենայի «քնած» ռեժիմ մտնելուց հետո (20–40 րոպե). ավելի բարձր արժեքը մատնանշում է մոդուլի չքնեցում, լուսային/ռելեի կպչում կամ սխալ տեղադրված սարք: **Ripple AC** չափը մարտկոցի վրա (մուլտիմետրի AC ռեժիմով կամ օսցիլոգրաֆով) գնահատում է դիոդների առողջությունը. մեծ արժեքները վկայում են գեներատորի ուղղիչ մասում խնդիրների մասին: **Լարային անկման թեստը** միշտ կատարեք բեռնվածությամբ՝ գործարկման պահին կամ լույսերը վառած, այլապես ստացված «գեղեցիկ» թվերը կարող են լինել անիմաստ:

9.7 Ռազմավարություն. արագ տրամաբանական ուղի



Ախտորոշումը արագ է, երբ պահում ես պարզ տրամաբանություն. **սկսիր սնուցումից և հողից**, հետո միայն անցիր հանգույցներին ու ծրագրավորմանը: Ստորև՝ կարճ, բայց *լիարժեք* ուղին, որ կաշխատի թե՛ «չի գործարկվում», թե՛ «լիցքավորումը կասկածելի է», թե՛ «լույսերը խելք են անում» դեպքերում:

1) **Որոշիր՝ ընդհանո՞ւր է, թե՞ տեղային**

- **Ընդհանուր համախտանիշներ** (բազմաթիվ սարքեր «մեռած» են, չափիչները անկանոն) սովորաբար կապված են **մարտկոցի/հողի/գլխավոր ապահովիչի** հետ:
- **Տեղային խափանում** (մի սարք կամ մեկ գիծ)՝ սպասիր սխեման, գտիր **ապահովիչ–ռելե–մոդուլ–տվիչ–գործարկիչ** շղթան և շարժվիր ըստ դրա (պատկեր սցեմայի գաղափարի համար վերևում՝ «flow chart»).

2) **«Չի գործարկվում» — նախ սնուցում, հետո վարք**

Մարտկոց (Аккумулятор, Battery).

Չափիր **OCV** (հանգիստ լարում), հետո **cranking voltage**՝ գործարկման պահին: Եթե գործարկման պահին լարումը ընկնում է շատ, շարունակիր **լարային անկման (Voltage Drop)** չափումներով «+» և «–» ուղիներով՝ *բեռնվածությամբ* (DVOM-ը միացրու ծայրակետերի միջև, ոչ թե հողի նկատմամբ):

Տիպային թույլատրելի անկումները՝ **մոտ 0.5–0.6 V** «պոզիտիվ» կողմում և **մոտ 0.3 V** «նեգատիվ» կողմում՝ ստարտերի ծանրաբեռնվածության տակ. ավելը հուշում է վատ կոնտակտ/թելք/ռելե:

Գործարկիչ (Стартер, Starter).

Եթե **crank current**-ը մեծ է, բայց պտույտ չկա՝ ստուգիր ստարտերի ռելեն/խոզանակները և մեխանիկական խցանումը: Եթե հոսքը ցածր է ու լարումը ընկել, վերադարձրու ուշադրություն **մարտկոց–հող–կապակցիչներին**՝ հաճախ խնդիրն այնտեղ է, ոչ թե սարքում (Voltage Drop սխեմաները վերևում).

3) **«Լիցքավորում չի աշխատում»**

Գեներատոր (Генератор, Alternator).

Չափիր **լիցքավորման լարումը** բեռնով/առանց բեռի, հետո նայիր **AC ripple**-ը՝ օսցիլոգրաֆով կամ AC-շարժիչով DVOM-ով: Կանոնն այսպիսին է. **ձևը** (ripple pattern) ավելի խոսուն է, քան մեկ թիվը. *կոտրված դիոդ/փուլ* ունենալիս ալիքը դառնում է ասիմետրիկ և «ատամնավոր», իսկ ECM-ով կառավարվող համակարգերում ripple-ը փոխվում է ըստ դաշտի կառավարման: Վերևի օրինակներն ուղղակի ցույց են տալիս՝ ինչպես է healthy ripple-ը երևում էկրանին և ինչպես է այն *աղավաղվում* խնդրի դեպքում:

Սպասարկում. Մի մոռացիր գոտու/ձգիչի վիճակը՝ սահքը հաճախ շփոթվում է «վատ գեներատորի» հետ:

4) **«Հողնցման խնդիրներ»**

Լույսերի խափանումների 80%-ը **կապակցիչ/հող** է.

- Սկզբում՝ **հողի կետը** (մեծ լարային անկում «–» կողմով ≈ վատ հող):
- Հետո՝ **լամպ/դրայվեր**, և միայն վերջում՝ **մոդուլ/ծրագրավորում**:
- Օգտագործիր սխեման՝ տեսնելու, թե լամպը ո՞ր **ռելեի** ու **ապահովիչի** տակ է նստած և որտեղից է գալիս ղեկավարման ազդակը (վերևի վիզուալը՝ վառելիքի պոմպի օրինակով, բայց տրամաբանությունը նույնն է ցանկացած ծանրաբեռնման համար).

5) **Live Data — «ներկա պահի տվյալներ» համադրել**

Վառելիքի կառավարման մեջ համադրիր **MAF/MAP** ↔ **STFT/LTFT** ↔ **O_2**՝ հասկանալու՝ «աղքատ» է, թե «հարստացած», իսկ վառոցքի կասկածի դեպքում նայիր **misfire counters**-ը: Էլեկտրականում՝ **IBS/BMS** տվյալներ, **լիցքավորման հրամաններ**, **տվիչի զրո-շեղումներ** (օր.՝ SAS/torque տվիչ EPS-ում):

6) **Արագ «քարտեզ»՝ չափում → եզրակացություն → հաջորդ քայլ**

- **Cranking Voltage ցածր է** → Voltage Drop «+»/«–» ուղիներով, մաքրիր/սեղմիր կապակցիչները, ստուգիր starter current:
- **Charging OK առանց բեռի, վատ՝ բեռով** → գոտի/ձգիչ, ապա ripple pattern՝ դիոդի կամրջակ /կարգավորիչ/ ռոտոր:
- **Միագիծ սխեմայով ստուգիր. եթե համակարգը «մեռած» է, անցիր ապահովիչ–ռելե–սնում–հող շղթայի ստուգմանը: Fuse/Relay բլոկում լարում կա՞** → **«լարում կա՞»:** Կարճ բացատրություն. «միագիծ սխեմա»-ն էլեկտրահամակարգի պարզեցված ուրվագիծն է, որով հերթականությամբ ստուգում ենք սնուցման շղթաները:

«Fuse/Relay բլոկ»-ը մեքենայի ապահովիչների ու ռելեների կենտրոնացված հանգույցն է, որտեղ սովորաբար ստուգում են՝ լարում կա՞, թե՞ ոչ:

- **Լույսերի դողդող** → ground-path drop, socket corrosion, հետո՝ driver/micro-controller:
- **Պարբերական «սևացում»** → loose connector/pin tension, ջերմաստիճանով կախում ունեցող ճեղքվածք, CAN կապի շեղումներ:

7) **Փիլիսոփայությունը՝** 3 **կանոնով**

1. **Չափիր բեռնով**. Օմմետրով «զանգելը» հոսանքազրկված շղթայում *չի բացահայտի* կիսաժանգ կապերը. Voltage Drop-ը բեռնվածությամբ է իմաստալից:
2. **Սնուցում/հողանցումը՝ առաջ, մոդուլը՝ հետո**. «Մոդուլ չի աշխատում» խոսքից առաջ ապացուցիր, որ նրա **B+ և Ground**-ը զրոյական կորուստով են:
3. **Սխեման ձեռքին**. Առանց սխեմայի «փնտրտուքը» դառնում է կռահում: Միշտ սկսիր ապահովիչ–ռելե–մոդուլ–կապակցիչների **հերթականությամբ** (վերևի սքեմատիկները հիշեցնում են կառուցվածքային ընթերցումը).

Ամփոփում

Արագ ու ճիշտ ախտորոշումը **տրամաբանական ճանապարհ** է՝ **մարտկոց/գեներատոր/հող → լարային անկում բեռնով → ալիքաձև (ripple)՝ ըստ կարիքի → սխեմայով որոնում կոնկրետ օղակում**: Երբ «սնուցում–հող» զույգը ապացուցված է, Live Data-ն ու սխեմատիկ ընթերցումը քեզ հասցնում են ճիշտ հանգույցին **առանց ավելորդ քանդման**:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս եք տարբերում **ընդհանուր լիցքավորման խնդիրը** և **դիոդային կամրջի** վնասումը՝ առանց գեներատորը քանդելու:
2. Ինչո՞ւ է **լարային անկման** փորձը բեռնվածությամբ ավելի խոսուն, քան դիմադրության չափումը հոսանքազրկված շղթայում:
3. Ո՞րն է **parasitic draw**-ի ստուգման ընթացակարգը և ինչու է պետք սպասել մեքենայի «քնելու» ռեժիմին:

4. Ինչպե՞ս է **BCM/LCM**-ը հայտնաբերում այրված լամպը և ինչու է ոչ օրիգինալ LED-ը երբեմն առաջացնում «լամպ այրված է» հաղորդագրություն:
5. Ի՞նչ է **SOC/SOH**, և ինչպես են դրանք գնահատվում գործնականում:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Մարտկոցի և լիցքավորման համակցված թեստ

Չափեք մարտկոցի լարումը հանգստի և գործարկման պահին, գրանցեք նվազագույն արժեքը: Շարժիչ աշխատող՝ միացրեք խոշոր սպառիչներ և չափեք լիցքավորման լարումը, ապա չափեք **AC ripple**-ը մարտկոցի ծայրերում: Եզրակացրեք՝ լիցքավորումը բավարար է, թե ոչ:

Ա2. Լարային անկման թեստ գործարկման շղթայում

Գործարկման պահին միաժամանակ չափեք լարային անկումը + ուղով (մարտկոցի + → գործարկիչի +) և – ուղով (գործարկիչի կատար. → մարտկոցի –): Եթե որևէ ճյուղում անկումը **>0.5 V**, lokalացրեք կորուստը՝ միջանկյալ կապակցիչներ/կամրջակներ ստուգելով:

Ա3. Parasitic draw-ի չափում և շրջանային անջատում

Ամպերմետրով ներածեք շղթան մարտկոցի – բևեռում, սպասեք մեքենայի «քնման» ռեժիմին, գրանցեք հոսքը: Ապահովիչ առ ապահովիչ հանելով գտեք առավել մեծ ներդրում տվող շրջանը, նշեք հավանական մոդուլը/սարքը և առաջարկեք լուծում (software update, relay replacement, wiring repair):

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **«Կծկոց, բայց չի պտտվում» գործարկման պահին**. թույլ մարտկոց կամ մեծ **լարային անկում** կաբելներում/հողի ժապավենում: Թեստ՝ Ա2-ի մեթոդով; լուծում՝ կապերի մաքրում/սեղմում, ժապավենի փոխարինում, մարտկոցի բեռնավորման ստուգում:
2. **Լիցքավորման անկայունություն, թիթռացող լույսեր**. գեներատորի **դիոդային ծանրաբեռնվածություն** կամ գոտու սայթաքում: Թեստ՝ AC ripple, գոտու տեսչություն; լուծում՝ ուղղիչի/կարգավարի վերանորոգում, գոտու/ձգիչի փոխարինում:
3. **BCM «լամպ այրված է», բայց լամպը LED է**. բեռի վերահսկման սխալ ընկալում: Լուծում՝ համապատասխան **դիմադրական շունտ** կամ ծրագրային հարմարեցում, լամպի ճիշտ հզորության ընտրություն:

4. **Գործարկիչի դանդաղ պտույտ, տաք վիճակում խորանում է**. գործարկիչի **կոլեկտորի/խոզուղու** մաշում կամ սոլենոիդի դիմադրություն: Թեստ՝ կլեմպ-ամպերմետրով հոսքի պրոֆիլ, լարային անկում; լուծում՝ վերանորոգում/փոխարինում:
5. **Պարբերական «մեռնող» էլեկտրոնիկա ճանապարհին**. **հողի** կոորուստ շարժիչ–թափք ժապավենում, երբեմն՝ թաքնված ճաք: Թեստ՝ լարային անկում լույսերի/տաքացման բեռի ներքո; լուծում՝ նոր ժապավեն, մոնտաժային մակերեսների մաքրում:
6. **Մշտական արտահոսք քնած մեքենայում (parasitic draw)**. EPB, մուլտիմեդիա կամ հեռակառավարման հավելում չի «քնում»: Թեստ՝ Ա3 ընթացակարգ; լուծում՝ ծրագրային թարմացում կամ սխալ միացված պարա–սարքի անջատում:

Գլուխ 10. Թափք, սրահ և HVAC

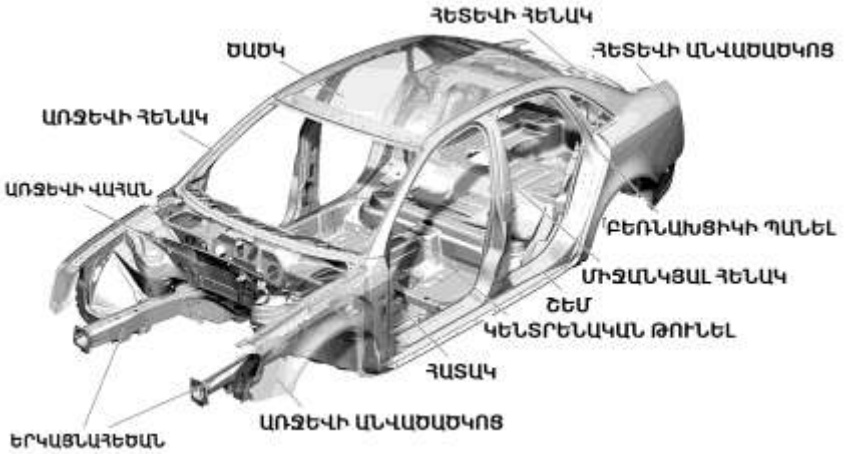
Թափքն ու սրահը համատեղ հանդիսանում են մեքենայի **կառուցվածքային անվտանգությունը**, **էրգոնոմիկան** և **հարմարավետությունը** ապահովող միջուկը, իսկ կլիմատիկ համակարգը՝ **HVAC** (*Heating, Ventilation, Air Conditioning*)—պահպանում է ջերմային և խոնավային հարմարավետությունը բոլոր եղանակներին: Այս գլխում դիտարկում ենք **թափքի տարրերի** հակակոռոզիոն պաշտպանությունը և վերականգնումը, **սրահի անվտանգային հանգույցների** (նստատեղ, անվտանգության գոտի, բարձիկներ) գործառույթը, ինչպես նաև HVAC-ի կառուցվածքն ու ախտորոշման տրամաբանությունը՝ *սառագազի շրջանառություն, ճնշումներ, փվիչ, հերմետիկություն*:

10.1 Թափքի տարրեր, կոշտություն և հակակոռոզիոն պաշտպանություն

Թափքը (Кузов, Body) բեռնատարող կառուցվածք է. այն ընդունում ու փոխանցում է բեռները **կախոցին (Подвеска, Suspension)**, **արգելակին (Тормоз, Brake)**, շարժակազմին և **անվտանգության «հիմնակմախք, каркас»**: Ժամանակակից թափքերը հավաքվում են բազմաթերթ բարակապատ պողպատներից, **բարձր ամրության/ուլտրաբարձր ամրության պողպատներից (UHSS/Boron)**, երբեմն՝ **ալյումինից** ու կոմպոզիտներից՝ տեղային **կարծրացնող ներդիրներով** և **էներգիա կլանող գոտիներով**:

Կոշտության տրամաբանությունը՝ որտեղից է գալիս «լավ զգացողությունը»

- **Թորսիոն կոշտություն (torsional stiffness)** — որքան ավելի մեծ է, այնքան մարմնի «կռվելը» պակասում է շրջադարձում, ղեկի հուշումները՝ ճշգրիտ:
- **Ծրարային բեռների ուղիներ (load paths)** — տանիքի շրջանակ, **A/B/C սյուներ**, կողային շեմեր, հատակի երկարականներ, **հակնածումների (anti-roll) և ենթաշասսի** ամրացումները:
- **Կործանման կառավարելի սցենար (crash management)** — ծալվող գոտիներ + **անվտանգության վանդակ** (կաբինայի շուրջը)՝ էներգիան հեռացնելու և սրահը պահպանելու համար:



Վերանորոգելիս պետք է պահպանել **կետային եռակցման**, **կպչուն–ռիվետային** և **կեվլարային/փրփրային լրացումների** գործարանային տեխնոլոգիան. պատահական եռակցումը նվազեցնում է տեղային կոշտությունը և փոխում բախման սցենարը:

Միացումներ՝ ինչ, որտեղ և ինչու

- **Կետային՝ դիմադրական եռակցում (spot weld)** — BIW-ում հիմնական «նյարդային համակարգն» է:
- **Ճառագայթային/լազերային եռակցում** — երկարատև, հերմետիկ seams՝ տանիք/շեմեր:
- **Ռիվետավորում/կլինչինգ** — հատկապես տարբեր մետաղների/թիթեղների համադրության դեպքում:
- **Կառուցվածքային կպչուններ (structural adhesives)** — բարձրացնում են տեղային կոշտությունը, բաշխում լարումները և միասին **ռիվետ/եռակցման** հետ ձևավորում «հիբրիդ» միացումներ (սեղմում + կպչուն + մեխանիկական ամրակ):

Փաստացիում՝ արտադրողները հաճախ միացնում են **spot weld + adhesive bead**՝ թորսիոն կոշտությունը բարձրացնելու և NVH-ը նվազեցնելու համար:

Թաքնված «թույլ տեղերը» և ինչպես մոտենալ

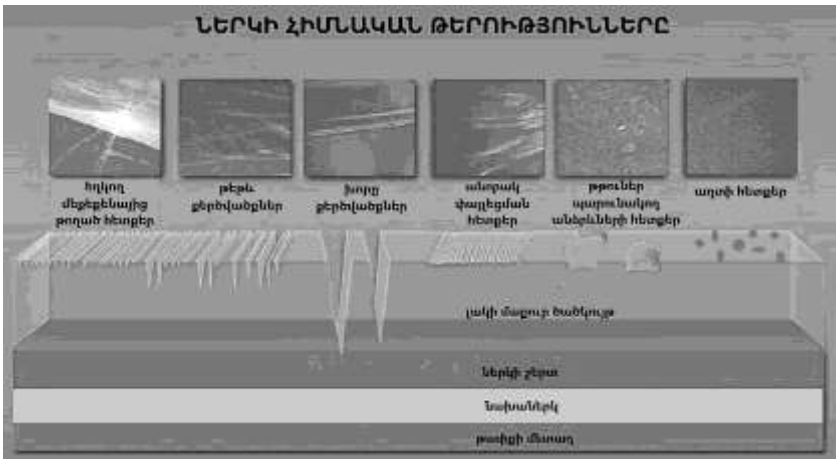
- **Կողային շեմեր, կամարակապեր, անիվատների եզրեր** — ջուր/աղ/կեղտի նստեցում, բեկորների հարվածներ:
- **Սյուների հիմքեր, դռների փոսեր, սրահ–բագաժ «ջրահոսքեր»** — խցանված դրենաժներ = տեղային կոռոզիա ներսից դեպի դուրս:

- **Սուբֆրեյմի/կախոցի ամրացումներ** — կրող «կետեր», որտեղ թուլացած մետաղը փոխում է գեոմետրիան և արթնացնում ճռռոցներ/-վիբրացիաներ (NVH):

Ախտորոշման մեջ օգնում են **խտաչափով** ներկի հաստության ստուգումը (միկրոններով) և **կետային ջերմային** դիտարկումները՝ թաքնված «խոնավ օջախները» բացահայտելու համար:

Հակակոռոզիոն «թալիսմանները»

- **Ցինկապատում (galvanizing)** — սառը/տաք ցինկապատ շերտերը կատոդային պաշտպանություն են տալիս պողպատին:
- **Կատաֆորեզ (e-coat)** — էլեկտրոլիտիկ պրայմեր, որը «նստում» է բոլոր խոռոչներում՝ հիմք դառնալով ներկի համար:
- **Սիլերներ/սիլանտներ (seam sealer)** — փակվում են overlap-ների եզրերը՝ ջրին/աղին մուտք չտալու համար:
- **Տակքսում (underbody coating)** և **խոռոչային մոմեր (cavity wax)** — մեխանիկական պաշտպանություն քարաքարկից և երկարաժամկետ խոնավակայուն շերտ:
- **Ներկապատում՝ պրայմեր → բազա → լաք** — բազմաշերտ, հաստությունը սովորաբար տասնյակ միկրոնների կարգի է (*ուսումնական մոտարկմամբ*)՝ պաշտպանություն + տեսք:



Գալվանական զույգեր. Պողպատ–ալյումին կոնտակտում կիրառիր **բաժանող պրայմերներ/միջադիրներ**, շինարարական պտուտակները՝ նույն մետաղական զուգությամբ, որ չստանաս էլեկտրաքիմիական «բշտիկ»:

Վերանորոգման «կանոնագիրք» (կարճ, բայց պարտադիր)

1. **Ստուգիր OEM ընթացակարգը**՝ նյութ/հաստություն/միացման տիպ (UHSS/boron-ը հաճախ չի «տաք» եռակցվում՝ կորցնում է հատկությունները):
2. **Պահպանիր կետի եռակցման քանակը/քայլը** կամ օգտագործիր **հավասարարժեք հիբրիդ (ռիվետ + adhesive)՝** ըստ ձեռնարկի:
3. **Կոռոզիայի վերացում**՝ մերկ մետաղ՝ **էպոքսիդ պրայմեր → հարթեցում → բազա/լաք**; եզրերը՝ **seam sealer**, ներսից՝ **cavity wax**:
4. **Տակքսում/անցուղիներ**՝ վերականգնիր շերտը և բաց պահիր **դրենաժները**:
5. **Չափագրում** — վերջում անպայման ստուգիր **բազային կետերի** գեոմետրիան՝ մմ-երով (ՍԻ), որ կախոցը/քարշակումը չաշխատի «խեղված» թափքի հետ:

Շերտը/նպատակը/ուր կիրառել

Շերտ/նյութ	Նպատակ	Տարածք
Ցինկապատ (Zn)	Կատոդային պաշտպանություն	Բոլոր թիթեղներ (գործարանային)
E-coat (կատաֆորեզ)	Հիմքային հակակոռոզիոն շերտ	Բոլոր երեսները/խոռոչներ
Seam Sealer	Ջրաթափանցության արգելք, NVH	Միացումների եզրեր, հատակի seams
Underbody coating	Մեխ. պաշտպանություն + աղ	Հատակ, անիվատներ, շեմերի տակը
Cavity wax	Խոռոչների երկարաժամկետ պաշտպանություն	Սյուներ, շեմեր, փակ պրոֆիլներ
Պրայմեր–բազա–լաք	Արտաքին պաշտպանություն + տեսք	Արտաքին մակերեսներ

Փոքր ախտորոշչական քարտեզ

- **Բշտիկ ներկի տակ** → ճեղքված **seam sealer** կամ ներսից եկող ժանգ՝ բացիր եզրը, մետաղ մինչև «առողջ»՝ նորից **էպոքսիդ + sealer + ներկ**:

- **Փոսազերծ (pitting) շեմի տակ** → քարաքարկ + աղ — մաքրում/ֆոսֆատ/էպոքսիդ, հետո **տակքսում**:
- **Արտաքին «բարակ» թիթեղի թրթռում/ճռռոց** → բացակա adhesive bead կամ թուլացած պտուտակային հանգույց — վերականգնել:
- **Ջուրը սրահում** → դռների/հատակի դրենաժ, ապակու խցիչ, սալոնի HVAC ջրահոսքեր:

Ամփոփում

Թափքը *թաղար չէ*. դա բարդ **մեխանիկական–մետաղագիտական համակարգ** է: **Կոշտությունը** գալիս է ճիշտ **load path**-երից և **միացումներից**, իսկ **երկարակեցությունը՝ ցինկապատ/e-coat/սիլեր/տակքսում/մոմ** փաթեթից: Վերանորոգելիս պահպանիր **նյութ–технология–գեոմետրիա** եռյակը՝ ու քեզ մոտ կստացվի և՛ «խելոք» վարելիք, և՛ «խելացի» անվտանգություն՝ առանց վերադարձող «բշտիկների»:

10.2 Սրահ, նստատեղեր, անվտանգության գոտիներ և բարձիկներ (SRS)

Սրահը մեքենայի **հրամանատարական գոտին** է. այստեղ են **վարորդի նստատեղը** (Водительское сиденье, *Driver seat*), **անվտանգության գոտին** (Ремень безопасности, *Seat belt*), ղեկը, կառավարման փականներ/կոճակներ, տվիչ և **օդային բարձիկները** (SRS՝ *Supplemental Restraint System*): Նպատակը երկակի է՝ վարորդին/ուղևորին ապահովել **էրգոնոմիկորեն ճիշտ դիրքով** և բախման պահին ստեղծել **կառավարվող ձգում ու փափուկ դադարեցում**:

Նստատեղ. կառուցվածք, կարգավորումներ, տվիչավորում

Նստատեղը բաղկացած է **շասսի-չափուկից**, **սայր-բարձիկից**, **սլայդեր/ռելսերից** և հաճախ՝ **քամրային (լոմբարդական) հենակից** ու բազմակի էլեկտրական կարգավորումներից: Ճիշտ դիրքը նվազեցնում է հոգնածությունը և օգնում է restraint-

ներին աշխատել նախատեսվածի պես. ծնկները թեթևակի ծալված, թիկնակը՝ համեմատաբար ուղղաձիգ, ղեկ–կրծքավանդակ հեռավորությունը՝ ~25 սմ կարգի (քո կոնկրետ մեքենայի ուղեցույցով): Վերևի գծապատկերներն օգտակար են արագ կողմնորոշման համար՝ բարձրություն/լոմբարդ/սահք կարգավորումների տրամաբանությունը: Շատ մոդելներում առկա է **զբաղվածության/քաշային տվիչ** (OCS) ուղևորի նստատեղում՝ **SRS մոդուլը** նրանից է որոշում՝ ակտիվացվե՞լ, թե՞ ոչ ուղևորի բարձիկը: Նստատեղի ապամոնտաժումից/վերանորոգումից հետո հաճախ պահանջվում է **կալիբրում**:

Անվտանգության գոտի. ռետրակտոր, նախաձգանշիչ (pretensioner), սահք-սահմանիչ

Երեք կետով անվտանգության գոտին սրահի առաջնային պաշտպանն է: Նրա միջուկը **ռետրակտորն** է՝ իներթցիայի արգելակումով և/կամ վահանակային տվիչով: Բախման պահին **նախաձգանշիչը** (pyro-pretensioner) ակնթարթորեն քաշում է ժապավենը՝ վերացնելով «թուլությունը», իսկ **սահք-սահմանիչը** (*load limiter*) թույլ է տալիս վերահսկելի սանտիմետրերով դուրս գալ ժապավենից՝ կրծքավանդակի բեռը սահմանափակելու համար: Վերևի գծապատկերը ցույց է տալիս ռետրակտորի աշխատանքի հիմքը, իսկ կտրատված նկարը՝ բազմաստիճան սահք-սահմանիչի գաղափարը:

Սպասարկման նշումներ. «Դանդաղ վերադարձ» = ռետրակտորի աղտոտում/մեխանիկա կամ ժապավենի կեղտ. մաքրումը միայն արտադրողի թույլատրած միջոցներով: Վթարից հետո **pretensioner**-ները սովորաբար **մեկանգամյա** են՝ ենթակա փոխարինման:

Օդային բարձիկներ (SRS). մոդուլ, տվիչ, տեսակներ

SRS-ը *լրացուցիչ restraint* է՝ աշխատում է **գոտու հետ միասին**: Կենտրոնում **SRS մոդուլն** է (ACU), որը ստանում է **արագաչափ/դեցելոմետր** տվիչի ազդակներն, հետևում է **քաշային տվիչին**, **ղեկի շփման օղակին** (*clock spring/spiral cable*) և կառավարում **ուռճացուցիչներին** (inflators): Վերևի սխեման ցույց է տալիս՝ ինչպես են միացված բարձիկները, pretensioner-ները, SAS-ը և դիագնոստիկ միակցիչը մոդուլին:

Տեսակներ.

- **Առջևային** (վարորդ/ուղևոր), **Կողային** (թիկնակի մեջ), **Կուլիս/վարագույր** (*curtain*)՝ գլխի պաշտպանություն, **Ծնկային** (knee airbag):

Շատ մոդուլներ ունեն **բազմաստիճան արձակում**՝ ըստ բախման ինտենսիվության և նստատեղի տվիչի:

Clock spring (շփման օղակ). Ղեկի ներսում գտնվող աղեղնավոր ժապավեն է, որը մշտական էլեկտրական կապ է ապահովում շարժվող ղեկի և ֆիքսված սրահային լարագծի միջև՝ բարձիկի/կարգավորիչների համար (վերևի լուսանկարները՝ տեսքի համար):

Ախտորոշում և անվտանգության կանոնադրություն (բարձր մակարդակով)

- **SRS լամպ / DTC (B-կոդեր)**. Նախ սքաներով կարդա սխալները՝ high/low resistance, open/short, deployment command stored և այլն:
- **Էլեկտրական ստուգումներ**. *Չի թույլատրվում* բարձիկի փամփուշտը (squib) չափել սովորական փորձարկիչով՝ միայն **արտադրող-թույ-**

լատրած սիմուլյատորով/ռեզիստորով և **մարտկոցի/մոդուլի անջատումից** հետո (սպեցիֆիկ «սպասում»՝ արմատական սահմանի վարկյաններով):

- **Վթարից հետո**. Բացի նյութական փոխարինումից (բարձիկ, pretensioner, clock spring)՝ հաճախ պահանջվում է **SRS մոդուլի ստացում/վերագրավում** և նստատեղերի/տվիչի **ստուգում/կալիբրում**:
- **Սրահում չարաշահված դիրքը** (գլուխը մոտ բարձիկին, ոտքերը՝ պանելի վրա) նվազեցնում է արդյունավետությունը. պահպանիր **նստաձեռնարկի** դիրքային պահանջները:

«Սիմպտոմ → օղակ → ինչ անել»

Սիմպտոմ	Հավանական օղակ	Ինչ անել
Գոտին «դանդաղ է» վերադառնում	Ռետրակտոր/ժապավեն	Մաքրում ըստ OEM, ստուգել ռետրակտորի արգելակումը
SRS լամպը չի մարում	Clock spring/ տվիչ/ դիմադրություն	Սքան DTC, ստուգել շփման օղակը, կապակցիչների tightness
Վթարից հետո SRS ակտիվ	Pretensioner/բարձիկ/-մոդուլ	Փոխարինել միանգամյա տարրերը, մոդուլի վերագրավում
Աջ բարձիկը «օֆֆ» երեխաների հետ	OCS կարգավորում	Կշռային տվիչի կալիբրում, ճիշտ նստեցում/քաղաքականություն

Ճիշտ դիրքը՝ restraint-ների արդյունավետության հիմքը

Tilt/Telescopic ղեկը և նստատեղի **լոմբարդ/բարձրություն/սահք** կարգավորումները պահիր այնպես, որ ձեռքիդ արմունկները լինեն ~30–40° ծալված, իսկ գլուխը՝ մոտ 2.5 սմ հեռու գլխակալից: Սա և՛ հարմարավետ է, և՛ **բարձիկ–գոտի** զույգին թույլ է տալիս աշխատել նախագծված կինեմատիկայով: Վերևի ինֆոգրաֆիկան հուշում է հիմնական հենակետերը:

Ամփոփում

Սրահի անվտանգության «շղթան» կառուցված է երեք հենասյունով՝ **ճիշտ նստեցվածություն (seat/ergonomics) → գոտու ժամանակին «քաշում» և սահմանափակված բեռ → SRS-ի խելացի բացում**:

Երբ **նստատեղը** քո մարմնին համապատասխանում է, **գոտին**՝ մաքուր/աշխատունակ ռետրակտորով ու նախաձգանշիչով է, իսկ **SRS մոդուլը**՝

անսխալ և կալիբրված տվիչով, ղեկի ամեն դիպչումը վերածվում է **վերահսկելի ընթացքի**, իսկ անկանխատեսելի պահը՝ **կառավարելի դադարեցման**:

10.3 HVAC-ի կառուցվածքը՝ տաքացում, օդափոխություն, սառեցում

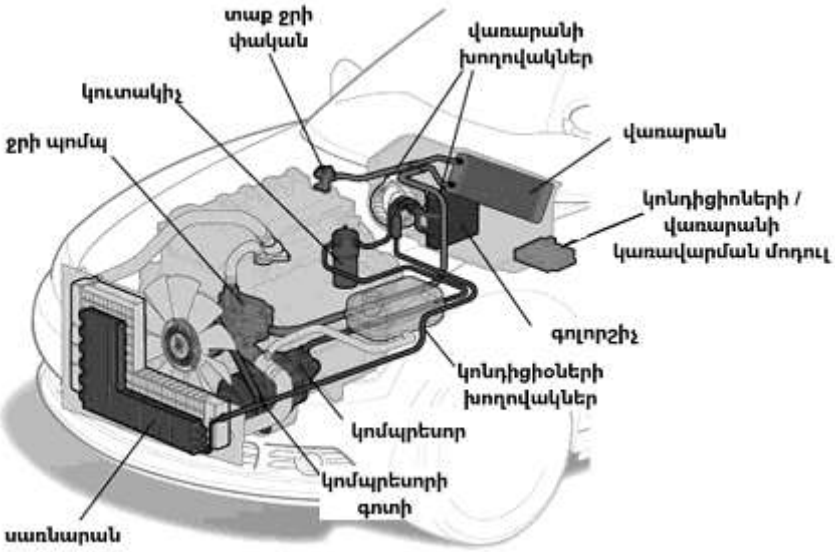
HVAC բլոկը մեքենայում կառավարում է սրահի ջերմաստիճանը, խոնավությունը և օդի հոսքերի բաշխումը: Այն ներառում է **օդի խառնիչ–ուղղորդիչ բլոկ**, **ջրային ռադիատոր (heater core)**, **սառեցման շրջան՝ սառագազով**, և **կառավարում՝** դռնակների/տվիչի/ակտուատորների միջոցով:

Ինչպես է աշխատում «ցիկլը»

Սառեցում (A/C, սառագազի փակ շրջան) — **Կոմպրեսոր (Компрессор, Compressor)** → **Կոնդենսատոր (Конденсатор, Condenser)** → (զտիչ՝ receiver-drier կամ accumulator) → **դրոսելող միավոր** (*TXV/որվիս թյուբ*) → **Գոլորշացուցիչ (Испаритель, Evaporator)** → վերադարձ **կոմպրեսոր**: Գոլորշացուցիչում սառագազը **ցածր ճնշման** տակ գոլորշանում է, **քաշում է ջերմությունը** և **չորացնում** ներս մտնող օդը, դրա համար է, որ A/C-ը նաև խոնավություն է հանում սրահից.

Տաքացում — շարժիչի **հովացման հեղուկը** մտնում է **heater core** և այնտեղից փոխանցում է ջերմությունը օդին, որը փչում է **օդափոխիչը** (blower): Շատ մեքենաներում **defrost/դեմիստ** ռեժիմում օդը նախ **սառեցվում ու չորացվում է** (A/C-ով), հետո **թեթև տաքացվում՝** ապակին արագ չորացնելու համար.

Օդի խառնիչ–ուղղորդիչ բլոկ — ներսում կան **դռնակներ՝** *blend* (քանի՞ տոկոսը անցնի heater core-ով), *recirc/fresh* (ներսի՞ց, թե՞ դրսից օդ), և *mode/defrost/floor* (ո՞ր վանդակաճաղերով դուրս գա): Դռնակները կառավարվում են մալուխով, վակուումով կամ **էլեկտրաշարժիչով (actuator)՝** կախված մոդելից (վերևի 3-րդ ու 4-րդ նկարները տես՝ HVAC-ի «տուֆլան» ու դռնակների սխեմաները):



Խնդիրները հազվադեպ են «մի տեղից» — չորս օղակ, մեկ տրամաբանություն

1. **Օդային ուղի** — **կաբինայի օդի զտիչ** (Air filter) խցանվելիս **գցում է հոսքը** և սառեցման/տաքացման արդյունավետությունը; փոխարինումը բարելավում է հոսքն ու հիգիենան.
2. **Սառեցման շրջան** — սառագազի քիչ/շատ լիցք, կոմպրեսորի/կոնդենսատորի խնդիրներ, TXV/որիվսի խցանում:
3. **Տաքացման շրջան** — heater core-ի մասամբ խցանում, coolant-ի հոսքի խնդիր, խառնելու դռնակի (blend) սխալ դիրք:
4. **Կառավարում/տվիչ** — դռնակների ակտուատորներ, գոլորշացուցիչի T տվիչ (icing protection), ճնշման տվիչ/սվիչեր:

Արագ ախտորոշում՝ «մանոմետրով մտածելու» արվեստ

Սովորաբար (R-134a) աշխատող համակարգում՝

- **Low side ~30–35 psi** (≈207–241 kPa) — ավելի ցածրը՝ քիչ լիցք, ավելի բարձրը՝ *low-side restriction* կամ կոնդենսացիայի վատացում:
- **High side ≲225–250 psi** (≈1.55–1.72 MPa) նորմալ բեռներով; <150 psi՝ քիչ լիցք/կոմպրեսոր, >300 psi՝ գերլիցք/բարձր-կողմնային խցանում/օդափոխման վատացում: Ցուցիչները միշտ գնահատիր ըստ շրջակա °C և կոնկրետ մեքենայի սերվիս քարտեզի:

AC չի սառեցնում → 5 **քայլով**.

1. Տես՝ **կաբինայի զտիչ** (օդը կա՞):

2. **Կոնդենսատոր**՝ արտաքին մաքրություն/օդափոխիչի աշխատանք:
3. **Ստատիկ ճնշումներ** (կլիման անջատած) ու **աշխատական ճնշումներ**՝ երկկողմանի մանոմետրով:
4. **Leak check**՝ UV դայ/էլեկտրոնային դետեկտոր (թաց կետեր՝ միացումներ, կոնդենսատոր, գոլորշացուցիչի դրենաժ):
5. Խտաշարժ թույլակետեր՝ **TXV/orifice**, **կոմպրեսորային կլաչ**, **ճնշման տվիչ/սվիչ**:

Թիպիկ պատճառ կոմպրեսորի վնասման՝ քսուկի կորուստ՝ արտահոսքից հետո. նախ հայտնաբերիր ու վերացրու արտահոսքը, նոր լիցքավորիր ճիշտ քանակով/յուղով:

Օդի բաշխում և «դռնակի» տրամաբանություն

Blend door-ը որոշում է՝ ինչ տոկոս օդ անցնի **heater core**-ով, ինչ տոկոս՝ **evaporator**-ով:

Recirc/Fresh դռնակով ընտրում ես ներսի կամ դրսի օդը (քաղաքում՝ recirc, ապակու **defog**-ում՝ fresh + A/C):

Mode/Defrost/Floor դռնակը բաշխում է վանդակաճաղերը՝ ապակի/դեմ/ոտքեր: (տես 3–4-րդ նկարների սխեմաները, որտեղ նշված են actuator-ների դիրքերը)

Մաս	Դերը	Ախտանիշ	Արագ ստուգում
Կոմպրեսոր	Սեղմում է սառագազը	Չե՛ն սառում վանդակաճաղերը, ճնշումները «խեղճ»	Կլաչի աշխատանք, high/low սյուների պատկեր
Կոնդենսատոր	Տեսք. ջերմություն դուրս	High-side բարձր → սառչում չկա	Արտաքին մաքրում, սառեցման օդափոխիչ
TXV/Orifice	Դրոսելում, չափաբաշխում	Սառեցում «ցատկերով»/կողմնային սառցակալում	Տեմպ. ընկնում/բարձրանում, high/low դինամիկա
Evaporator	Սառում/չորացնում	Կաթիլներ/հոտ, icing	Դրենաժ ջուրը, °C տվիչի ընթերցում
Heater core	Տաքացնում	«Միշտ տաքուկ» կամ «սառը»	Մուտք/ելք խողովակների °C տարբերություն
Blend actuator	Խառնուրդ	Ջերմաստիճանի «քմահաճ» փոփոխություն	Լսել տկտկոց, կալիբրում/դիտարկում սքաներով
Cabin filter	Օդի մաքրում/հոսք	Թույլ հոսք, աղտոտ հոտ	Ստուգել, փոխել ըստ կարգացուցակի.

Սպասարկում՝ ինչն է երկարացնում HVAC-ի կյանքը

- **Կաբինայի զտիչ**՝ փոխել՝ ըստ արտադրողի/միջավայրի (փոշոտ տեղերում՝ հաճախ) → կանխում է հոսքի անկումը և գոլորշացուցիչի «կեղտոտ շունչը»:
- **Կոնդենսատորի լվացում** (արտաքին) և դեբրիսի հեռացում:
- **A/C սերվիս**՝ միայն **վերականգնում–քաշավորում–լիցքավորում** սարքով (SAE J3030 համապատ.)՝ ճիշտ **քաշով** լիցքավորում:
- **Software/կալիբրացիա** — ժամանակակից կլիմատ-ECU-ներում blend/recirc դռնակների *relearn* մեխանիկայից հետո:

Ամփոփում

HVAC-ը **երեք շղթայի** համակարգ է՝ **սառեցում** (evaporator/սառագազ), **տաքացում** (heater core/հեղուկ) և **օդի խառնիչ–բաշխիչ** (դռնակներ/ակտուատորներ): Եթե **օդային հոսքն ազատ է** (զտիչ/կոնդենսատոր մաքուր), **սառագազն ու ճնշումները** նորմայում են, իսկ **դռնակներն** աշխատում են՝ ըստ հրամանի, սրահը ստանում է **ցածր °C + ցածր խոնավություն** ամռանը և **արագ defrost** ձմռանը՝ առանց ավելորդ բեռների ու անսպասելի անսարքությունների:

10.4 **Սառագազներ, յուղեր և ճնշումներ (*ուսումնական մոտարկմամբ*)**

Թեթև մեքենաների A/C-ում կիրառվում են **R-134a** (նախորդ սերունդ) և **R-1234yf** (նոր, *ցածր GWP≈4*). **Խառնել չի կարելի** ո՛չ սառագազները, ո՛չ էլ յուղերը, օրինակ՝ **PAG**-ի տարբեր մածուցիկություններն ու **POE/հատուկ էլեկտրական կոմպրեսորի յուղերը** անհամատեղելի են. խաչաձև աղտոտումը արագ բերում է կոմպրեսորի մաշման/խափանման: R-1234yf-ը *A2L կարգի՝ թույլ այրվող* է, ուստի աշխատում են միայն համապատասխան կցակապերով/սարքավորումով:

Ճնշումների տրամաբանություն. Կոմպրեսորից հետո **բարձր կողմը (H)** սեղմված գազն ուղարկում է կոնդենսատոր՝ այնտեղ սառչում/հեղուկանում է, **TXV/օրիֆիսում** ճնշումը կտրուկ ընկնում է, իսկ գոլորշացուցիչում **ցածր կողմը (L)** գոլորշացման հաշվին «քաշում» է ջերմությունը: Մանոմետրիկ հավաքածուով՝

- **H շատ բարձր, L նորմալ/մի քիչ բարձր** → կոնդենսատորի աղտոտում/օդափոխիչի խնդիր, արտաքին ջերմաբեռ, հնարավոր գերլիցքավորում,
- **H ցածր + L ցածր** → քիչ լիցք (արտահոսք), թույլ կոմպրեսոր,
- **H բարձր + L շատ ցածր** → ընդարձակողի (TXV/օրիֆիս) խցանում/սառցակալում,
- **H և L երկուսն էլ բարձր** → գերլիցքավորում կամ TXV «բաց» դիրք: Միշտ գնահատիր **միջավայրի °C-ի համատեքստում** և կոնկրետ մոդելի քարտեզով:

Սպասարկում և ստանդարտներ. Սառագազը **չեն բաց թողնում միջավայր**. օգտագործվում է **վերականգնում–վակուում–լիցքավորում** սարք, և լիցքավորումը կատարվում է **քաշով (գրամ)**, ոչ «զգացողությամբ»: Սարքավորումը պետք է համապատասխան լինի **երկու սառագազների** հետ աշխատելու պահանջներին (օր.՝ SAE J3030), իսկ **յուղի տեսակը/քանակը**՝ *խստորեն ըստ արտադրողի* (PAG-ի մածուցիկություն, POE/հատուկ յուղ էլեկտրական կոմպրեսորների համար): Լավ պրակտիկան է ստուգել նաև **subcool/superheat**-ը՝ ապահովելու համար, որ TXV-ն ստանա *մաքուր հեղուկ*, իսկ կոմպրեսորն—*թեթևակի գերտաքացված գազ*, ոչ երբեք հեղուկ:

10.5 HVAC տվիչ և կառավարում

Կառավարումը կարելի է ունենալ պարզ անալոգ «կլիմայի» և լիարժեք **Climate Control** տարբերակներով: Վերջինս օգտագործում է **սրահի ջերմաստիճանի տվիչ**, **արևային տվիչ**, **արտաքին օդի ջերմաստիճան**, **գոլորշացուցիչի ջերմաստիճանային տվիչ** և երբեմն **խոնավաչափ**: Արգելիկ բացման **կոմպրեսորի կալաչը** կամ **փուլային կառավարվող կոմպրեսորը** աշխատում են ըստ բեռի: Երբ գոլորշացուցիչը չափազանց սառչում է, կառավարման համակարգը կանխում է **սառցակալումը**, անջատելով կոմպրեսորը մինչև ցածր սահմանը: Դռնակների շարժիչների «կպչելը» կամ դիրքի տվիչների սխալը բերում է սխալ խառնման, «մեկ կողմից տաք–մյուս կողմից սառը» բողոքների:

10.6 **Հերմետիկության փորձարկում, լիցքավորում և հոտերի կանխում**

Սառագազի **կորուստը** հաճախ միկրոարտահոսք է՝ խողովակների O-ռինգերում, կոնդենսատորի թույլ հատվածներում կամ գոլորշացուցիչում: **UV ներկանյութը** և **էլեկտրոնային «քամիչը»** (sniffer) արդյունավետ են բաց տարածքներում, իսկ գոլորշացուցիչի համար օգտվում են **կոնդենսատ–խողովակի** մոտ ընթերցումից: Լիցքավորումը կատարվում է **քաշով**՝ ըստ արտադրողի. քանակական թեր/գերլիցքավորումը նույնքան վնասակար է, որքան արտահոսքը: Գոլորշացուցիչի վրա **բակտերիալ նստվածքները** առաջացնում են «թաց մետաղի/փչացած» հոտ. պարբերական **ֆոմային մաքրումը** և **սրահի զտիչի** կանոնավոր փոխարինումը նվազեցնում են խնդիրը: Կաթիլաջրերի դուրսբերման խողովակի խցանումը տալիս է **ջրի կուտակում** սրահում և ապակիների մշտական աղոտում:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս է **թափքի հակակոռոզիոն պաշտպանությունը** կապվում բախման ժամանակ անվտանգության «կառավարվող դեֆորմացիայի» հետ:
2. Նկարագրեք **HVAC սառեցման շղթան**՝ կոմպրեսորից մինչև գոլորշացուցիչ, և բացատրեք ճնշումների փոփոխության տրամաբանությունը:
3. Ինչո՞ւ չի կարելի խառնել **R1234yf/R134a** և տարբեր **PAG** յուղեր, նույնիսկ «քիչ» ծավալներով:
4. Ինչպե՞ս է «մի կողմը տաք, մյուսը՝ սառը» բողոքը կապված **դռնակների շարժիչների/դիրքի տվիչների** հետ:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Թափքի կոռոզիայի քարտեզագրում և տեղային վերականգնման պլան

Կատարեք մանրամասն դիտարկում՝ շեմեր, կամարակապեր, հատակ, ամրակետեր: Նշեք *քիմիական մաքրում → էպոքսիդ պրայմեր → հարթեցում → ներկ/լաք* փուլերը և հաշվարկեք նյութական կարիքները փոքր հատվածի համար:

Ա2. HVAC ճնշումների արագ ախտորոշում (մանոմետրիկ հավաքածու)

Արտաքին 25–35 °C միջակայքում ստուգեք H/L ճնշումները, դիտարկեք կոնդենսատորի օդափոխիչի աշխատանքը և կոնդենսատորի «ջերմաստիճանային սանդղակը» մուտքից ելք: Կարճ եզրակացությամբ տարբերակեք՝ «աղբ—կոնդենսատոր» vs «քանակական թեր լիցքավորում»:

Ա3. Սրահի հոտերի վերացում և ջրահեռացման վերականգնում

Սրահի զտիչի փոխարինում, գոլորշացուցիչի քիմիական մաքրում գոլորշով/ֆոմայով, կաթիլաջրի խողովակի բացում և հոսքի ստուգում: Արդյունքը գնահատեք ապակիների «աղոտման» դադարի և հոտի նվազման ըստ ուսումնական սանդղակի:

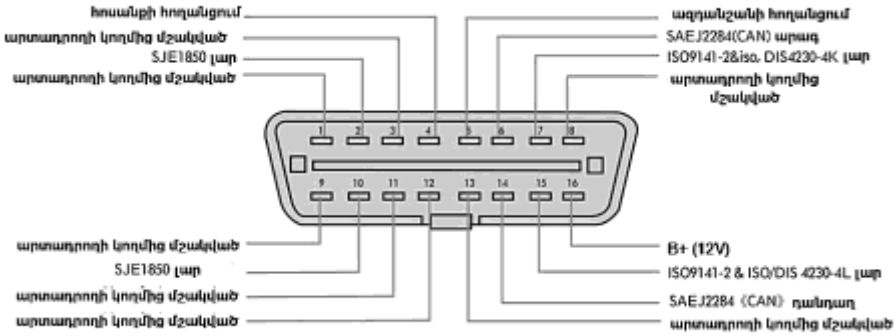
Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

1. **Կաթիլաջրի արտահոսք սրահում, մշտական «աղոտ» ապակիներ**. խցանված կոնդենսատի խողովակ: Մաքրում/փչում, ստուգում՝ ջրի ազատ հոսք տակով:
2. **HVAC չի սառում կամ սառում թույլ**. քիչ սառագազ (արտահոսք), խցանված կոնդենսատոր, կանգնած օդափոխիչ: Թեստ՝ H/L ճնշումներ + կոնդենսատորի ջերմաստիճանային դիֆերենցիալ, UV/սնիվեր արտահոսքի որոնում:
3. **Օդը գալիս է սխալ ջրով/ուղղությամբ**. խափանված **դռնակի շարժիչ** կամ դիրքի տվիչ: Սկաներով actuator test, մեխանիկական մատչելիության ստուգում:
4. **Կոմպրեսորի «ղռռոց»/կալաչի այրում**. յուղի/սառագազի սխալ քանակ կամ աղտոտվածություն: Լիցքավորում քաշով, չորանոցի փոխարինում, համակարգի լվացում:
5. **Թափքի տեղային ժանգի «վերադարձ» կարճ ժամում**. սխալ հիմքապատրում՝ պրայմեր առանց մետաղ մինչև, խոնավության փակ պահում: Վերանորոգում ըստ տեխնոլոգիայի՝ մակերեսի պատրաստման ամբողջական ցիկլով:
6. **Անվտանգության գոտու դանդաղ վերադարձ**. աղ/փոշու կուտակում կամ ressort-ի թուլացում: Մաքրում/թեթև քսում թույլատրելի տեղերում, անհրաժեշտության դեպքում՝ փոխարինում:

Գլուխ 11. OBD-II և ախտորոշման ալգորիթմ

Ժամանակակից թեթև մեքենաներում **OBD-II**-ն (On-Board Diagnostics) հանդիսանում է էլեկտրոնիկայի «համընդհանուր լեզուն». այն թույլ է տալիս առանց քանդման կարդալ պաշարված **սխալների կոդերը (DTC)**, դիտել **Live Data** հոսքը, հասկանալ, թե երբ և ինչ պայմաններում է առաջացել խնդիրը (**Freeze Frame**), և գնահատել ինքնահսկող **մոնիտորների** պատրաստակամությունը (**readiness**): Ախտորոշողների համար OBD-II-ն գործիք է, բայց ոչ վերջնական պատասխան. ճիշտ ինտերպրետացիայի համար այն պետք է համադրվի **վիզուալ զննմամբ, չափումներով** և **էլեկտրական սխեմաների** ուսումնասիրությամբ: Այս գլուխը կառուցում է ախտորոշման **ալգորիթմ՝** *ախտանիշ → փվյալներ → հիպոթեզ → փորձարկում → լուծում* տրամաբանությամբ:

11.1 OBD-II միակցիչ, արձանագրություններ և կապակցության հիմունքներ



OBD-II միակցիչը (диагностический разъём OBD-II, SAE J1962) 16 - փինանի ստանդարտ վարդակ է, որը սովորաբար գտնվում է **ղեկի տակ** կամ **վարորդի հատվածում**: Թեթև ավտոմեքենաների մեծ մասում կիրառվում է **Type A** (12 V) ձևաչափը: Վարդակի **հիմնարար փինները** պետք է ճանաչես հիշողությամբ՝ 4՝ շասսի «մինուս» *(Chassis Ground)*, 5՝ սիգնալային «մինուս» *(Signal Ground)*, 16՝ «պլյուս» սնուցում *(Battery +12 V, ապահովիչով)*, 6 և 14՝ **CAN High/Low** *(ISO 15765-4)*, 7՝ **K-Line** *(ISO 9141-2 / ISO 14230-4*

KWP2000), իսկ 15՝ **L-Line** (հին համակարգերում՝ օժանդակ): Այլ պինները կարող են լինել արտադրողակախ (օր. 2/10՝ **J1850** PWM/VPW հին ամերիկյան մոդելներում):

Արձանագրություններ. 2008-ից ի վեր ԱՄՆ-ում բոլոր նոր ավտոմեքենաները պարտադիր աշխատում են **CAN-OBD**-ով *(ISO 15765-4)*, մինչդեռ ավելի վաղ մոդելներում կարող էին լինել **ISO 9141**-2, **KWP2000 (ISO 14230**-4) կամ **SAE J1850 PWM/VPW**: CAN փոխադրիչ շերտում OBD տվյալների երկար հաղորդագրությունները տեղափոխվում են **ISO-TP** *(ISO 15765-2)*՝ սեգմենտացիա և հավաքում ապահովելով (օր. VIN-ի կամ DTC-ների կարդալու դեպքում):

Service Mode-երը (SAE J1979)՝ սքաների «ցանկի» տրամաբանությունը.

Mode (hex)	Ի՞նչ է անում
$01	**Live Data / PID-եր**՝ ընթացիկ տվիչային տվյալներ
$02	**Freeze Frame**՝ սխալի պահի «սկրինշոթ»
$03	**Պահված DTC-ներ** (սխալների կոդեր)
$04	**Սխալների ջնջում** և կապված հիշողություն
$05	**O_2 թեստերի արդյունքներ** (ոչ-CAN հին համակարգերում)
$06	**On-board tests**՝ մոնիտորների/թեստերի արդյունքներ
$07	**Pending DTC-ներ**՝ ընթացիկ ցիկլի «սպասման» կոդեր
$08	**Վահանակային հանգույցների կառավարում** (bidirectional control, սահմանափակ)
$09	**Տրանսպորտի տվյալներ**՝ VIN, calibration ID և այլն
$0A	**Permanent DTC-ներ**՝ «մշտական» կոդեր, մինչև մոնիտորի հաջող ավարտը չեն ջնջվում
Յուրաքանչյուր մեքենա կարող է չսատարել բոլոր Mode-երը՝ դա նորմալ է:	

Միացման հիմունքներ.

Սքաները (сканер) միացրու վարդակին, ակտիվացրու **IGN ON**, ընտրիր **OBD-II/EOBD** և թող սարքը ավտոմատ ընտրի արձանագրությունը կամ ձեռքով նշիր **CAN-ISO 15765**-4: Հիշիր, որ **«կապ կա»** նշանակում է միայն ֆիզիկական կապ—**ոչ պարտադիր «ճիշտ տվյալ»**. թույլ մարտկոցը կամ վատ «գրաունդը» կարող են տալ «սառած» PID-եր, կիսատ կապ կամ սխալ թարգմանված կոդեր: Եթե կապ չկա, ստուգիր՝ **Pin 16 = +12 V**, **Pins 4/5 = Ground**, իսկ CAN համակարգում **Pins 6/14**՝ ամբողջական շղթայով: Միշտ

աշխատիր ճիշտ ապահովիչով ու մի **կարճացրու պինները**՝ օղակով փորձարկումներ չանես:

Գործնական խորհուրդ. Սկանի արդյունքները միշտ համադրիր մեքենայի վարքով և live տվյալներով. **Mode $03/$07/$0A**-ի կոդերը քեզ ասում են «ինչն է բողոքում», **Mode $02**-ը ցույց է տալիս **երբ** է բողոքել, իսկ **Mode** $01/$06-ը՝ «ինչ վիճակում» է հիմա համակարգը. այս երեքը միասին տալիս են ճիշտ ախտորոշում, ոչ թե միայն կոդի բառարանային բացատրություն:

ՀԻՇԻՐ՝ **pin 4/5 Ground, pin 16 Battery+, pin 6/14 CAN, pin 7/15 K/L-Line** — մնացածը արտադրողակախ են: Սա բավարար է, որ արագ կողմնորոշվես և անվտանգ աշխատես OBD-II վարդակի հետ:

11.2 DTC կառուցվածք, Freeze Frame և «ճիշտ պահի» գաղափար

DTC-ը (*Diagnostic Trouble Code, диагностический код неисправности*) հնգանիշ նշում է, որտեղ առաջին տառը ցույց է տալիս համակարգը՝ **P** (*Powertrain – շարժիչ/Փոխանցումատուփ*), **B** (*Body – թափք/սրահ*), **C** (*Chassis – շասսի/արգելակ/կախոց*), **U** (*Network – ցանց/կոմունիկացիա*): **P0xxx** շարքի կոդերը ստանդարտ են (ISO/SAE), իսկ **P1xxx**-ը՝ արտադրողհատուկ: Սա սահմանված է **SAE J2012** ստանդարտով, որը միավորում և կանոնակարգում OBD-II կոդերի կառուցվածքը և խմբավորումը: Կոդը **ախտանիշ է, ոչ պատճառ**: Օրինակ, **P0171 – System Too Lean (Bank 1)** (*обеднённая смесь*) միայն ասում է, որ խառնուրդն աղքատ է, իսկ պատճառը կարող է լինել **վակուումային արտահոսք**, **ցածր վառելիքային ճնշում**, **կեղտոտ MAF**, կամ անգամ **արտածման արտահոսք** O_2 տվիչից առաջ: Նմանապես, **P0302 – Cylinder 2 Misfire** (*пропуски воспламенения в 2-м цилиндре*) կարող է գալ թերի կայծի/մոմի/կոճի խնդիրներից, թերի վառելիքի ներարկիչից կամ մեխանիկական պատճառներից (սեղմում, փական): Այստեղ է, որ «ճիշտ պահը» կարևոր է՝ **երբ և ինչ պայմաններում** հայտնվեց կոդը:

Freeze Frame (*стоп-кадр*) դա սխալի գրանցման **պահի «սկրինշոթն»** է: OBD-II-ում այն կարդացվում է **Mode $02**-ով և պարունակում է **պտույտ** (RPM), **բեռ** (Load), **ECT/IAT** (հովացման հեղուկի/մուտքային օդի ջերմաստիճան), **Fuel Trim-եր** (STFT/LTFT), **MAP/MAF**, **լարումներ/արագություն** և այլն: Սա թույլ է տալիս **վերարտադրել պայմանները** փորձարկման ընթացքում և ճիշտ սահմանափակել պատճառների շրջանակը: Շատ արտադրող-

ներ պարտադիր են դարձնում Freeze Frame-ի պահպանումը՝ որպես արտադումային ախտորոշման մաս (SAE J1979 / կարգավորումներ):

Ինչպես աշխատել «ստոպ-կադր» տրամաբանությամբ

Սկսիր ոչ թե կոդից, այլ **կոդ + Freeze Frame** զույգից: Եթե, օրինակ, **P0302** գրանցվել է **տաք շարժիչով, ցածր բեռով, կայուն արագությամբ**, դիտիր կայծ/մոմ/կոճ/ներտողների շղթան, իսկ եթե նույն **P0302**-ը եղել է **սառն գործարկումից անմիջապես հետո**, ներառիր վառոցքի advance-ը, վառելիքի հարստացման ուղին, կոմպրեսիան: **P0171**-ի դեպքում Freeze Frame-ի **Fuel Trim-երը** և **MAF/MAP**-ը կհուշեն՝ օդակը օդի՞, թե՞ վառելիքի կողմում է, օրինակ, բարձր **STFT/LTFT** + անփոփոխ **MAF** հաճախ տանում են դեպի **վակուումային արտահոսք**, իսկ **ցածր Rail ճնշումը**՝ դեպի պոմպ/զտիչ:

Փոքր աղյուսակ — «ինչ կարդալ Freeze Frame-ից»

Պարամետր	Ինչ է հուշում
RPM / Բեռ	Խափանման ռեժիմը՝ դատարկքայլ, արագացում, լիցքաթափում
ECT / IAT	Սառն թե տաք ռեժիմ էր՝ շփոթ չանել սառը obogashenie-ի հետ
STFT/LTFT	Խառնուրդի ուղղումներ՝ աղքատ/հարուստ ուղղվածություն
MAP/MAF	Օդի հոսքի տրամաբանություն՝ արտահոսք vs չափիչ
O_2 sensor / Fuel Sys Status	Կլոզդ-լուպ՞, թե ճփեն-լուպ՝ ազդում է մեկնաբանության վրա

Գործնական խորհուրդներ

- Կոդերը վերցրու **Mode $03/$07/$0A**-ով (պահված/սպասվող/մշտական), իսկ Freeze Frame-ը՝ **Mode $02**-ով, հետո համադրիր **Live Data (Mode $01)**-ի հետ:
- Մի շփոթիր **«կապ կա»** լինելը «ճիշտ տվյալ կա»-ի հետ. թույլ մարտկոցը կամ վատ «հողը» հեշտ աղավաղում են ընթերցումները:
- Եթե հնարավոր է, **վերարտադրիր Freeze Frame-ի պայմանները** ճանապարհային թեստով կամ ստենդում—այդպես ավելի արագ «բացվում» է արմատական պատճառը:

Կարճ եզրակացություն. Ճիշտ կարդացած **DTC + Freeze Frame** = ոչ թե «կոդի բառարան», այլ **պայմանների քարտեզ**: Քո նպատակը սառը տվյալներից հասնել **ճիշտ պահին ճիշտ չափման**՝ և միայն հետո որոշել՝ դա

օդի՞, վառելիքի՞, կայծի՞, թե՞ մեխանիկական օղակի խնդիր է: Սա է արագ ու վստահ ախտորոշման կարճ ճանապարհը:

11.3 **Live Data և Fuel Trim-եր. «ինչ է հիմա տեղի ունենում»**

Live Data-ն սքանների «բաց պատուհանն» է դեպի **Է-ԿՄ/ECU**-ի աշխատանքը. այստեղ տեսնում ենք **MAF/MAP** (օդի հոսք/ճնշում), **O_2 տվիչների** ազդանշանները, **STFT/LTFT՝** *կարճաժամկետ/երկարաժամկետ շտկումներ* (краткосрочная/долгосрочная коррекция топлива), **ECT/IAT** (հովացման հեղուկ տվիչ / մուտքային օդի ջերմաստիճան), **λ** (լամբդայի հաշվարկ), **վառոցքի առաջանցման անկյուն** (угол опережения зажигания), **EVAP purge duty** (**EVAP-ի փչամաքրման ռեժիմ**), երբեմն նաև **վառելիքի ճնշում՝** եթե կա տվիչ:

Fuel Trim-ի տրամաբանությունը. **STFT**-ը արագ «քաշում» է խառնուրդը պահելով λ≈1, իսկ **LTFT**-ը դանդաղ «սովորում» է ընդհանուր շեղումը ու դառնում է հիմք: Գործնականում նորմալ է, երբ ընդհանուր շտկումները մոտակայքում են **±10%**-ի, և գնահատելիս հաճախ օգտակար է նայել **STFT+LTFT** «ընդհանուր շտկումը», ոչ թե մեկ թվի «սքրինշոթը» միայն: Տարբեր բեռներում Fuel Trim-երի ձևը նույնպես հուշում է պատճառը. օրինակ՝ իսկական **վակուումային արտահոսքը** սովորաբար **օրինակելի բարձր** է դատարկքայլում ու «մաքրվում» է բեռի տակ, մինչդեռ **վառելիքի մատակա-**

րարման» խնդիրները (ցածր ճնշում/թուլացած պոմպ, սխալ MAF) հաճախ երևում են **բոլոր ռեժիմներում**:

O_2 «զույգի» շարժապատկերը. Առաջին տվիչը՝ **Sensor 1 (նախակատալիտիկ)**, պետք է **արագ սղոցաձև** տատանվի հարուստ↔աղքատ, իսկ **Sensor 2 (հետկատալիտիկ)**՝ լինի **համեմատաբար հարթ**. այս «դուետը» նշանակում է, որ կատալիզատորը աշխատում է: Հակառակ պատկերը (հետկատալիտիկը նույնպես սղոցաձև) սովորաբար մատնում է արդյունավետության կորուստ կամ վերազգայուն տվյալներ արտահոսքից:

Ինչպես «կարդալ» Live Data-ն. Տեստը արա **տաք, փակ-ցիկլ** ռեժիմում և **քիչ PID** ցուցադրիր, որ թարմացումն արագ լինի (ավելի սուր «կենսագրիք» ես ստանում): Նախ արձանագրիր **դատարկքայլ**, հետո՝ **թեթև**, **միջին** ու **ծանր** բեռներ. Fuel Trim-երի «քարտեզը» բերում է ճիշտ ուղղությամբ՝ առանց կույր մասեր փոխելու:

Արագ «քարտեզ» — ախտանիշ → որտեղ փնտրել

Ինչ ես տեսնում Live Data-ում	Ի՞նչ է առավել հավանական
STFT/LTFT երկուսն էլ + (**բոլոր բեռներում**)	Թույլ վառելիք. ցածր ճնշում/պոմպ/զտիչ, սխալ MAF (օդը «քիչ է չափվում»):
Մեծ + **միայն դատարկքայլում, բեռի տակ «մաքրվում»**	Վակուումային արտահոսք (կոլեկտոր, գուլպաներ, PCV, EVAP purge «բաց»):
Մեծ – (հարուստ) + O_2՝ հաճախ բարձր լարում	Կաթկթող ներարկիչ, գերաճ ճնշում, EVAP purge «կպած»:
MAF՝ քիչ հոսք, MAP՝ բարձր ճնշում դատարկքայլում, Trim-երը «թռչկոտում»	Մեխանիկա / ԳԲՄ-ի դիրք, ցածր կոմպրեսիա, կաբինետային արտահոսք:
O_2 Sensor 2 «սղոցում» ինչպես Sensor 1	Կատալիզատորի արդյունավետության անկում կամ արտահոսք նախքան njega:

Կարճ եզրակացություն. **Live Data = «այժմյան իրականություն»**. նայիր **STFT/LTFT**-ի տվյալներին տարբեր բեռներում, համադրիր **O_2** տվիչների զույգի վարքագիրը և **MAF/MAP**-ը, ու կապիր դա քո փորձարկման ռեժիմների հետ: Այդպես արագ հասկանում ես՝ խնդիրն օդի՞, վառելիքի՞, կայծի՞, թե՞ մեխանիկական օղակում է, և առանց ավելորդ քանդման ճիշտ կողմն ես շարժվում:

11.4 **Readiness monitors և Drive Cycle. ինչպես ավարտել ինքնաստուգումները**

Readiness monitor-ները (рус.: *готовность мониторов*) ցույց են տալիս՝ որ արտածումային ինքնաստուգումները **ավարտված են** (*Complete*), իսկ որոնք՝ դեռ **չեն անցել** (*Not ready*): Կոդերի ջնջումից կամ մարտկոցի անջատումից հետո այս վիճակները «զրոյացվում» են, ու մեքենան հաճախ չի ընդունվում տեխնզննում, մինչև **Drive Cycle**-ը (рус.: *цикл поездки*) չկատարվի ճիշտ ձևով: Ընդհանուր կանոնը՝ **շարժիչը սառը գործարկում**, կարճ **դատարկ քայլ**, **կայուն քշում մայրուղում**, կանոնավոր **դանդաղ արգելակումներ** և կրկնվող հանգրվաններ՝ ըստ մոդելի պահանջների. սա «գործարկում է» համապատասխան մոնիտորները (կատալիզատոր, O_2 տվիչներ, EVAP, EGR, Secondary Air և այլն):

Որոնք են «մշտապես վազող» և «Drive Cycle»-ով ավարտվող մոնիտորները.

- **Շարունակական (continuous)**՝ *Misfire* (пропуски), *Fuel System* (топливная система), *Comprehensive Component* (общий монитор): Դրանք աշխատում են գրեթե միշտ:
- **Ոչ շարունակական (non-continuous)**՝ *Catalyst* (каталитический нейтрализатор), *Heated O_2/O_2 Sensor* (лямбда-зонд/нагрев), *EVAP* (улавливание паров топлива), *EGR* (рециркуляция ОГ), *Secondary Air* և այլն: Սրանց համար պետք են կոնկրետ պայմաններ («ճանապարհային սցենարներ»), ուստի ավարտվում են միայն հաջող **Drive Cycle**-ից հետո:

Ընդհանուր «Generic» Drive Cycle-ի սցենար (լինի մոդելից անկախ, ուսումնական մոտարկմամբ).

Սկսիր **սառը գործարկում**ից (ECU-ն պետք է «հավատա», որ շարժիչը սառը է), 1–3 ր. **դատարկքայլ** (լավ է՝ A/C միացած, հետո անջատել), այնուհետև **կայուն արագացում** մինչև ~55 mph (≈90 km/h) և **կայուն շարժ** 3–5 ր., հետո **գազը բաց թողնել** ու անել մեկ–երկու **դանդաղ դեզելերացիա** առանց արգելակման, ապա նորից **կայուն քշում**, և վերջում՝ **դատարկքայլ**: Սա «արթնացնում» է *Heated O_2/O_2*, *Catalyst* և այլ մոնիտորներ: Սցենարի մանր տարբերակները կախված են արտադրողից (Toyota/Ford/BMW և այլն):

EVAP-ը հաճախ «վերջինն է» ավարտվում. այն զգայուն է նախապայմանների հանդեպ՝ վառելիքի մակարդակը սովորաբար պետք է լինի **միջին շրջանում** (շատ արտադրողներ՝ ~**30**–85%), արտաքին ջերմաստիճանը՝ «սպասվող» միջակայքում, իսկ երթևեկությունը՝ առանց կտրուկ շրջադարձների/բարձր բեռնման. հակառակ դեպքում մոնիտորը չի «վազի»:

Ինչու է readiness-ը երբեմն չի ավարտվում.

- **Սխալ նախապայմաններ**՝ *ECT/IAT* անհամապատասխանություն (рус.: *датчики температуры ОЖ/впуска*), ECU-ն «չի ճանաչում» սառը գործարկումը, վառելիքի մակարդակը դուրս է միջակայքից, կամ EVAP գծում կա **արտահոսք**:
- **Անկայուն դատարկքայլ/կոդեր**՝ «pending» DTC-ները կարող են արգելել որոշ մոնիտորներ:
- **Մեկնաբանության սխալներ**՝ «մղոններով» քշելը չի փոխարինում ճիշտ **Drive Cycle** սցենարին (կարևոր է **ինչպես** ես քշում, ոչ թե որքան):

11.5 Հոսքագծեր (flowchart) ըստ ախտանիշի. ալգորիթմի սիրտը

Ախտորոշումը հաղթում է, երբ ունեք թղթի վրա գծված պարզ **հոսքագիծ**. **Սկիզբ** → ախտանիշ (օր. *«դատարկքայլով ան կայուն»*) → **OBD-II սկան** (DTC + Freeze Frame + Live Data) → **Արագ բացառումներ** (*հող/սնուցում, վակուումային արտահոսք smoke-ով, ճնշում*) → **Գլխավոր հիպոթեզ** (վակուում / վառելիք / կայծ / մեխանիկա) → **Թեստ** (մետրիկ, ոչ ենթադրություն) → **Արդյունք** → **Լուծում/վերահաստատում**:

Սխեմայում նշեք «այո/ոչ» ճյուղերը, որպեսզի հետադարձ ճանապարհ չի լինի. օրինակ՝ *P0171* դեպքում առաջին ճյուղը՝ «LTFT>+10%? այո» → smoke test; «ոչ» → վառելիքի ճնշում; «OK» → MAF թեստ; «ոչ» → արտածման արտահոսք O_2 առաջ:

11.6 **Էլեկտրական սխեմաներ, Mode $**06

Սկսիր **էլեկտրական սխեմայից** (электрическая схема)՝ հասկանալու, թե տվիչը կամ ակտուատորը որ **ապահովիչից/ռելեից** (предохранитель/реле) է սնուցվում և որտեղ է նրա **հողը** (масса): Սխալը հաճախ բացահայտվում է **լարային անկման չափմամբ** (падение напряжения)՝ *բեռնված* շղթայում, ոչ թե «զրոյական դիմադրությամբ» անջատված վիճակում. թվաչափը միացրու տվյալ հատվածի վրայով և աշխատացրու մանրաթելն/լամպը/շարժիչը՝ տեսնելու իրական կորուստը: **Գրաունդի ճյուղում** լարումը պետք է մոտ լինի 0–0.1 Վ, իսկ լարային անկում ստուգելիս աշխատիր հենց գործող շղթայի վրա. սա ավելի արագ և ճշգրիտ է, քան «դիմադրություն» չափելը անջատված վիճակում:

Mode $06-ը (режим $06) **OBD-II** ընդհանուր սերվիսի «խորը» էջն է, որտեղ տեսնում ես **ոչ շարունակական մոնիտորների** թեստերի թվերը՝ *թեստի արժեք, սահմանային շեմ(եր)* և *անցել/չի անցել*: Տվյալները հաճախ ցուցադրվում են **TID/CID/MID** (Test/Component/Monitor ID) ինդեքսներով և 16-**ական (hex)** ձևաչափով. սկսները սովորաբար դրանք մարդուն հասկանալի լեզվով: Կարևորը՝ այստեղ կարելի է տեսնել **շեղումներ, որոնք դեռ DTC չեն դարձել**, բայց մոտենում են շեմին (օր.՝ O_2 տվիչի դանդաղ արձագանք, **EGR** հոսքի «թույլ» գնահատում, **misfire**-ի հաշվիչներ՝ ըստ պտույտների): Նկատի ունեցիր՝ **Mode $06-ը արժեք ունի, եթե տվյալ մոնիտորը ավարտված է** (*Complete*), հակառակ դեպքում թվերը կարող են լինել անիմաստ կամ «անավարտ»:

Misfire/«պրոմախ»-ների վաղ հայտնաբերում. Շատ մոդելներում Mode $06-ը պահում է **գլանների ըստ հաշվիչներ** (счётчики пропусков): Քանի դեռ հաշվիչը չի անցել շեմը, **DTC չի գրանցվի**, բայց դու արդեն տեսնում ես ռիսկը և կարող ես ուղղել պատճառը մինչև MIL-ը վառվելը:

Ինչպես աշխատել՝ «սխեմա → լարային անկում → Mode $06» արագ ուղի.

1. **Սխեմայով** գտիր սնուցման ու հողի ճանապարհը,
2. **Լարային անկումով** (Voltage Drop Test) գտիր կորուստը՝ բեռնված վիճակում,
3. **Mode $06-ում** բացիր համապատասխան մոնիտորը (օր. *Exhaust Gas Sensor Monitor, Catalyst Monitor, EGR/EVAP Monitor, Misfire Data*) և նայիր՝ **թեստի արժեքը** որքան մոտ է **Min/Max շեմերին**: Եթե մոտ է

«վրեն նստելուն», դա արդեն **կանխարգելիչ ազդակ է**—even եթե կոդ դեռ չկա:

Փոքր օրինակներ՝ ինչն ինչ է հուշում Mode $06-ում.

- **O_2 Sensor Response/Heater Test** (лямбда-зонд/нагрев)՝ մեծ ժամանակ/դանդաղ արձագանք → զգայունություն է կորցնում, կատալիզատորի մոնիտորը կարող է չավարտվել:
- **EGR Flow Test** (тест EGR потока)՝ «Near Fail» կամ «մոտ շեմին» → կեղտոտ ուղիներ/փական, սխալ հրաման–արձագանք:
- **Misfire Counters per RPM Band** (счётчики пропусков по зонам оборотов)՝ մեկ կամ երկու գլան «սահմանին» → կոճ/մոմ/ներդրիչ/քոմպրեսիա ըստ բեռի:

Ուշադրություն. «Կապի առկայությունը» չի նշանակում «ճիշտ տվյալ». թույլ մարտկոցը/վատ հողը կարող է աղավաղել կապը և կուրացնել թեստերը: Եթե մի քանի մոնիտոր **Incomplete** է, **Mode $06**-ի տվյալներին մի հավատա մինչև **Drive Cycle**-ով դրանք չավարտվեն:

Կարճ եզրակացություն. **Էլեկտրական սխեման + բեռնված լարային անկում + Mode $06** = *վաղ ախտորոշում առանց ավելորդ քանդման*: Սխեման քեզ ցույց է տալիս **ու՞ր չափել**, Voltage Drop-ը՝ **ո՞րտեղ է կորուստը**, իսկ Mode $06-ը՝ **որ թեստն է սահմանին**՝ որպեսզի մինչև DTC-ը ծնվելը կարողանաս ուղղել խնդիրը և ավարտել readiness-ը ժամանակին:

11.7 Տվյալների գրանցում, փաստաթղթավորում և որակի վերահաստատում

Ախտորոշումը ավարտված չէ մինչև **վերահաստատող փորձարկում** չի կատարվել. նույն պայմաններում, որոնք երևում էին Freeze Frame-ում, կրկնեք երթը, դիտեք Live Data-ն և համոզվեք, որ Fuel Trim-երը վերադարձել են նորմայի, misfire counters-ը զրոյանում են, readiness-ը ավարտվում է: Մշտապես պահեք **աշխատանքային քարտ**՝ «փաստարկ → թեստ → արդյունք → որոշում» կառուցվածքով. սա պաշտպանում է և՛ ուսանողին, և՛ վարպետին սխալ եզրակացություններից ու կրկնակի աշխատանքից:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս եք օգտագործում **Freeze Frame**-ը՝ տարբերակելու նույն DTC-ի տարբեր պատճառները տարբեր շահագործման պայմաններում:

2. Ինչպե՞ս է **STFT/LTFT** զույգը օգնում հասկանալ «օդի ավելցուկ» ընդդեմ «վառելիքի պակաս» սցենարների տարբերությունը:
3. Ինչո՞ւ readiness-ը չի ավարտվում երբեմն նույնիսկ առանց DTC-ների, և որո՞նք են առավել հաճախ հանդիպող խոչընդոտները:
4. Ի՞նչ առավելություն է տալիս **Mode $06**-ը «դեռ չսատկած», բայց շեմին մոտեցող հանգույցների բացահայտման հարցում:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. DTC + Freeze Frame «դեբրիֆինգ»

Սքաներով կարդացեք պահված DTC-ները և Freeze Frame-ը: Գրավոր ամփոփեք պայմանները (rpm, բեռ, ECT/IAT, trims, MAP/MAF), ձևակերպեք 2–3 հավանական պատճառ և նշեք հերթական թեստերը յուրաքանչյուրի համար:

Ա2. Live Data fuel-trim վերլուծություն և smoke-թեստ

Տաք շարժիչով դիտեք STFT/LTFT դատարկքայլում և 2500 պ/ր-ում: Եթե շեղումն >±10%, կատարեք **smoke test** ներածող կոլեկտորի վրա և գրանցեք արտահոսքի կետերը: Համադրեք արդյունքը trims-ի փոփոխության հետ:

Ա3. Readiness ավարտի Drive Cycle

DTC-ները ջնջելուց հետո կազմեք «Drive Cycle» երթ՝ սառը գործարկում → կայուն դատարկ քայլ → քաղաքային մեղմ արագացումներ/արգելակումներ → մայրուղային կայուն ընթացք: Վերջում ստուգեք readiness-ը և նշեք՝ որոնք ավարտվեցին, որոնք՝ ոչ, և ինչ տվիչային/ղեկավարման պայմաններ կարող էին խանգարել:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

P0171 (System Too Lean). Live Data-ում STFT/LTFT բարձր դրական՝ հատկապես դատարկքայլում: Առաջնային թեստ՝ **ծխի ներարկում**, ապա վառելիքի ճնշում: Հաճախ՝ ճաքած գուլպաներ, կեղտոտ MAF, թույլ պոմպ/զտիչ:

P0420 (Catalyst Efficiency Below Threshold). նախակատալիտիկ O_2 «արագ», հետկատալիտիկը «գծային» չի՝ ալիքավորում է: Ստուգեք արտածման **արտահոսքը** կատալիզատորից առաջ, O_2 wiring-ը, ապա գնահատեք կատալիզատորը:

P030X (Misfire Cylinder X). փոխանակեք **այրման մոմ/կոճ** գլանների միջև՝ «տեղաշարժման» թեստ, լսեք վառելիք ու չափեք կոմպրեսիա/Leak-down, եթե չի տեղափոխվում:

EVAP small/large leak. readiness չի ավարտվում, trims տատանվում են purge duty-ի հետ: Քննական թեստ՝ EVAP smoke՝ փականից դեպի խցիկ, կափարիչի հերմետիկություն:

O_2 slow response կամ «շտկումների սահմանային թեստերի» Mode $06 շեղում**. տվիչի ծերացում կամ wiring-ի կորուստ: Համեմատեք Bank1 Sensor1 ալիքաձևը հարստացման/աղքատացման արհեստական թեստերում:

Readiness չի ավարտվում առանց DTC. սխալ **ECT/IAT** հարաբերակցություն (ECU-ն «չի տեսնում» սառը մեկնարկ), անկայուն դատարկքայլ, թույլ արագաչափի տվիչ/ABS տվյալներ՝ ESP ինտեգրած մոդելներում:

Գլուխ 12. Սպասարկում և տարածված վերանորոգումներ

Սպասարկումն ավտոմեքենայի հուսալիության «ապահովագրությունն» է. ճիշտ ընտրված միջակայքներով և կարգով արված աշխատանքները կանխում են թանկ վերանորոգումները, նվազեցնում ծախսը և պահպանում անվտանգության մակարդակը: Այս գլխում ներկայացվում է, թե ինչպես կազմել **սպասարկման պլան**, կատարել ամենատարածված գործերը՝ **շարժիչի յուղ/զտիչ**, **օդային/սրահային/վառելիքի զտիչեր**, **վառոցքի մոմեր/կոճներ**, **արգելակային կոճղակներ/սկավառակներ և հեղուկ**, ինչպես նաև **սալնիկ–խցան–գուլպաների** արտահոսքերի վերացում: Ամեն ընթացակարգ ավարտվում է որակի վերահսկմամբ ու փաստաթղթավորմամբ:

12.1 Սպասարկման պլանի կառուցում և ստուգաթերթ

Սկսեք արտադրողի «Maintenance schedule»-ից, բայց հարմարեցրեք այն շահագործման իրական պայմաններին. կարճ երթևեկություն, փոշոտություն, սառը կլիմա, քարշակմամբ շարժում՝ բոլորը պահանջում են **հաճախացված միջակայքներ**: Ստուգաթերթում մեկ էջում ամրագրեք. *հեղուկների մակարդակ/վիճակ, անվադողերի ճնշում/մաշում, արգելակային հանգույցների փեսություն, կախոցի/ղեկավարման խաղ, լուսավորություն/սիգնալներ, մարտկոց/լիցքավորում, սխալների ընթերցում (DTC), թափքի/գուլպաների արտահոսք, ժամանակավոր աղմուկներ*: Այդ քարտը դառնում է աշխատանքի «քարտեզը» և ապացույցը կատարվածի:

12.2 Շարժիչի յուղի և յուղային զտիչի փոխարինում

Աշխատանքը սկսեք **ջերմ շարժիչով**, բայց ոչ եռման՝ յուղը դանդաղ հոսի: Անվտանգացրեք մեքենան հենարաններով, հանեք պաշտպանությունը, տեղադրեք հավաքող տարա: Բացելով **քարքերի խցանը (пробка, *Plug*)**՝ փոխարինեք դրա խցուկը, քանի որ հին խցուկը հաճախ է պատճառ դառնում «յուղի» արտահոսքի: **Զտիչի** փոխարինման ժամանակ յուղազերծեք նստարանը, նորի օղակը թեթև քսեք, **ձեռքով նստեցրեք** և դրա վրա միայն փոքր հավելյալ «կտրուկ» ձգում կատարեք. գերձգած զտիչն ու խցանը հետագայում բերում են թելիկների վնասի: Լցրեք ճիշտ *մածուցիկության* և API/ACEA դասի յուղ (ըստ արտադրողի), գործարկեք շարժիչը, սպասեք յու-

ղային լամպի հանգչելուն և ստուգեք արտահոսքները: Վերջում հավասարեցրեք մակարդակը, **վերասահմանեք սպասարկման ցուցիչը**, գրանցեք քանակն ու տեսակը աշխատանքային քարտում:

12.3 Օդային/սրահային և վառելիքի զտիչներ

Օդի զտիչ—փոշոտ գոտիներում նվազեցնում եք միջակայքը. խցանված լցոնիչը բարձրացնում է հոսքի դիմադրությունը և խաթարում **MAF/MAP** հաշվարկը: **Սրահային զտիչ**—HVAC-ի արդյունավետության և ապակիների «աղոտման» կանխարգելման կարևոր տարր է. տեղադրեք սլաքը ճիշտ ուղղությամբ (օդի հոսք):

Վառելիքի զտիչ—բենզինում սովորաբար գծային կամ բաքի մոդուլի մաս է, դիզելում՝ առանձին տարրա ջրազտիչ: Դիզելային համակարգում (Common Rail) փոխելիս **ապա–փռայմինգը** պարտադիր է՝ ձեռքով փչակով կամ պոմպի կարճ գործարկումներով՝ օդը դուրս բերելու համար, հակառակ դեպքում **գործարկման երկարացում** և պոմպի չոր պտույտներ կստանաք:

12.4 Վառոցքի մոմեր և կոճներ

Աշխատեք սառը շարժիչով, **մաքուր միջավայրում**. նախ փչեք փոշին հորի շուրջը, որ մասնիկները չընկնեն գլան: Հանելով **կոճը**՝ ստուգեք կաուչուկե «բութը» ճաքերի համար, անհրաժեշտության դեպքում կիրառողաքնոն *dielectric grease*՝ բեկման վոլտաժը կայունացնելու համար: **Մոմի միջանցքը (gap)** թողեք՝ ըստ արտադրողի, առաջացրեք **ձգում մոմենտաչափով**՝ գլանագլխի թելերը չվնասելու համար: Շատ արտադրողներ մոմի թելով **քսուկ չեն առաջարկում** (չսայթաքի և չաղվաղվի ձգման մոմենտը). հետևեք կոնկրետ հրահանգին: Վերջում բաց թողեք սքաներով «misfire counters»-ը և կատարեք փորձարկում:

12.5 Արգելակային կոճղակներ/սկավառակներ և հեղուկ

Սկսեք չափումներից. **սկավառակի հաստությունը** համեմատեք նվազագույն թույլատրելի արժեքի հետ (նշված է եզրին), **գետնային ընթացքը** գնահատեք ինդիկատորով: Լողացող կոճղակում անպայման մաքրեք և քսեք **սահքուղիները**, փոխեք հակաձայնային թիթեղիկները: Կոճղակները

տեղադրեք՝ ըստ ուղղության նշանի (եթե կա)։ **EPB**-ով մեքենաներում եղեք «Service mode»-ում՝ սքաներով բացելով/պահելով կոճղակը, հակառակ դեպքում կվնասեք մեխանիզմը։ **Արգելակային հեղուկը** փոխարինեք ամբողջ ծավալով՝ հաջորդականությամբ և, եթե կա, **ABS bleed** ռեժիմով։ Վերջում արեք **bed-in**՝ մի քանի թեթև արգելակում 60→10 կմ/ժ՝ շփման մակերեսները «նվազեցնելու» համար։

12.6 **Սալնիկներ, խցաններ, գուլպաներ. արտահոսքերի վերացում**

Տարածված կետերը՝ **քլապանային կափարիչի գաֆկետ**, **կրանկի ճակատ/հետև սալնիկ (сальник, *oil seal*)**, **շարժիչի յուղարանցքների խցաններ**, **ռադիատորի/հովացման գուլպաներ**։ Նախ մաքրեք մակերեսը, ապա դիտարկեք թարմանումը՝ ճշգրիտ որոշելու աղբյուրը. յուղը հաճախ «գալարվում» է և «կեղտոտում» վայրը, որը իրականում հերմետիկ չէ։ Սալնիկ փոխելիս վերահսկեք լիսեռի **շարժական վերքը** (պահանջվում է կամ repair sleeve)։ Գուլպաները փոխարինելիս ընտրեք **ջերմակայուն և ճնշակայուն** տեսակներ, սեղմափականները՝ ճիշտ տրամագծով և **բռնակված, ոչ «մեխանիկ»**։

12.7 **Անիվներ և կախոց. պտուտակների ձգում, ռոտացիա, հավասարակշռում**

Նպատակն է՝ անիվների (Колесо) անվտանգ ամրացում, հավասար մաշում և վիբրացիայի բացակայություն։ Ստորև՝ հակիրճ, բայց ամբողջական ուղեցույց՝ ըստ գործարանական պրակտիկայի։

Ռոտացիա (ռոտացիա шин) — երբ և ինչպես

Ռոտացիան հավասարեցնում է **անվադողերի** (Шина) մաշումը և երկարացնում կյանքը։ Ընդհանուր սկզբունքները՝

- **Չուղղորդված (non-directional) նույն չափի անվադողեր**. Օգտագործվում են forward-cross, rearward-cross կամ X սխեմաները (FWD/RWD/AWD—կախված մեքենայից)։ Սրանք փոխարինում են տեղերը խաչաձև՝ շփման բեռները հավասարակշռելու համար։
- **Ուղղորդված (directional) կամ «staggered» տեղադրում**. Սովորաբար **առջև↔հետև՝ նույն կողմով** (front-to-rear), իսկ տարբեր չափե-

րով առանցքներին՝ հաճախ **side-to-side** նույն առանցքում: Ճիշտ սխեման ընտրիր ըստ արտադրողի/անվադողի նշումների:

Խորհուրդ. Ռոտացիան համատեղիր **կայմի ճնշման** ստուգման և **տեսողական զննման** հետ (կտրատումներ, «փուչիկ», անհամաչափ մաշում):

Հավասարակշռում (балансировка) — երբ «գոռում» է 80–120 **կմ/ժ արագություններում**

Ստատիկ (статическая) հավասարակշռումը ուղղում է ուղղահայաց «ծանր կետը», իսկ **դինամիկ** (динамическая)—երկու հարթությունում ուղղում է նաև կողմնային «շեղքը». ավտոմեքենայի անիվների համար կիրառվում է հենց դինամիկ հավասարակշռում՝ կպչով/զսպանակային քաշերով: Վիբրացիան, «թեթև ղեկը» կամ նստատեղի թրթռումը միջին արագություններում հուշում են հավասարակշռման կարիք, իսկ **մեծ «ռանաութը»** (կլորության շեղում) արդեն պահանջում է նաև անվադողի/սկավառակի ստուգում:

Պտուտակների ձգում (момент затяжки) — անվտանգ ամրացում

Անիվի **պտուտակները/գայլիկաները** (болты/гайки колеса) **միշտ** ձգիր **մոմենտաչափով** (моментный ключ) և **աստղային հաջորդականությամբ** (звездой)՝ սկավառակի (Диск) նստեցումը չծռելու համար: Տրամաբանությունը՝

1. Մաքրիր սկավառակի ու հանգույցի հպման մակերեսները:
2. Կտրուկ ուժ չտաս՝ նախ «կիսա-մոմենտ», ապա **վերջնական մոմենտը՝** ըստ մեքենայի ձեռնարկի:
3. Ձգիր **աստղային** (4/5/6/8 отверстий—կարմիր «աստղ»), որ լարվածությունը հավասար բաշխվի:

Խիստ կարևոր. Սպասարկումից (անիվների հանում/արգելակ) հետո **վերաստուգիր մոմենտը 50–**100 **կմ անց**—շարժման ընթացքում նստեցման/ջերմային ցիկլերից կարող են միկրոշարժումներ լինել: Սա ընդունված անվտանգության կանոն է ինչպես արտադրողների, այնպես էլ անվադողային ծառայությունների մոտ:

Արագ «քարտեզ»՝ ախտանիշ → գործողություն

- **Արագության միջին դիապազոնում թրթռում (պողպատի «գոռոց»).** Սկզբում **հավասարակշռում**, հետո՝ **ռանաութի** և սկավառակի վիրավորումների ստուգում:

- **Ցածր արագություններում «տրաք-տրաք».** Չհավասար մաշում՝ պետք է ռոտացիա/ճնշումների հավասարում, հնարավոր է՝ **կախոցի ականոց/առանցքակալ**:
- **Անիվը «կպչում» տեղին հետո արձակվում**. Մոմենտը սխալ է կամ նստեցման մակերեսները կեղտոտ են՝ մաքրում + ճիշտ ձգում «աստղային»:

Փոքր աղյուսակ — ռոտացիայի ընտրություն (ուսումնական մոտարկմամբ)

Կոնֆիգուրացիա	Սխեմա
Սովորական՝ նույն չափ, չուղղորդված	**X / Forward-cross / Rearward-cross** (ըստ քարշակման)
Ուղղորդված նախշ	**Առջև↔հետև նույն կողմով**
Տարբեր չափ առջև/հետև (staggered)	**Side-to-side նույն առանցքում**
Լրիվ պահեստային (full-size spare)	5-անիվ ռոտացիայի հատուկ քարտ՝ ձեռնարկով

Որակի վերահսկում, փորձարկում և փաստաթղթավորում

Յուրաքանչյուր աշխատանքի վերջում պարտադիր է **արտահոսքերի վերահսկում**, **լարերի/կապակցիչների** կրկնաստուգում, **լրացվող մակարդակների հավասարեցում** և **ճանապարհային փորձարկում**: Փաստաթղթում գրանցեք՝ օգտագործված նյութերի տեսակ/քանակ, մոմենտների նորմերի հղումներ, DTC-ների նախքան/հետո պատկերը, և նշեք հաջորդ սպասարկման ամսաթիվ/քմ: Այս կարգապահությունը ուսանողին սովորեցնում է «պահպանվող» աշխատանք:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս է շահագործման «դաժան» ռեժիմը փոխում ստանդարտ սպասարկման պլանը, և որո՞նք են հաճախացման առաջնային կետերը:
2. Բացատրեք **յուրօրինակ ռիսկերը** գերծգած յուղային զտիչի և **վերաօգտագործված շափարի/օղակի** դեպքում:
3. Ի՞նչ հատուկ քայլ է պահանջվում **դիզելային վառելիքի զտիչի** փոխարինումից հետո, և ինչու:

4. Ինչպե՞ս եք տարբերում արգելակային **վիբրացիան «վարփից»** և **քաշքշուկը սահքուղու կպչումից** գործնականում:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. «Սպասարկում A» ամբողջական կատարում

Կատարեք յուղ/զտիչ, օդային և սրահային զտիչների փոխարինում, անիվների ճնշումների հավասարեցում, բազմակետ տեսչություն (արտահոսք/լարեր/լույսեր): Լրացրեք քարտը, reset արեք սպասարկման ցուցիչը, գրանցեք յուղի տեսակը և քանակը:

Ա2. Արգելակային հանգույցի սերվիս EPB-ով մեքենայում

Սքաներով մտեք «Service mode», փոխարինեք կոճղակները, մաքրեք/քսեք սահքուղիները, ստուգեք սկավառակի հաստությունը, կատարեք bleed ըստ հերթականության և դուրս եկեք Service mode-ից: Կատարեք bed-in և գրանցեք արդյունքը:

Ա3. Արտահոսքի աղբյուրի լոկալացում և վերացում

Մաքրումից հետո օգտագործեք ներկանյութ/UV լամպ կամ տալկ՝ հայտնաբերելու իրական աղբյուրը (քլապանային կափարիչի գաֆկետ vs կրանկի սալնիկ): Կազմեք մանր վերանորոգման պլան՝ մասերի/քսուքի/մոմենտների ցուցակով:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

- **Յուղի լամպ «թրթռաց» յուղի փոխումից հետո**. զտիչի նախա–լեցում չի արվել կամ զտիչն անորակ է/սառը քսուքը խցանել է շրջանցումը: Լուծում՝ կանգնեցնել, ստուգել արտահոսքը, նախալցնել/փոխարինել զտիչ, վերահսկել ճնշումը:
- **Արտահոսք խցանից**՝ շափարի չփոխված օղակ կամ գերծգումից վնասված թել: Լուծում՝ նոր օղակ, եթե պետք է՝ **repair insert** (helicoil) և ճիշտ մոմենտ:
- **Misfire մոմերի փոխումից հետո**. կոճի կոնեկտորը լիովին չի նստել կամ մոմի միջանցքը սխալ է: Լուծում՝ ռեինսպեկցիա, dwell/այրում դիտարկում, սխալը ջնջել փորձարկումից հետո:
- **ABS/EPB սխալներ արգելակային աշխատանքի հաջորդ օրը**. EPB service mode չի կիրառվել կամ շարունակել է tight դիրքում: Լուծում՝ սքաներով calibration/reset, մեխանիզմի ստուգում:

- **Թույլ սառեցում HVAC սրահային զտիչի փոխումից հետո**. զտիչի ուղղությունը սխալ է, առաջացրել է հոսքի մեծ դիմադրություն: Լուծում՝ տեղադրել ըստ սլաքի, ստուգել գոլորշացուցիչի մաքրությունը:
- **Վիբրացիա 90–**110 **կմ/ժ սպասարկումից հետո**. անիվները դուրս են եկել հավասարակշռությունից կամ պտուտակների մոմենտը անհավասար է: Լուծում՝ հավասարակշռում, «աստղային» հաջորդականությամբ մոմենտային ձգում, վերահսկում 50–100 կմ անց:

Գլուխ 13. Աշխատանքային անվտանգություն և արհեստանոց

Ավտոսպասարկման արհեստանոցում անվտանգությունը **տեխնոլոգիայի բաղկացուցիչն** է, ոչ թե հավելում: Ճիշտ կազմակերպված միջավայրը, **ՀԱՊՄ**-ի (հատուկ անհատական պաշտպանիչ միջոցներ) պարտադիր օգտագործումը, էներգիայի **անվտանգ անջատման** (Lockout/Tagout) կարգը, վերելակների և ճնշումային սարքերի կանոնավոր փորձարկումները կանխում են վնասվածքները և նյութական կորուստները: Այս գլուխը ներկայացնում է արհեստանոցի կառուցվածքային կազմակերպումը, հրդեհային և էլեկտրական անվտանգությունը, բարձրացնող և ճնշումային սարքերի շահագործման կանոնները, թափոնների էկոլոգիական կառավարումը և որակի ներքին վերահսկումը՝ ուսումնական արհեստանոցների պայմաններին հարմարեցված տրամաբանությամբ:

13.1 Աշխատավայրի կազմակերպում, նշագրումներ և անցելիքներ

Աշխատատեղի **կազմաձևումը** որոշում է անվտանգության մակարդակը. յուրաքանչյուր աշխատատեղ պետք է ունենա սահմանված «մաքուր գոտի», գործիքների **ստանդարտ տեղաբանություն**, ինչպես նաև գծանշված **անցելիքներ** և **վթարային ելքեր**: Քիմիական նյութերը պահվում են օդափոխվող պահարանում՝ **պիտակներով** (անվանում, վտանգի դաս, ամսաթիվ) և **Անվտանգության տվյալաթերթերով (SDS)**: Սպառվող հեղուկների տարաները միշտ **կապոցված** են իրենց անվանման հետ (քշել «անանուն» շշերով արգելվում է): Աշխատանքային քարտերը և **սպասարկման ստուգաթերթերը** պահվում են նույն տեղում՝ մատչելի տեսքապանակով, իսկ գործիքները վերադարձվում են «գործիք–ստենդ»՝ ստվերային նշագծով (ինչը չկա՝ անմիջապես երևում է):

13.2 ՀԱՊՄ, հիգիենա և հրդեհային անվտանգություն

Աշխատելիս **ստանդարտ ՀԱՊՄ** *աչքապահպան ակնոց, նշված կատեգորիայի ձեռնոց, փակ կոշիկ/քիթ–պաշտպան, սաղավարտ կամ գլխարկ շարժական բեռների մոտ:* Սայրային/կտրող գործիքների, մամլիչների, ծծմիչների հետ՝ **դիմակ/շնչապաշտպանիչ**, իսկ ներկ–լվացման աշխատանքներում՝ **օրգանական զտիչով** պաշտպանիչ: Հրդեհային ռիսկերը

նվազեցվում են նյութերի ճիշտ պահեստավորմամբ և **մարիչների** ընտրությամբ՝ *A (մեծամասամբ փայտ/թուղթ), B (հեղուկներ), C (էլեկտրական/գազ)*. արհեստանոցում առավել կիրառական են **փոշային** և **CO_2** մարիչները: Մարիչների մատչելիությունը, **վերալիցքավորման ժամկետը** և կիրառման հակիրճ հրահանգը պետք է հստակ նշված լինեն: Ծակել–թելքել–սղոցելիս հեռացրեք **այրվող հեղուկների** բաց տարաները, օգտագործեք բռնկման դիմացկուն ժապավեններ/ծածկոցներ՝ կայծերի տարածումը կանխելու համար:

13.3 **Վերելակներ, հենարաններ և ճնշումային սարքեր**

Երկայուն կամ չորսայուն **վերելակը** շահագործեք ըստ **բեռնատարողության պիտակի**՝ հավասար բաշխված կետերով: Միշտ օգտագործեք **կողպման փականները/աստիճանները**, չբարձրացնեք մեքենա՝ կաբինայում մարդ կամ չամրացված բեռ լինելու դեպքում: Հիդրավլիկ ջեքը *մի՛ երբեք* չփոխարինեք հենարանին. բարձրացումից հետո մեքենան **հենարանների** վրա է հանգրվանում, իսկ ջեքը՝ ազատվում: Քարթերների տակ աշխատելիս կիրառեք **ճնշումային կայուն բլոկներ**: Սեղմված **օդի համակարգը** (կոմպրեսոր/ռեզերվուար) ենթարկեք պարբերական ջրազատման և **ճնշումաչափի** վերահսկման. գործիքին միացված ճնշումը սահմանեք ըստ արտադրողի, խուսափեք «մերկ» օդով մետաղական մասնիկներ/փոշի փչելուց դեպի դեմք/մարդ:

13.4 **Էլեկտրական անվտանգություն, էներգիայի անվտանգ անջատում (LOTO) և կտրման գործիքներ**

Էլեկտրական աշխատանքից առաջ կիրառեք **LOTO**՝ մարտկոցի «մինուսը» անջատված, անհրաժեշտության դեպքում՝ հիբրիդ/էլեկտրական մեքենաներում *բարձր լարման* կոնտակտների **ապահով մեկուսացում**: Մի աշխատեք **խոնավ հատակի** վրա բաց կոնտակտներով, օգտագործեք **RCD/GFCI** պաշտպանություն ունեցող վարդակներ: Արտադրական **երկարալար էլեկտրամատակարարում** (extension) պտտեք ճշգրիտ՝ փաթաթումից չհալվի, կապերը պահեք ձգումից ազատ կախով: Կտրող/հղկող սարքերը գործարկեք **պաշտպանիչ կափարիչով**, աշխատանքից հետո՝ սառչելու ժամանակ թողեք անվտանգ գոտում: Մուլտիմետրով/ոսցիլոգրաֆով չափե-

լիս խուսափեք «մագիստրալից դեպի ECU» կարճ միացումից՝ նախ տեղորոշելով հող/սնուցում, ապա՝ տվիչի գիծը:

13.5 Թափոնների կառավարում և էկոլոգիական պատասխանատվություն

Յուղերը, **արգելակային հեղուկը**, **հովացման հեղուկը**, **զտիչները**, **ալյուր–վառելիք–լաք ներկերը** հավաքվում են տարատեսակ փակ տարաներում՝ **լեյբլով**: Մեծաքանակ յուղային թափոնների համար կիրառողաքնոն **հավաքման կայան**՝ թղթաբանությամբ՝ հանձնման պահին: **Ակումուլյատորները** վերադարձվում են վերամշակման՝ պահպանելով թթվի արտահոսքից պաշտպանություն: **Սառագազի** հետ աշխատանքը կատարվում է **վերականգնման կայանով** (recov/recycle), օդ է բաց թողնելն արգելվում է: Հատակների **քամիչները** պետք է ունենան նստվածքակալ/այլոցիչներ՝ փոշու և յուղի տարրերը կեղտաջրից զատելու համար:

13.6 Աշխատանքների արձանագրում և որակի վերահսկում

Յուրաքանչյուր աշխատանքի համար լրացրեք **աշխատանքային քարտ**՝ «խնդիր → ախտորոշում → կատարած աշխատանք → օգտագործված նյութեր → վերահաստատում» կառուցվածքով: Վերանորոգումից հետո կատարեք **վերահաստատող փորձարկում** նույն պայմաններով, որոնցում բողոքը դրսևորվում էր: Մոմենտաչափով ձգված բոլոր միացումների համար գրանցեք **Nm + անկյուն** ռեժիմը:

Վերջում իրականացրեք **peer-check**՝ մեկ այլ ուսանող/վարպետի արագ տեսչությամբ. սա նվազեցնում է «մոռացված պտուտակ/խցան/կապակցիչ» ռիսկը և ձևավորում է թիմային կարգապահություն:

Ստուգողական հարցեր

1. Ինչպե՞ս է **LOTO**-ն կիրառվում սովորական բենզինային մեքենայում և ինչ լրացուցիչ քայլ է պարտադիր հիբրիդ/էլեկտրականներում:
2. Ո՞րն է տարբերությունը մեքենան **ջեքով պահելու** և **հենարանով ապահովելու** միջև, և ինչ ռիսկեր է նվազեցնում երկրորդը:
3. Ինչպե՞ս է դասակարգվում հրդեհը (A/B/C), և որ **մարիչն** է նպատակահարմար ամեն դաշտում արհեստանոցում:

4. Ինչո՞ւ է **SDS**-ը պարտադիր պահեստավորված յուրաքանչյուր քիմիական նյութի համար և ինչպես է այն օգտագործվում դեպքի արձագանքման ժամանակ:

Գործնական առաջադրանքներ

Ա1. Վերելակի անվտանգ կարգավորում և բեռնաբաշխում

Ընտրեք տարբեր թափքով երկու մեքենա, տեղադրեք վերելակի բազուկները ըստ արտադրողի **բեռնման կետերի**, ակտիվացրեք կողպման աստիճանը, կատարեք «սկրու–թեստ»՝ փոքր դեզամբալանսով ստուգելով կայունությունը, գրանցեք դիտարկումները:

Ա2. Էներգիայի անվտանգ անջատում (LOTO) սցենար

Կազմեք քայլ առ քայլ քարտ՝ մարտկոցի անջատում, բարձր լարման հիբրիդ կապարի բացակայում/մեկուսացում, «Չմիացնել» ցուցանակի տեղադրում, վոլտ–զրոյացման հաստատում (եթե կիրառելի) և հակադարձ կարգը աշխատանքի ավարտին:

Ա3. Թափոնների սորտավորում և ուղարկում

Արհեստանոցում առկա թափոնները (յուղ, զտիչ, արգելակային հեղուկ, սառագազի տարրալիցք, մարտկոց) դասակարգեք հավաքման տարաներով, լրացրեք **հանձնում–ընդունման** նմուշային ձևը և նշեք մանր լցաքների (spill) տեղային չեզոքացման ընթացակարգը:

Տիպիկ անսարքություններ և դրանց ախտորոշման մեթոդներ

- **Վերելակի կողպման չաշխատող մեխանիզմ** → *Ախտանիշ՝* վերելակը «իջնում» է բեռի տակ, լսվում է անկանոն «կտկտոց»: *Սկզբում՝* կռունկ–կողպման ատամների մաշում, հիդրավլիկի ճնշումաչափ, յուղի մակարդակ/աղտոտում: *Լուծում՝* կողպման հանգույցի վերանորոգում/կարգավորում, հիդրավլիկ հեղուկի փոխարինում և արտահոսքերի վերացում:
- **Կոմպրեսորի հաճախակի ավտոդադար (overload)** → *Ախտանիշ՝* գործիքները կորցնում են ուժը, կոմպրեսորը հաճախ միանում/անջատվում է: *Սկզբում՝* ճնշումաչափերի կալիբր, կոնդենսատի չդատարկված ռեզերվուար, կարգավորիչ փականի խափանում: *Լուծում՝* ռեզերվուարի ջրազատում, կարգավորիչի/տվիչի փոխարինում, զտիչ–չորանոցի սպասարկում:
- **Էլեկտրական վարդակի «տաքացում»** → *Ախտանիշ՝* հալած պլաստիկ, ինտերմիտենտ սնուցում ծանր բեռի տակ: *Սկզբում՝* լարային

անկում բեռնվածությամբ, կոնտակտների օքսիդացում, RCD-ի թեստ: *Լուծում՝* վարդակի/կոնտակտների փոխարինում, RCD-ի տեղադրում, բեռների ճիշտ բաշխում:

- **հակահրդեհային մարիչ «չի աշխատում»** → *Ախտանիշ՝* ցածր ճնշում, սեղմակի կպչում: *Պատճառ՝* մանոմետրի ցուցում, վերջին վերալիցքավորման ամսաթիվ, պլոմբայի վիճակ: *Լուծում՝* փոխարինում/վերալիցքավորում, ամսաթվային պիտակների թարմացում, աշխատակազմի կրկնավարժում:
- **Յուղային թափոնների արտահոսք պահեստարանում** → *Ախտանիշ՝* հատակին լաքաներ, հոտ, սայթաքում: *Պատճառ՝* տարայի կափարիչ/կցակների հերմետիկություն, թաղանթի/կաթիլազերծերի առկայություն: *Լուծում՝* տարայի փոխարինում/կափարիչի վերականգնում, կլանիչ գորգերի տեղադրում, spill–kit կիրառմամբ տեղային չեզոքացում և փաստաթղթավորում:
- **ՀԱՊՄ-ի ոչ կիրառման «մարդկային սխալ»** → *Ախտանիշ՝* աչքային գրգռվածություն, փոքր կտրած վերքեր, լսողական բողոքներ: *Պատճառ՝* տեղում ՀԱՊՄ-ի առկայություն, հասանելիության ցածր մակարդակ, ժամկետանց/անհարմար ՀԱՊՄ: *Լուծում՝* ՀԱՊՄ-ի «մոտ–տեղում» դնել, չափերի անհատականացում, կարճ բրիֆինգ–վարժանք սեմեստրալ հիմքով:

Հավելված — Տվյալների աղյուսակներ

⚠ Ուսումնական արժեքներն ու մոմենտները տրված են **միջին/տիպային միջակայքներով**: Յուրաքանչյուր մեքենայի մոդելի վրա միշտ համեմատեք արտադրողի պաշտոնական տվյալների հետ:

Հավելված Ա
Տեխնիկական բառարան (Հայ–Рус–Eng)

Հայերեն	Русский	English
Շարժիչ	Двигатель	Engine
Ամրաշրջանակ	Шасси	Chassis
Թափք	Кузов	Body
Շարժիչի բլոկ	Блок цилиндров	Cylinder block
Գլան	Цилиндр	Cylinder
Մխոց	Поршень	Piston
Մխոցաձողի մատ	Поршневой палец	Piston pin
Շարժաձող	Шатун	Connecting rod
Ծնկաձև լիսեռ	Коленчатый вал	Crankshaft
Գլանի գլխիկ	Головка блока цилиндров	Cylinder head
Փական	Клапан	Valve
Բաշխիչ լիսեռ	Распредвал	Camshaft
Լծանակ	Коромысло	Rocker arm
Հրիչ (մեխ/հիդրո)	Толкатель (мех/гидро)	Lifter (mech/hydraulic)
Գազաբաշխման մեխանիզմ	Газораспределительный механизм	Valve timing mechanism
ԳԲՄ-ի փոկ	Ремень ГРМ	Timing belt
ԳԲՄ-ի շղթա	Цепь ГРМ	Timing chain
Ձգիչ	Натяжитель	Tensioner
Ծայրակալ/ուղղորդիչ	Башмак/направляющая	Guide/slide
Տակնոց/միասնական հիմք	поддон коленвала	Bedplate
Պարկուճ (չոր/թաց)	Гильза (сухая/мокрая)	Liner (dry/wet)

Հոնինգում «հղկում»	Хонингование	Honing
Բացակ	Зазор	Clearance
Առացքային խաղացք	Осевой люфт	Endplay
Դրոսելային հանգուցամաս	Дроссельный узел	Throttle body
Ներածման կոլեկտոր	Впускной коллектор	Intake manifold
Արտածման կոլեկտոր	Выпускной коллектор	Exhaust manifold
Քարթեր / հենատուփ	Картер	Oil pan/crankcase
Յուղանցք	Масляные каналы	Oil galleries
Առանցքակալ (գլխ./-շարժ.)	Подшипник (коренной/шатунный)	Bearing (main/rod)
Հենակային առանցքակալ	Упорный подшипник	Thrust bearing
Ուժաչափական բանալի	Динамометрический ключ	Torque wrench
Երկարաձիկ պտուտակ	Растяжной болт (TTY)	Torque-to-Yield bolt
Ներսաչափ	Индикатор нутромер	Bore gauge
Բաք	Бак	Tank
Ներմղման պոմպ (ցածր)	Подкачивающий насос	Lift/low-pressure pump
Բարձր ճնշման պոմպ	ТНВД (высокого давления)	High-pressure pump
Վառելիքի զտիչ/զտիչ	Топливный фильтр	Fuel filter
Ճնշման կարգավորիչ	Регулятор давления	Pressure regulator
Մագիստրալ	Топливная рампа (рейка)	Common rail
Ներարկիչ (EFI/GDI)	Форсунка	Injector
Վերադարձային հոսք	Обратный слив (Leak-back)	Return/Leak-back
Նախատաքացման մոմեր	Свечи накаливания	Glow plugs
Տվիչ	Датчик	Sensor
Կատալիտիկ չեզոկացուցիչ	Каталитический нейтрализатор	Catalytic converter

O_2 տվիչ (լամբդա)	Лямбда-зонд	O_2 sensor (lambda)
Աղքատ/հարուստ խառնուրդ	Бедная/богатая смесь	Lean/Rich mixture
Վառոցքի կոճ	Катушка зажигания	Ignition coil
Այրման մոմ	Свеча зажигания	Spark plug
Բացք (մոմի)	Зазор свечи	Spark plug gap
Մոմի շիկացման թիվ	Калильное число свечи	Spark plug heat range
Վառոցքի առաջանց-ման անկյուն	Угол опережения зажигания	Ignition advance
Կուտակման ժամա-նակ	Время накопления	Dwell time
Թերայրում	Пропуск воспламенения	Misfire
Սառեցման համա-կարգ	Система охлаждения	Cooling system
Ջրի պոմպ	Водяной насос	Water pump
Ռադիատոր	Радиатор	Radiator
Թերմոստատ	Термостат	Thermostat
Հովաց. հեղուկ (ան-տիֆրիզ)	Охлаждающая жидкость	Coolant
Յուղման համակարգ	Система смазки	Lubrication system
Յուղի պոմպ	Масляный насос	Oil pump
Յուղի զտիչ	Масляный фильтр	Oil filter
Յուղի ճնշում	Давление масла	Oil pressure
Գոլորշացուցիչ	Испаритель	Evaporator
Կախոց	Подвеска	Suspension
Ականոց	Втулка	Bushing
Կցորդիչ	Сцепление	Clutch
Քարշակ	Привод	Driving
Թափանիվ	Маховик	Flywheel
Դարձաբռունցք	Поворотный кулак	Steering knuckle
Ձողաքանոն -ատամ-նանիվ	Рейка-шестерня	Rack-and-pinion
Գործարկիչ	Стартер	Starter
Մարտկոց	Аккумулятор	Battery

Հավելված Բ
Հիմնական չափումներ և չափանիշներ (ուսումնական միջակայքներ)

Ցուցիչ	Բազմություն	Սովորական միջակայք / նորմ
Շարժիչի կոմպրեսիա (բենզին)	bar	10–14 bar, գլանների տարբերությունը ≤10%
Շարժիչի կոմպրեսիա (դիզել)	bar	24–32 bar, տարբերությունը ≤10%
Յուղի ճնշում՝ դատարկքայլ (տաք)	bar	0.8–1.5 bar
Յուղի ճնշում՝ 3000 պ/ր	bar	3.0–5.0 bar
Վառելիքի ճնշում EFI (բազմակետ)	bar	3.0–4.0 bar
Վառելիքի ճնշում GDI	bar	50–200 bar (ըստ ռեժիմի)
Դիզել Common Rail ճնշում	bar	250–1600+ bar (մոդելից կախված)
Սառեցման կափարիչի ճնշում	bar	1.0–1.4 bar
Թերմոստատի բացման ջերմաստիճան	°C	85–95 °C
Արգելակային հեղուկ DOT 4՝ չոր եռման կետ	°C	≥230 °C
Արգելակային հեղուկ DOT 4՝ խոնավ եռման կետ	°C	≥155 °C
Սկավառակի գետնային ընթացք (runout)	mm	≤0.07 mm (առջև), ≤0.10 mm (ընդհ.)
Արգելակային կոճղակի նվազագույն հաստություն	mm	≥2.0–3.0 mm (տիպից կախված)
Անիվների ճնշում (թեթև Pkw)	bar	2.2–2.6 bar (սեզոն/բեռից կախված)
Մարտկոցի լարում՝ հանգիստ	V	≈12.6 V (լիցքը ~100%), ≈12.2 V (~50%)
Լիցքավորման լարում (տաք)	V	13.8–14.6 V
Parasitic draw	mA	20–50 mA «քնած» ռեժիմում

Անիվների գեոմետրիա՝ toe առջև	mm	−0.5…+0.5 mm (յուր. կոնստր.)
Camber (առջև)	°	−0.3…−1.2°
Caster (առջև)	°	+2…+6°

Հավելված Գ
Հեղուկներ և մոտարկված ծավալներ (սովորական Pkw)

Համակարգ / հեղուկ	Տեսակ / ստանդարտ	Մոտ ծավալ*
Շարժիչի յուղ	SAE 0W-20 / 5W-30 (ըստ արտադրողի), API/ACEA ըստ պահանջի	3.5–5.0 L
Հովացման հեղուկ	OAT/HOAT ըստ ՄՄ, քս. 50/50	5–9 L
Մեխանիկական Փոխանցման յուղ	GL-4 կամ ըստ ՄՄ	1.7–2.5 L
AT—Automatic Transmission Fluid	ATF ըստ մոդելի (Dexron/Mercon ևն)	6–9 L (լրիվ), 3–5 L (մասն.)
CVT հեղուկ	CVT-Specific (OEM)	5–8 L
DCT հեղուկ	DCT-Specific (wet/dry)	1.7–7 L (կառուց.)
Դիֆերենցիալ	Gear oil GL-5/LS-additive ըստ մոդելի	1.0–1.6 L
Արգելակային հեղուկ	DOT 4 (կամ ըստ ՄՄ)	0.3–0.6 L
Ղեկավարում (հիդր.)	ATF/CHF ըստ ՄՄ	0.8–1.2 L
Արգելիչի լվացք (washer)	—	3–5 L

* Ցույց են տրված ուսումնական միջակայքներ՝ մոդելից կախված է: Միշտ ստուգեք **ՄՄ** (**արտադրողի ձեռնարկը**):

Հավելված Դ
Պտուտակների/միացումների ձգման մոմենտներ

⚠ **Ստուգել կոնկրետ մոդելի արժեքները**. Ստորև՝ ուսումնական մեթոդներ.

#	Միացում	Մոմենտ / մեթոդ
1	Անիվի պտուտակ (M12×1.5)	**100–120 Nm**
2	Անիվի պտուտակ (M14×1.5)	**130–150 Nm**
3	Այրման մոմ (M12 թել)	**18–25 Nm**
4	Քարքերի խցան (Յուղ)	**25–35 Nm** (նոր օղակ)
5	Արգելակային կոճղակի սլայդեր	**25–35 Nm**
6	Կոճղակի բրա (carrier)	**90–130 Nm**
7	Առջևի կիսառանցք—քարթերի քաշ (axle nut)	**180–280 Nm** (սպլայնից կախված)
8	Սսուք/ռեզոնատորի օքսիգեն տվիչ	**35**–45 **Nm**
9	Թռոթլի տուն	**8–10 Nm** խաչաձև
	Մարտկոցի տերմինալ քկրիչ	**5–7 Nm**
11	Շոկի վերևի հենակ	**40–60 Nm**
12	Կախոցի գնդաձև հոդի նոթ	**45–70 Nm**
13	Դիֆերենցիալի քաշի խցան	**35–50 Nm**
14	Մեխանիկական ՓՏ յուղալց/քաշ խցան	**25–40 Nm**
15	Գլանագլխի պտուտակ	**քայլային՝** 25–30 Nm + **90° + 90°** (օրինակային մեթոդ)

Հավելված Ե
Հաճախ օգտագործվող հապավումների ցանկ

OBD-II — On-Board Diagnostics II. Տարածված դիագնոստիկ համակարգ՝ միակցիչով/մոդերով, սքաներով ընթերցվող տվյալներով:
ECU — Electronic Control Unit. Շարժիչի/համակարգերի էլեկտրոնային կառավարման մոդուլ:
ABS — Anti-lock Braking System. Կանխում է անիվների արգելափակումը արգելակման ժամանակ:
ESP/ESC — Electronic Stability Program/Control. Սայթաքման դեմ կայունացման համակարգ:
FWD / RWD / AWD (4×4) — Առջևաքարշ / հետևաքարշ / ամբողջաքարշ քարշակման սխեմաներ:
AT — Automatic Transmission. Ավտոմատ փոխանցման տուփ:
CVT — Continuously Variable Transmission. Անհատիկ փոխհարաբերությամբ ավտոմատ:
DCT — Dual-Clutch Transmission. Կրկնակի կցորդիչով ավտոմատ:
ATF — Automatic Transmission Fluid. Ավտոմատ տուփի աշխատանքային հեղուկ:
DTC — Diagnostic Trouble Code. Սխալի կոդեր:
PID — Parameter ID. Live Data-ի հաշվիչ/տվիչային ցուցանիշների նույնականացուցիչ:
Mode $06 — On-board tests. Մոնիտորների թեստերի թվային արդյունքներ:
CAN (CAN-OBD) — Controller Area Network. OBD հաղորդակցման հիմնական շերտ:
ISO-TP — ISO 15765-2 Transport Protocol. Երկար OBD հաղորդագրությունների սեգմենտացիա/քնքշեցում:
KWP2000 — ISO 14230-4 Keyword Protocol 2000. Հին/արտադրողական OBD պրոտոկոլ:
ECU — Electronic Control Unit. Շարժիչի/համակարգերի էլեկտրոնային կառավարման միավոր:
CKP — Crankshaft Position Sensor. Ծնկաձև լիսեռի դիրքի/արագության տվիչ:
CMP — Camshaft Position Sensor. Գազաբաշխման լիսեռի դիրքի տվիչ (փուլի համաժամեցում):

MAF — Mass Air Flow (Sensor). Ներածվող օդի զանգվածային հոսքի տվիչ:
MAP — Manifold Absolute Pressure (Sensor). Մանիֆոլդի բացարձակ ճնշման տվիչ:
TPS — Throttle Position Sensor. Դրոսելի (քաշակալի) դիրքի տվիչ:
ETC — Electronic Throttle Control. Էլեկտրոնային դրոսելի կառավարում:
ECT — Engine Coolant Temperature (Sensor). Շարժիչի հովացման հեղուկի ջերմաստիճանի տվիչ:
IAT — Intake Air Temperature (Sensor). Ներածվող օդի ջերմաստիճանի տվիչ:
O_2 — Oxygen Sensor (Lambda Sensor). Արտածման կոլեկտորի մեջ թթվածնի տվիչ՝ խառնուրդի վերահսկման համար:
VVT — Variable Valve Timing. Փականի ԳԲՄ փոփոխական համակարգ:
VANOS — Variable Camshaft Timing (BMW). BMW-ի փոփոխական բաշխիչ լիսեռի կառավարում:
VTEC — Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (Honda). Honda-ի փոփոխական փականի առաջանցման անկյունը և դիրքափոխում:
SOHC — Single Overhead Camshaft. Վերին գլխիկում մեկ բաշխիչ լիսեռով կառուցվածք:
DOHC — Dual Overhead Camshaft. Վերին գլխիկում երկու բաշխիչ լիսեռով կառուցվածք:
OHV — Overhead Valve. Ստորին լիսեռ, վերին փականներ (pushrod):
PCV — Positive Crankcase Ventilation. Քարթերի դրական օդափոխության համակարգ (blow-by գազերի կառավարում):
EGR — Exhaust Gas Recirculation. Արտածվող գազերի վերահասցեավորում՝ NOx-ի նվազեցման համար:
EFI — Electronic Fuel Injection. Էլեկտրոնային վառելիքի ներարկում:
MPI — Multi-Point Injection. Բազմակետ վառելիքի ներարկում (յուրաքանչյուր գլանի մոտ):
GDI — Gasoline Direct Injection. Բենզինի անմիջական ներարկում գլանի մեջ:
FRP — Fuel Rail Pressure (Sensor). Վառելիքի ռեյլի ճնշման տվիչ/պարամետր:
SCV — Suction Control Valve. ԲՃ պոմպի ներծծման կառավարման փական:
IMV — Inlet Metering Valve. Մուտքային դոզավորման փական ԲՃ պոմպում:

STFT — Short-Term Fuel Trim. Կարճաժամկետ վառելիքի շտկում (փակ շղթայի հարմարեցում):
LTFT — Long-Term Fuel Trim. Երկարաժամկետ վառելիքի շտկում:
EVAP — Evaporative Emission Control System. Վառելիքի գոլորշիների վերահսկման համակարգ:
RPM — Revolutions Per Minute. Պտույտներ րոպեում (շարժիչի արագության միավոր):
PID — Parameter ID (OBD-II). Live Data ցուցանիշների նույնականացուցիչ OBD-II-ում:
DPF — Diesel Particulate Filter. Դիզելային մասնիկային զտիչ (հետվերամշակում):
VIN — Vehicle Identification Number. Տրանսպորտի նույնականացման համար:
HVAC — Heating, Ventilation, Air Conditioning. Կլիմատիկ համակարգ:
NVH — Noise, Vibration, Harshness. Աղմուկ/թրթռում/կոպտություն գնահատում:
PCV — Positive Crankcase Ventilation. Քարթերի դրական օդափոխություն:
ՀԱՊՄ (PPE) — Ան անհատական պաշտպանության միջոցներ:
LOTO — Lock-Out/Tag-Out. Էներգիայի անվտանգ անջատում/նշարկում:
UV — Ultraviolet. UV ներկանյութ/լամպ՝ արտահոսքերի հայտնաբերման համար:
EVAP — Evaporative Emission Control. Գոլորշիների վերահսկման համակարգ (մոնիտոր Mode $06-ի մեջ):
SAS — Steering Angle Sensor. Ղեկի անկյան տվիչ (կայունացման/ղեկավարման համակարգերում):

Հավելված Զ

Ինչպես կազմակերպել գնահատումը՝ երբ ունենք միայն թեստեր և լաբորատոր աշխատանքներ

I. Փաստաթղթավորում — ինչ հավաքել և ինչպես գնահատել

Ինչ է պետք հանձնել յուրաքանչյուր լաբորատորիայի ավարտին (մեկ փաթեթով):

- **Աշխատանքային քարտ** (խնդիր → հիպոթեզներ → թեստերի պլան)
- **Չափումների թերթ** (բոլոր թվերը՝ **SI** միավորներով և գործիքի նշումով)
- **Ախտորոշման կարճ հոսքագիծ** (flowchart/քայլերի ցանկ)
- **Ձգման մոմենտների նշումներ** (եթե կիրառվել է)
- **Վերահաստատման արձանագրություն** (ինչ փորձարկումով հաստատվեց արդյունքը)

Նմուշները արդեն ներառված են գրքում («Նմուշներ» բաժին) և կարող են տպվել մեկ փաթեթով:

Գնահատման սանդղակ (յուրաքանչյուր լաբ՝ 10 միավոր)

Կետ	Ինչ ենք նայում	Մաքս. միավոր
Կառուցվածք	Թերթերը լրացված են, ընթեռնելի, ամսաթիվ/ՄՄ/VIN նշված	2
Չափումներ	Թվերը՝ SI միավորներով, գործիքի տեսակ/պայմաններ նշված, նորմատիվների դիմաց	4
Թեստ → եզրակացություն	Քայլերի տրամաբանություն, պատճառի հիմնավորում	3
Սահմանափակումների նշում	Ինչը չի ստացվել/ինչ սահմանափակեց արդյունքը	1
Ընդամենը		10

Կիրառման պարզ կանոններ

- Եթե փաթեթը **չի հանձնվել** կամ կիսատ է՝ «Փաստաթղթավորում» = 0 **միավոր** (կարելի է վերադարձնել՝ լրացնելու համար նույն օրվա ընթացքում):

- Թվային արժեք **առանց միավորի/գործիքի՝** չի հաշվում (նշեք «կրկնել չափումը»):

ՆՄՈՒՇՆԵՐ

1) **Աշխատանքային քարտ**

(խնդիր → հիպոթեզներ → թեստերի պլան)

Լաբ № _____ **Ամսաթիվ** //____ **Ուսանող(ներ)** _____ **Խումբ** ____

Վարպետ / դասախոս _____

Մեքենա (Մոդել/Տարի/VIN) _____

a) **Հաճախորդի բողոք / ախտանիշի նկարագրություն (как есть)**

_____

_____

b) **Սկզբնական OBD-II տվյալներ**

- DTC-ներ (կոդ/բառային) _____
- Freeze Frame (օր. rpm/ECT/IAT/Load/STFT/LTFT/MAP/MAF/Vbat)

_____

c) **Վիզուալ զննման արդյունքներ (արտահոսք, կապակցիչներ, մալուխներ, ձայներ)**

_____

_____

d) **Հիպոթեզներ (առավելագույնը** 5)

[ ] H1 _____ [ ] H2 _____

[ ] H3 _____ [ ] H4 _____

[ ] H5 _____

e) **Թեստերի պլան (SI միավորներ, հղում՝ Հավելված)**

№	Թեստ	Գործիք/ սարք	Նորմա-տիվ/ հղում	Անվտանգության նշում	Սպասվող արդյունք
1					
2					
3					
4					

f) **Աշխատանքի ընթացքում փոփոխված քայլեր/լրացումներ**

---

g) **Ամփոփ արդյունք և նախնական եզրակացություն**

Ստորագրություններ՝
Ուսանող _____ Վարպետ _____
Ամսաթիվ _____

2) **Չափումների թերթ**
*(բոլոր արժեքները՝ **SI** միավորներով, գործիքի նշումով)*
Լաբ № _____ **Մեքենա/VIN** _____ **Ամսաթիվ** //____

Փորձարկում / Պարամետր	**Գործիք (մոդել)**	**Ար-ժեք**	**Մի-ա-վոր (SI)**	**Պայման-ներ (rpm/°C/-բեռ)**	**Նորմատիվ միջակայք (Հավելված)**	**Եզրակացու-թյուն (✔ / ✘ /N/A)**
Վառելիքի ճնշում (EFI)			bar		3.0–4.0	
Յուղի ճնշում դատարկ -քայլ (տաք)			bar		0.8–1.5	
Յուղի ճնշում ~3000 պ/ր			bar		3.0–5.0	
Վակուում դա-տարկ -քայլում			kPa		45–55 ստոր	
Լիցքավոր ման լարում (բեռով)			V		13.8–14.6	
AC ripple մարտկոցի ծայրերում			V_AC		≤0.3	
Կոմպրեսիա գլան 1			bar		10–14 (բեն-զին)	
Կոմպրեսիա գլան 2			bar			
Կոմպրեսիա			bar			

գլան 3						
Կոմպրեսիա գլան 4			bar			
Սկավառակի runout (առջ.)			mm		≤0.07	
Սառեցման համակարգ ճնշում			bar		1.0–1.4	
Այլ՝ _____						
Այլ՝ _____						

Նշումներ

_____

_____

3) **Ախտորոշման հոսքագիծ / քարտեզ**
(կարճ flowchart կամ քայլերի ցանկ — նշեք «այո/ոչ» ճյուղերը)
Խնդիր/ախտանիշ _____
Քայլեր (Check-boxes)
[ ] 1. OBD-II սկան՝ DTC + Freeze Frame → գրանցել պարամետրերը
[ ] 2. Վիզուալ զննում՝ արտահոսք/կապակցիչ/հող/գոտիներ
[ ] 3. Արագ բազային թեստ(ներ)՝ վակուում/ճնշում/լարում
[ ] 4. Հիմնական հիպոթեզի թեստ (գրել) _____
[ ] 5. Այլ հիպոթեզի թեստ (գրել) _____
[ ] 6. Արդյունքների համադրում → պատճառի հաստատում
[ ] 7. Վերականգնում/սպասարկում (կարճ) _____
[ ] 8. Վերահաստատող փորձարկում (տես բլանկ №5)

Flowchart (զբաղեցրեք սյունները)
Սկիզբ → [Ախտանիշ]
↓
[OBD-II տվյալներ կան?] —այո→ Freeze Frame վերլուծություն
|—ոչ→ Բազային թեստեր (լարում/վակուում/ճնշում)
↓
[Հիպոթեզ A] —թեստ→ ✔/✘

|—✘→ [Հիպոթեզ B] —թեստ→ ✔/✘
↓
[Պատճառ] → [Վերականգնում] → [Վերահաստատում] → Վերջ

Նորմատիվների հղումներ (Հավելվածի բաժին/կետ)

_____

_____

4) **Ձգման մոմենտների նշումներ**
(Nm և անհրաժեշտության դեպքում «մոմենտ + անկյուն» մեթոդ)
Լաբ № _____ **Մեքենա/VIN** _____ **Ամսաթիվ** //____

Միացում / Դետալ	**Թելի չափ (օր. M12×1.5)**	**Մեթոդ (Nm / Nm+°)**	**Մո-մենտ (Nm)**	**Ականջ. անկյուն (°)**	**Աղբյուր (Manual/ Հավելված)**	**Կատա-րող / ստ.**
Անիվի պտուտակ		Nm		—		
Այրման մոմ		Nm		—		
Քարքերի խցան (յուղ)		Nm		—		
Կոճղակի սլայդեր		Nm		—		
Կոճղակի carrier		Nm		—		
Կիսա-ռանցք՝ axle nut		Nm+°				
O_2 տվիչ		Nm		—		
Շոկի վեր. հենակ		Nm		—		
Գնդաձև հո-դի նոթ		Nm		—		
Այլ՝ _____						

Նշում. Պարտադիր է վկայակոչել արտադրողի ձեռնարկը կամ Հավելված Ե) միջակայքները՝ կոնկրետ մոդելի ճշգրտման համար:

5) **Վերահաստատման արձանագրություն**
(ինչ փորձարկումով հաստատվեց արդյունքը)
Լաբ № _____ **Ամսաթիվ** //____ **Մեքենա/VIN** _____
a) **Կատարված աշխատանք/լուծում (կարճ)**

---

b) **Վերահաստատող թեստ(եր) — ընտրեք/լրացրեք**
[ ] Թեստ-դրայվ (երթուղի/տևողություն) _____ / _____ ր.
[ ] OBD-II Live Data համեմատություն (մինչև/հետո)
[ ] DTC Clear → readiness monitor-ներ (ավարտված/չավարտված)
[ ] Ճնշում/վակուում/լարում կրկնաչափում
[ ] Այլ _____

c) **Արդյունքներ (թվային, SI)**
- Պարամետր _____ → մինչև _____ → հետո _____ (Միավոր)
- Պարամետր _____ → մինչև _____ → հետո _____ (Միավոր)
- Պարամետր _____ → մինչև _____ → հետո _____ (Միավոր)

d) Կրիտիկական ախտանիշի վիճակ
[ ] Վերացավ [ ] Նվազեց [ ] Պահպանվում է (տվեք պատճառաբանություն/հետևյալ քայլ)
Բացատրություն՝
_____
e) Ֆոտո/վիդեո հավելված (եթե կա) _____
Ստորագրություններ՝ Ուսանող _____ Վարպետ _____
Ամսաթիվ _____

II. Վարքագիծ և անվտանգություն (ՀԱՊՄ, կարգապահություն, միջավայր)

Վարպետը լրացնում է 1 **էջանոց սեանսային քարտը** (կամ նույն թերթի հետևում)՝ նշելով անվտանգությունն ու կարգապահությունը:

Գնահատման սանդղակ (յուրաքանչյուր սեանս՝ 10 միավոր)

Կետ	Ինչ ենք նայում	Մաքս. միավոր
ՀԱՊՄ ամբողջական	Աչք/ձեռնոց/կոշիկ/հագուստ՝ ճիշտ ընտրված ու կրած	2
Աշխատատեղի կարգուկանոն	Մաքրություն, գործիքների վերադարձ «ստենդ»	2
Գործիքների ճիշտ կիրառում	Վերելակ/հենարաններ, LOTO, էլ.գործիքների պաշտպանիչ կափարիչներ	3
Թափոնների կառավարում	Յուղ/հեղուկների հավաքում, spill-ի ճիշտ չեզոքացում	1
Վարքագիծ/հաղորդակցություն	Թիմային աշխատանք, հրահանգների պահպանում	2
Ընդամենը		10

«Կարմիր գիծ» (կիրառվում է անմիջապես)

- Վերելակ/հենարանների **սխալ օգտագործում**,
- Էլեկտրական աշխատանք **առանց LOTO**,
- Խոշոր **spill**՝ առանց անհապաղ չեզոքացման/զեկուցման:
  (Spill (անգլ.) — աշխատանքի վայրում նյութի չնախատեսված ու չկառավարվող թափվելը/արտահոսքը (հիմնականում հեղուկի) հատակին, հողին, սարքին կամ ջրահեռացման համակարգին: հայ.՝ **արտահոսք, թափում**, ռուս.՝ **разлив**:
  Նշված դեպքերում տվյալ սեանսի «Վարքագիծ և անվտանգություն» = 0 **միավոր** և պարտադիր **վերապատրաստում**:)

Նշում: «Վարքագիծ և անվտանգություն» բլանկը կարող է (և պետք է) ձևավորվել յուրաքանչյուր հաստատության/վարպետի կողմից՝ հաշվի առնելով իրենց մասնագիտական պահանջները, աշխատանքային միջավայրը ու նյութերի ռիսկերը: Միևնույն ժամանակ այն պետք է համահունչ լինի գործող իրավական/ներքին կարգերին (աշխատանքային անվտանգության կանոններ, լաբորատոր SOP-ներ, ներքին հրամաններ, ISO 45001 կամ համարժեք չափորոշիչներ, եթե կիրառվում են):

Ստորև՝ ինչը կարող եք ազատ հարմարեցնել, և ինչը չպետք է բաց թողնել.

Ինչը հարմարեցվում է

- Մակս. միավորների բաշխում (օր. 2–2–3–1–2 → կարող է փոխվել ըստ ռիսկերի)
- «Կարմիր գիծ» դեպքերի ցանկն ու շեմերը (օր. «խոշոր spill»-ի լիտրային շեմ)
- ՀԱՊՄ կազմը ըստ աշխատանքի տեսակի (քիմիա/էլեկտրական/մեխանիկա/EV High-Voltage)
- Գործիքների/սարքերի հատուկ կետեր (վերելակ, հենարաններ, Drehmomentschlüssel, HV լոկաութ)
- Թափոնների և արտահոսքերի ընթացակարգի մանրամասները (spill kit-ի տեսակներ, պատասխանատուներ)

Ինչը չպետք է բաց թողնել (նվազագույն բովանդակություն)

- ՀԱՊՄ ստուգաթերթ (աչք–ձեռնոց–կոշիկ–հագուստ և հատուկ ՄԹ)
- Գործիքների/էներգիայի անվտանգ կիրառում (LOTO/պաշտպանիչ կափարիչներ/վերելակ–հենարաններ)
- Թափոնների կառավարում և spill արձագանք
- Վարքագիծ/կարգապահություն (հրահանգների պահպանում, հաղորդակցություն)
- «Կարմիր գիծ» բաժին՝ հստակ հետևանքով (սեանս = 0 միավոր + վերապատրաստում)
- Ինցիդենտ/մոտ-թերության արձանագրում, պատասխանատուի ստորագրություններ, ամսաթվեր

Կազմակերպչական խորհուրդներ (կարճ)

- Պահեք բլանկը 1 էջ՝ արագ լրացման համար, ավելացրեք SOP/QMS հղման դաշտ կամ QR:
- Տվեք տարբերակման կոդ/տարբերակ (v1.2) և հաստատման ստորագրություն (վարպետ/HSE պատասխանատու):
- Սահմանեք պահպանում/արխիվացման ժամկետ (օր. ≥ 1–3 տարի) և պլանավորեք պարբերական վերանայում:

Հավելված Ը
Գրականության և աղբյուրների ցուցակ (ընտրանի, ուսումնական)

1. **Bosch Automotive Handbook (10th ed.)** — համալիր ինժեներական տեղեկատու շարժիչների, կառավարման, արգելակների և էլեկտրոնիկայի վերաբերյալ:
2. **SAE International Standards** — *SAE J1979* (OBD-II Service $01–$0A), *SAE J2012* (DTC Definitions), *SAE J1703/J1704* (Brake Fluids), *SAE J300* (Engine Oil Viscosity).
3. **ISO 15031 / ISO 15765 (CAN)** — OBD հաղորդակցության և CAN տրանսպորտի միջազգային ստանդարտներ:
4. **Automotive Technology: A Systems Approach** (Erjavec/Thompson) — բազմամատյան ուսումնական դասագիրք ընդհանուր համակարգերի վերաբերյալ:
5. **Electric and Hybrid Vehicles** (James Larminie) — բարձր լարման սեյֆթի և կառավարման հիմունքներ (առաջադեմ թեմաների համար):
6. **ATE / Brembo Technical Bulletins** — արգելակային համակարգերի սպասարկման և օդազատման ուղեցույցներ:
7. **OEM Service Manuals (ՄՄ)** — արտադրողի ձեռնարկներ (Toyota TIS, VW ERWIN, GM SI, Ford ETIS ևն)՝ կոնկրետ մոդելների սպեցիֆիկ տվյալների համար:
8. **Battery Council International (BCI) Manuals** — մարտկոցների դասակարգում, փորձարկման և ընտրության ուղեցույց:
9. **ASE Test Prep (A1–A8, L1)** — ախտորոշման ալգորիթմներ և գործնական խորհուրդներ:
10. **EPA/EC Emissions Guidelines** — արտածումների մոնիտորների/Readiness պահանջների ընդհանուր շրջանակ:
11. **Ռուս-հայերեն պոլիտեխնիկական բառարան** — Զ.Ա. Հացագործյան, Ա.Հ. Դարբինյան, Ն.Գ. Հովումյան, Գ.Հ. Սրվանձտյան: Հայկական սովետական հանրագիտարանի գլխավոր խմբագրություն, Երևան, 1988:

Չափս՝ 70x100 1/16, թուղթ՝ օֆսեթ, տպ. մամուլ՝ 11.875
Տպաքանակ՝ 185 օրինակ