

Systemy Snižování Emisí (NOx)

▼ V TOMTO ČÍSLE

ÚVOD

2

SPALOVÁNÍ A
VÝFUKOVÉ PLYNY

2

PŘEDPISY PROTI
ZNEČIŠŤOVÁNÍ

4

OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ
EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH
LÁTEK

6

SYSTÉMY SELEKTIVNÍ
KATALYTICKÉ
REDUKCE (SCR)

10

PŘÍKLADY VÝROBCŮ, KTERÍ
POUŽÍVAJÍ SYSTÉM
SNÍŽENÍ NOX ADBLUE

15

ÚDRŽBA SYSTÉMŮ
REDUKCE NOX
ADBLUE

17

ÚVOD

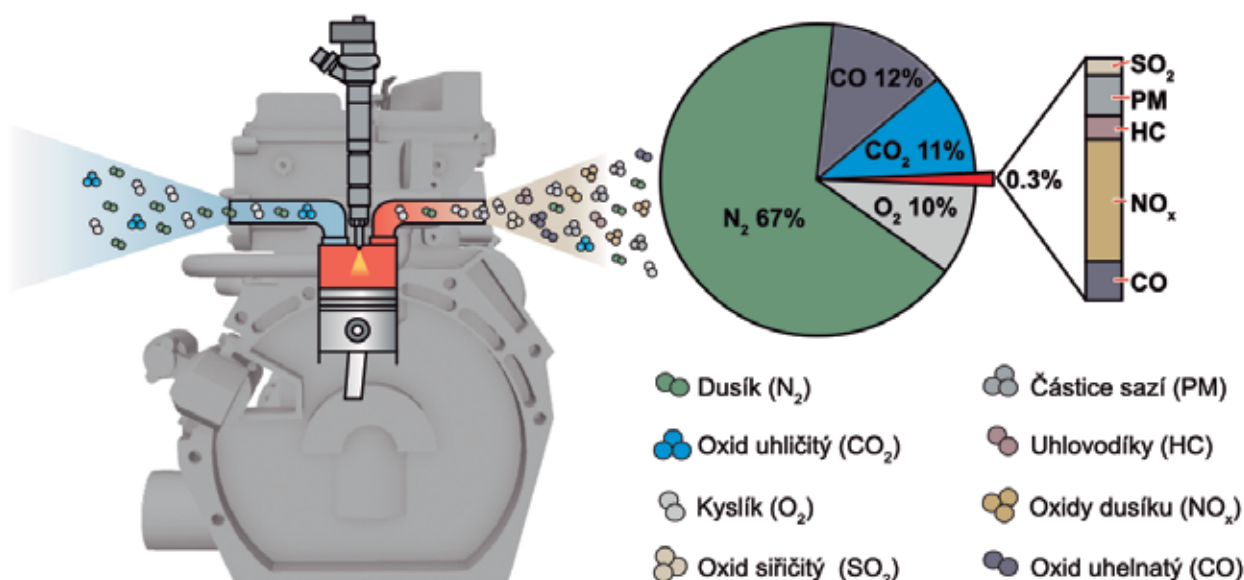
Jednou z látek produkovaných spalovacími motory, která je pro lidi a životní prostředí nejškodlivější, jsou **oxidy dusíku a jejich deriváty**. Podle maximálních úrovní znečištění životního prostředí stanovených pro města nesmí oxid dusičitý, NO_2 , překročit **200 mg/m^3** .

Ve skutečnosti se tyto hodnoty mohou za nepříznivých povětrnostních podmínek často až ztrojnásobit, což představuje vážné ohrožení veřejného zdraví. Oxidy dusíku vznikají především při spalování ve vznětovém motoru při nízkých otáčkách, kdy je množství vstříkované nafty malé. Protože motor pracuje s neomezeně nasávaným vzduchem, je za těchto podmínek směs vzduchu a paliva chudá, takže se velké množství vzduchu přímo nepodílí na spalování. Protože se vzduch skládá převážně z dusíku (78 %) a kyslíku (21 %), zbytek těchto prvků, které se nezúčastní spalování, reaguje v důsledku vysokých teplot

ve spalovací komoře. Znečišťují ovzduší tvorbou oxidů dusíku (NO_x), které způsobují vážné problémy související se znečištěním ve velkých městech.

Výrobci automobilů proto vyvinuli různá řešení pro snižování, přeměnu a regulaci emisí oxidů dusíku. Jedním z těchto řešení je použití aditiva **AdBlue**, které snižuje emise přeměnou oxidů dusíku.

AdBlue je registrovaná značka, pod kterou se prodává výrobek s technickým názvem AUS32 (Aqueous Urea Solution, 32,5% roztok močoviny). Jeho účelem je snižovat emise oxidů dusíku (NO_x) ze vznětových motorů. K tomu se používá proces zvaný SCR (**S**elective **C**atalytic **R**eduction). Tento proces probíhá v katalyzátoru, který je speciálně určen k ukládání a snižování NO_x .

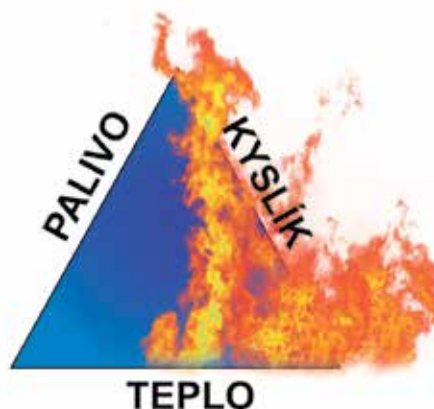


SPALOVÁNÍ A VÝFUKOVÉ PLYNY

Spalování

Spalování je nepřetržitá chemická reakce, při níž **hořlavý** prvek, v tomto případě motorová nafta, reaguje a spojuje se s **oxidačním** činidlem (kyslíkem). Při rychlé kombinaci paliva s kyslíkem se uvolňuje tepelná a světelná energie a současně vzniká oxid. Spalování je **exotermická reakce**, protože při něm vzniká teplo. Nejčastějšími typy paliv jsou organická, která obsahují uhlík a vodík.

Ve vznětovém motoru dochází k **ideálnímu spalování**, kdy veškeré palivo reaguje s kyslíkem za vzniku jediných výsledných produktů: dusíku (N_2), oxidu uhličitého (CO_2) a vody (H_2O). To znamená, že palivo bylo plně zoxidováno, tj. zcela spáleno. Ve skutečnosti však vzhledem k přirozeným vlastnostem podstaty spalování a skutečnosti, že během spalování dochází k neustálým změnám poměru směsi vzduchu a paliva, **k ideálnímu spalování v praxi nedochází**.



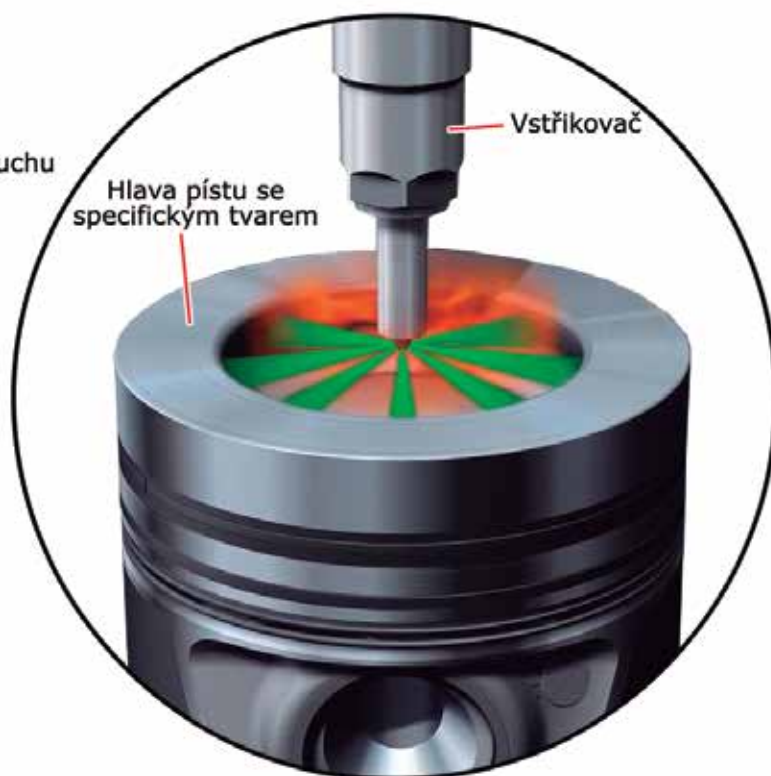
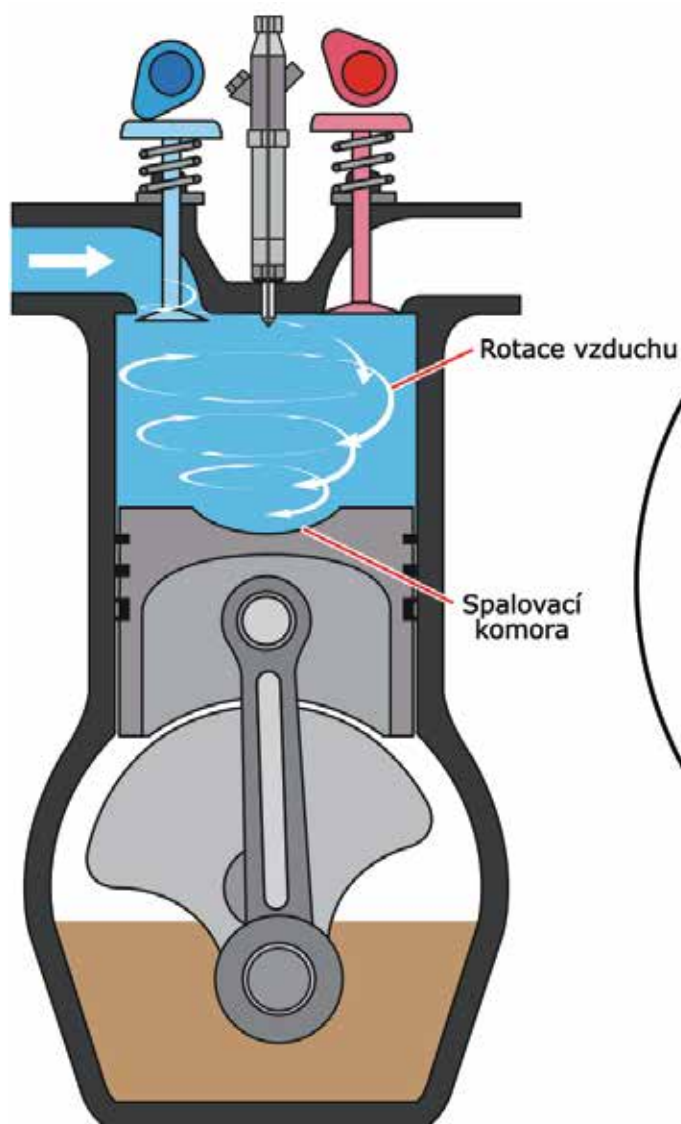
Při skutečném (neúplném) spalování vzniká kromě O_2 , N_2 , CO_2 a H_2O několik toxických vedlejších produktů, jako jsou: částečně oxidovaný uhlík **PM** (saze), oxid uhelnatý **CO**, nespálené uhlovodíky **HC**, oxidy dusíku **NOx** vznikající oxidací dusíku a oxid siřičitý **SO₂** jako vedlejší produkt částečného spalování síry obsažené v motorové naftě.

Výrobci vznětových motorů studovali a usilovně pracovali na konstrukci každé součásti, která se přímo podílí na spalování (uvnitř motoru), s cílem dosáhnout spalování co nejbližší ideálnímu. Mechanické součásti a procesy, které byly nejvíce studovány a optimalizovány, jsou: spalovací komory, ventily, písty, sací a výfukové potrubí, systémy recirkulace výfukových plynů, systémy předehřevu, vstřikovače a proces vstřikování. Výsledky této práce vedly ke zlepšení faktorů, které nejvíce ovlivňují vývoj spalování:

- **Dávkování paliva:** Čím lepší je rozprašování paliva, tím lepší je spalování. Je to proto, že částice paliva budou menší a mezi nimi a oxidačním činidlem (kyslíkem) bude větší kontaktní plocha. Za tímto účelem byla vstřikovací čerpadla vyrobena výkonnější a jsou schopna dodávat tlak vyšší než 2000 barů. Vstřikovače byly rovněž vy-

lepšeny zvýšením počtu vstřikovacích otvorů a přepracováním orientace vstřikovacích trysek, počtu vstříků a přesnosti časů a trvání vstříků. To je možné díky rychlosti výpočtu elektronických systémů řízení vstřikování a vývoji systémů obrábění součástí.

- **Doba setrvání:** Jedná se o dobu, po kterou zůstává směs vzduchu a paliva ve spalovací komoře na hlavě každého pístu. Během této doby musí směs co nejvíce zoxidovat. Tato doba přímo souvisí s teplotou spalovací komory, kompresním poměrem a geometrií spalovacích komor.
- **Víření:** Je to jeden z rozhodujících faktorů pro dosažení dobrého spalování. Rychlost vstupu vzduchu do spalovací komory a jeho pohyb ve tvaru víru jsou rozhodující pro dosažení dobré homogenizace vzduchu a paliva. Tím je zajištěno, že maximální počet kapiček paliva je obklopen čerstvým vzduchem. Výrobci se snaží víření zlepšit konstrukcí ventilů a sacích kanálů.



Výfukové plyny

Přes všechna opatření, která výrobci přijali s cílem zlepšit ovlivňující faktory a podmínky spalování přepracováním výše uvedených součástí, je pravdou, že vývoj **skutečného spalování** má k **ideálnímu úplnému spalování** stále daleko.

Existuje mnoho ovlivňujících proměnných, které prakticky nelze kontrolovat: kolísání pracovní teploty, kolísání otáček motoru, kvalita nafty, kolísání průtoku vstřikování v závislosti na požadavku točivého momentu atd. V důsledku toho motor produkuje škodlivé výfukové plyny, které závisí na jeho provozních podmínkách:

Emise motoru při nízké akceleraci a nízkém zatížení

Za těchto podmínek je v motoru velké množství vzduchu (O_2 a N_2) a málo nafty. V důsledku toho vzniká přebytek kyslíku (O_2) a velké množství dusíku N_2 . Nejvyšší teplota spalování způsobuje, že tyto prvky reagují a vytvářejí oxidy dusíku NO_x . Protože je málo nafty, vzniká pouze malé množství CO a nespálených uhlovodíků (HC).

Emise motoru při vysokých otáčkách a vysokém zatížení

Pro zrychlení se ve vznětovém motoru zvyšuje vstřikované palivo, uvolňuje se více tepla, které vytváří větší tlak, a ten tlačí na píst větší silou. Dochází k vyššímu podílu nafty vzhledem ke vzduchu, který vstupuje do válce (N a O_2). Při spalování se spotřebuje téměř všechny kyslík (O_2), čímž vzniká více oxidu uhelnatého (CO) a nespálených uhlovodíků (HC) a méně oxidů dusíku (NO_x), protože při spalování nezbývá téměř žádný kyslík (O_2).

Velké množství paliva a krátký čas, který je k dispozici pro spalování při vysokém zatížení motoru a vysokých otáčkách, vede k tvorbě pevných částic. Pevné částice jsou tvořeny palivem, které nezačalo oxidovat. Vodík z uhlovodíků se odděluje od uhlíku a spojuje se se vzdušným kyslíkem za vzniku vody (H_2O). Uhlík se shlučuje s vodou a vytváří konglomeráty, které jsou díky své velikosti pevné. Menší část tvoří viditelné částice (10-20 %) a zbytek je pro lidské oko neviditelný.

Skutečnost, že podíl znečišťujících plynů je jiný při vysokých a nízkých otáčkách motoru a zároveň jiný při vysokém a nízkém zatížení, znamená, že vznětový motor vyžaduje pro každou situaci specifické doplňky proti znečišťování, což činí technologii čištění výfukových plynů složitější.

Zvýšení výkonu vznětových motorů v posledních letech ovlivnilo složení výfukových plynů. Vyšší tlak a teplota při spalování znamenají vyšší produkci NO_x .

NO_x vznikají v důsledku spalování chudého paliva s přebytkem kyslíku za vysokého tlaku a teploty. Jsou to toxické a velmi radioaktivní plyny, jejichž koncentrace je omezena na maximálně **200 mg/m³**.

Jsou to jedny z plynů, které způsobují kyselý deště. Kromě toho ve velkých městech vytvářejí tzv. **fotochemický smog**. Jedná se o **hnědý opar**, který má na lidi různé účinky: podráždění dýchacího systému a očí po krátké expozici. A v případě dlouhodobé expozice způsobuje chronická respirační, kardiovaskulární a cerebrovaskulární onemocnění.



PŘEDPISY PROTI ZNEČIŠŤOVÁNÍ

Evropské právní předpisy o emisích znečišťujících látek jsou souborem norem, které upravují přijatelné limity pro emise plynů vypouštěných spalovacími motory. Všechny nové vozy prodávané v členských státech Evropské unie musí tyto normy splňovat. Emisní normy jsou definovány v řadě směrnic, které Evropská unie postupně zavádí a jejichž omezení jsou vzhledem k neustálému nárůstu znečištění životního prostředí stále přísnější.

V roce 2001 zahájila Evropská komise program **CAFE** (Clean Air For Europe). Jedním z jeho závěrů byla potřeba snížit emise v odvětví dopravy v rámci globální strategie na zlepšení kvality ovzduší. V tomto ohledu vydává Evropské společenství prostřednictvím směrnic různé příkazy svým členským zemím, aby splnily určité závazky týkající se emisí znečišťujících látek. Tyto

směrnice se nazývají EURO I, EURO II, EURO III, EURO IV, EURO V a EURO VI; každá z nich je přísnější než předchozí.

Splnění předpisů se zjišťuje sledováním provozu motoru během standardizovaného zkušebního cyklu před jeho uvedením na trh. Emise oxidů dusíku (NO_x), uhlovodíků (HC), oxidu uhelnatého (CO) a sazí (PM) jsou regulovány u většiny vozidel a v závislosti na jejich vlastnostech se uplatňují různé normy.

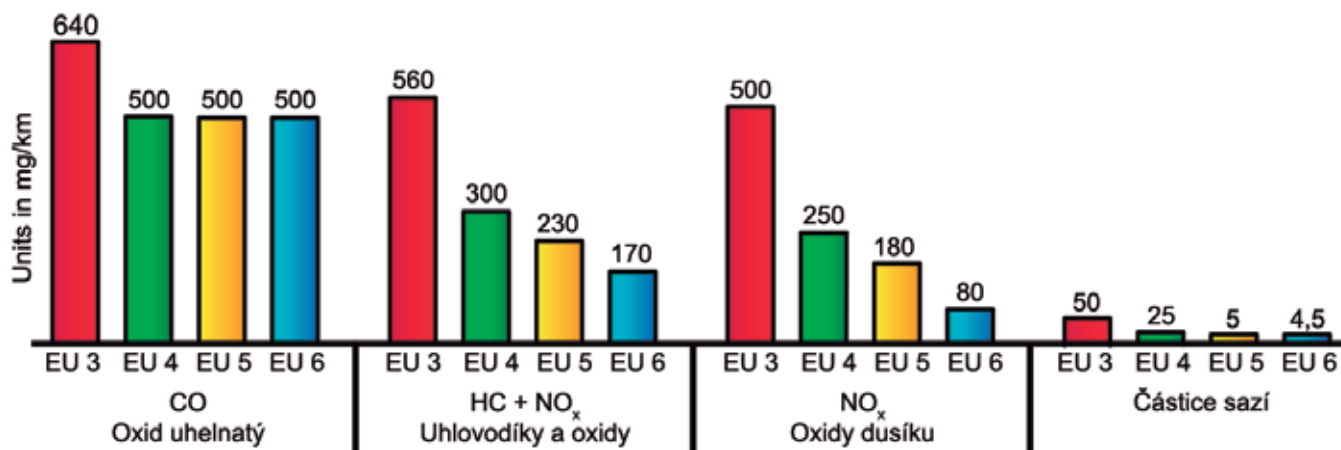
Maximální přípustné množství dílčích produktů existujících v emisích plynů z osobních vozidel je shrnuto v následujících tabulkách podle typu vypouštěného plynu, data vstupu nařízení v platnost a příslušné úrovně omezení a v závislosti na tom, zda se jedná o benzinový nebo naftový motor. Jsou vyjádřeny v gramech na km:

DIESEL						
Typ	Date	CO	HC	HC + NO _x	NO _x	PM
Euro 1	červenec 1992	2.72	-	0.97	-	0.14
Euro 2	leden 1996	1	-	0.7 (*) – 0.9 (**)	-	0.08 (*) – 0.10 (**)
Euro 3	leden 2000	0.64	-	0.56	0.50	0.050
Euro 4	leden 2005	0.50	-	0.30	0.23	0.025
Euro 5	září 2009	0.50	-	0.23	0.18	0.005
Euro 6	září 2014	0.50	-	0.17	0.08	0.0045

* Motor s nepřímým vstřikováním ** Motor s přímým vstřikováním

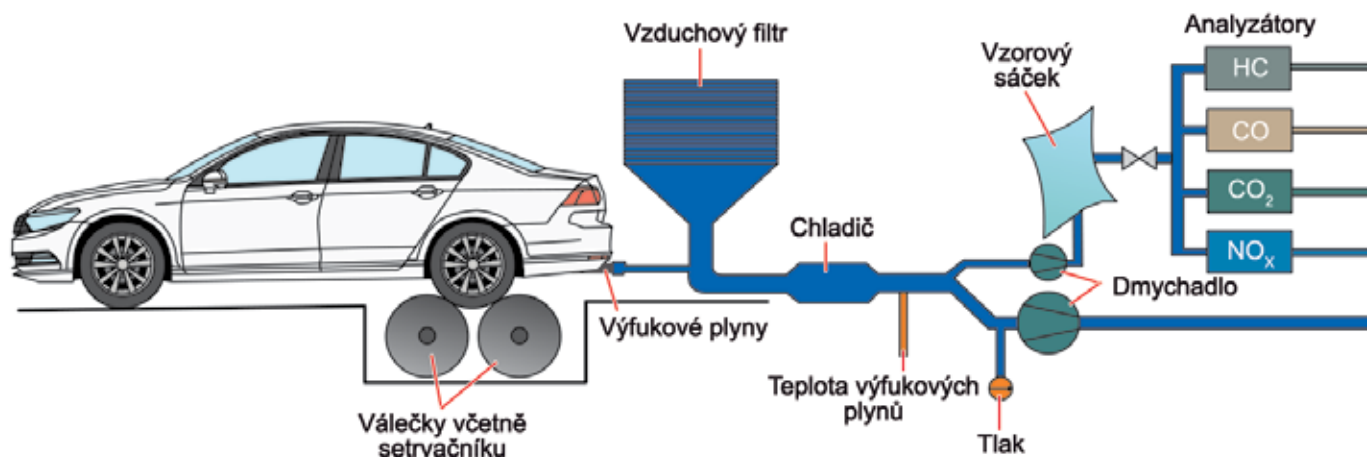
Benzín						
Typ	Date	CO	HC	HC + NO _x	NO _x	PM
Euro 1	červenec 1992	2.72	-	0.97	-	-
Euro 2	leden 1996	2.2	-	0.5	-	-
Euro 3	leden 2000	2.3	0.2	-	0.15	-
Euro 4	leden 2005	1	0.1	-	0.08	-
Euro 5	září 2009	1	0.1	-	0.06	0.005
Euro 6	září 2014	1	0.1	-	0.06	0.0045

Graf ukazuje postupné snižování emisí v závislosti na typu vypouštěného plynu a příslušné směrnici Euro.



K simulaci emisí vozidla na silnici se používá válcová zkušební stoli-
ce, kde se snažíme reprodukovat skutečné jízdní podmínky.

Pomocí této zkoušky se získají měření, která jsou reprezentativní pro
znečišťující prvky. Za tímto účelem byl stanoven jízdní cyklus, který
simuluje běžné podmínky používání vozidla.



Různí výrobci nabízejí různé analyzátoři plynů benzinových a naftových motorů, které se používají k analýze emisí výfukových plynů.

Nejběžnější analyzátoři pro **benzinové motory** jsou schopny analyzovat **čtyři nebo pět plynů**. Připojení snímače na výstupu zadního

tlumiče výfuku umožňuje provádět testy emisí a kontrolovat správnost hodnot znečišťujících látek.

U **vznětových motorů** se používá také analyzátor opacity, tzv. **opacimetr**.

OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Na základě dosud vysvětlených informací lze shrnout, že výrobci zavádějí dva typy opatření ke snížení emisí znečišťujících plynů. Ta lze

rozdělit na opatření vnějšího a vnitřního charakteru.

Vnější opatření

Jedná se o technické úpravy a doplňky, které jsou aplikovány na prvky vně motoru. Nejdůležitější z nich jsou popsány níže:

Oxidační katalyzátor

Jeho hlavní funkcí je oxidace oxidu uhelnatého (CO) a jeho přeměna na oxid uhličitý (CO₂) a nespálených uhlovodíků (HC) na oxid uhličitý (CO₂) a vodu (H₂O). Z tohoto důvodu se nazývají "**obousměrné**" (CO + HC). Existují také "**třícestné**" oxidační katalyzátory (montované především do benzinových motorů), které kromě přeměny CO a HC přeměňují také oxidy dusíku (NOx) na kyslík a dusík. U vznětových motorů se však používají pouze dvoucestné katalyzátory,

protože tyto motory pracují s přebytkem vzduchu, a proto vypouštějí výfukové plyny s vysokou koncentrací kyslíku (O₂), který brání redukci oxidů dusíku na dusík (N₂) a kyslík (O₂).

Výrobci proto pro snížení emisí NOx ve vznětových motorech **vyvinuli speciální katalyzátor zvaný SCR, který oxidy dusíku ukládá a přeměňuje**.

Filtr pevných částic (DPF)

Účelem tohoto filtru je **zadržovat částice sazí** (pevné částice) ve výfukových plynech produkovaných vznětovými motory. Pokud je objem pevných částic dostatečně vysoký, jsou odstraněny spálením sazí v samotném filtru pomocí regeneračních cyklů. Někteří výrobci používají aditiva, která zvyšují teplotu filtru pevných částic na potřebnou teplotu (+450 °C), aby došlo k oxidaci pevných částic a jejich přeměně na CO₂ (plyn).

A dalším řešením je umístění filtru pevných částic vedle oxidačního katalyzátoru bezprostředně za výfukovým potrubím a turbínou turbodmychadla. Díky tomu není nutné používat aditiva, protože potřebné teploty pro spálení částic sazí je dosaženo díky blízkosti spalovacích komor. Na druhou stranu nadměrná teplota ve výfukových plynech a spalovací komoře **zvyšuje tvorbu NOx**.



Vnitřní opatření

Jedná se o technické úpravy a doplňky, které se aplikují na vnitřní prvky motoru a jejichž cílem je zabránit produkci znečišťujících látek. U vznět-

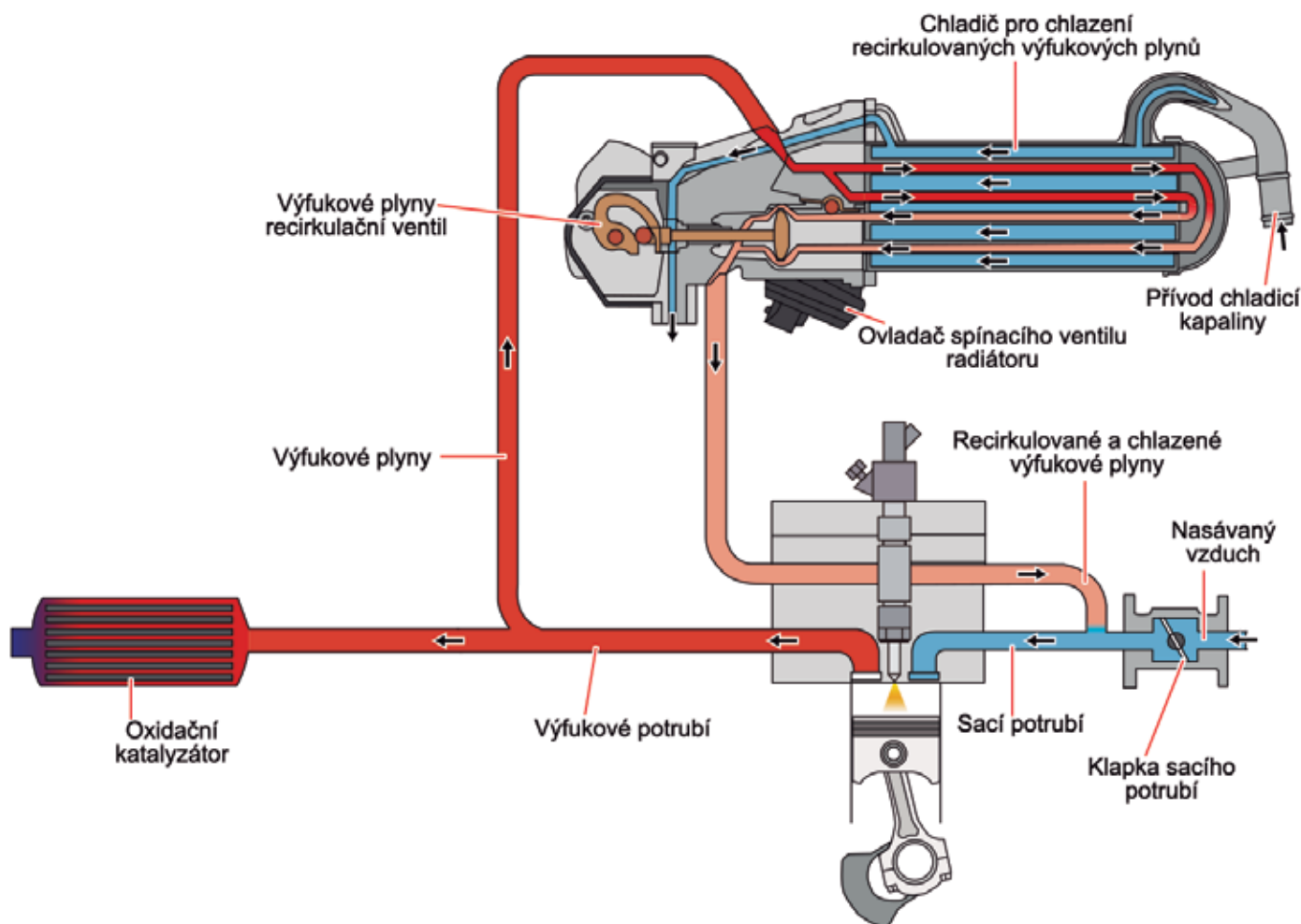
ových motorů jsou nejdůležitější:

Recirkulace výfukových plynů EGR

Hlavním účelem tohoto systému je snížit efektivní objem vzduchu plnicího válce, čímž se sníží množství přebytečného kyslíku při spalování, a snížit špičkovou teplotu při spalování. **To do značné míry přispívá ke snížení tvorby oxidů dusíku (NOx),** ale pouze při nízkém zatížení motoru.

Pro zlepšení výkonu systému recirkulace výfukových plynů se přidává **výměník tepla**, který snižuje teplotu plynů. Ochlazené plyny absorbují při spalování více tepla, a proto snižují maximální teplotu spalování.

Tento systém recirkulace má však některé nevýhody. Zvýšení míry recirkulace výfukových plynů snižuje množství výfukových plynů, které se dostanou k turbíně turbodmychadla, což zhoršuje její odezvu. To znamená, že tlak přeplňování bude nižší, než je nutné k tomu, aby motor adekvátně reagoval. Navíc se znečištěné výfukové plyny dostanou přímo do sacího potrubí, což způsobí hromadění sazí v sacím systému.



Vysokotlaká a nízkotlaká recirkulace výfukových plynů

Aby splnili **emisní normy Euro 6**, rozhodli se někteří výrobci zabudovat do svých vozidel komplexnější systém recirkulace výfukových

plynů, který může fungovat na základě kombinace recirkulace plynů dvěma různými způsoby:

Vysokotlaká recirkulace výfukových plynů

V tomto režimu jsou plyny z výfukového potrubí přesměrovány do sacího potrubí pomocí vnějšího kanálu podobně jako u běžných recirkulačních systémů. Rozdíl je v tom, že zde není nutný chladič výfukových plynů, protože když je jejich teplota příliš vysoká, použije se režim **nízkotlaké** recirkulace výfukových plynů. Za řízení průtoku **vysokotlakých** výfukových plynů v závislosti na pracovních

podmínkách motoru je zodpovědný ventil ovládaný servomotorem a monitorovaný snímači (v některých případech je tento ventil chlazen chladicí kapalinou).

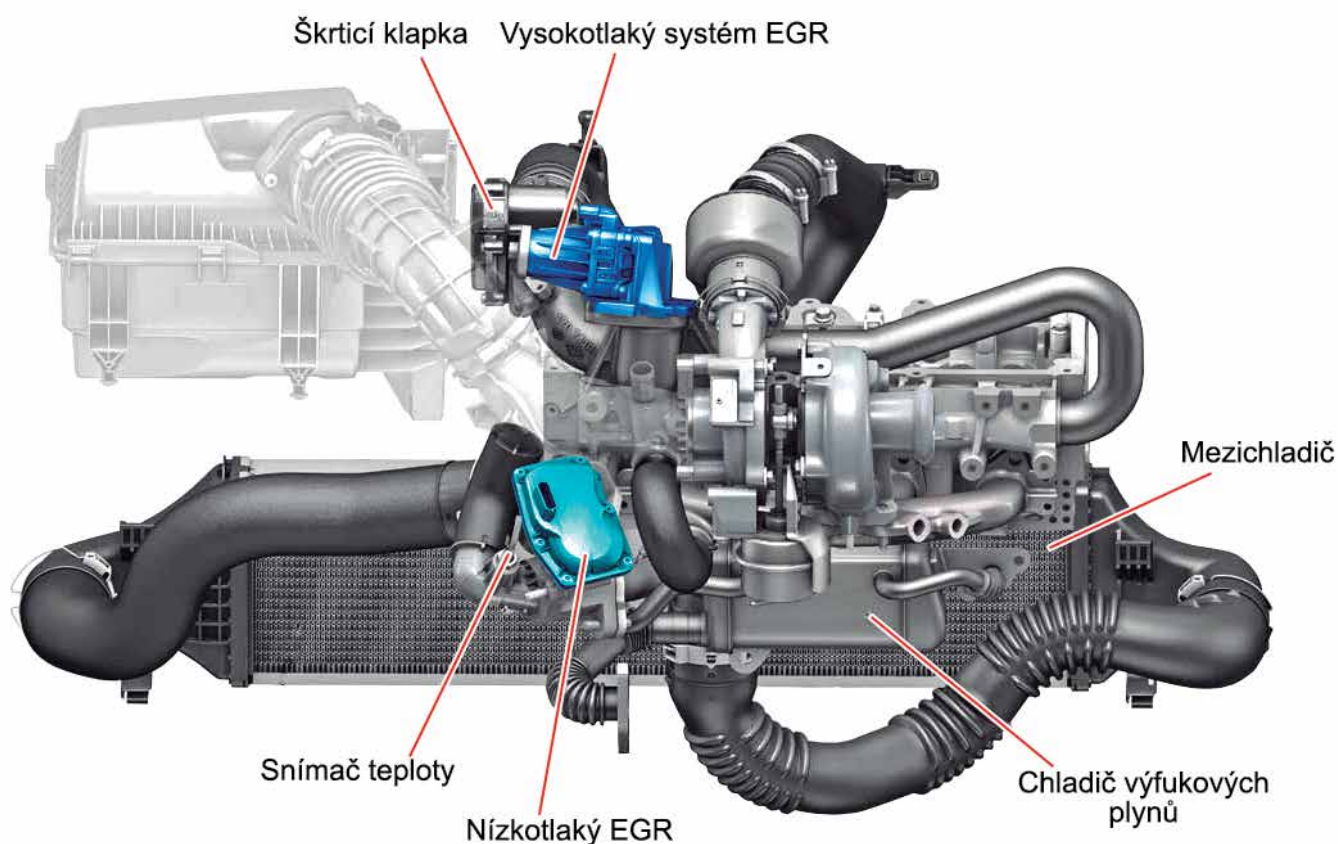
Tento režim se používá hlavně tehdy, když teplota výfukových plynů není příliš vysoká a motor pracuje na volnoběh nebo při nízkém zatížení.

Nízkotlaká recirkulace výfukových plynů

V tomto režimu jsou plyny z **filtru pevných částic** přesměrovány externě do **oblasti sání turbodmychadla**. Za tímto účelem nejprve prochází výměníkem tepla chlazeným chladicí kapalinou a umístěným na výstupu DPF. Poté ventil ovládaný servomotorem a sledovaný pomocí snímačů odpovídá za regulaci přívodu **nízkotlakých** výfukových plynů podle pracovních podmínek motoru. Dekarbonizované výfukové plyny se sníženým obsahem kyslíku se přesměrují na sací stranu turbodmychadla, kde se smíchají se nasávaným vzduchem a vrátí se zpět k ochlazení v mezichladiči (který někdy používá chladicí kapalinu ke snížení teploty plynů). Nakonec regulační jednotka šoupátka reguluje celkový průtok vzduchu a výfukových plynů vstupujících do sacího potrubí.

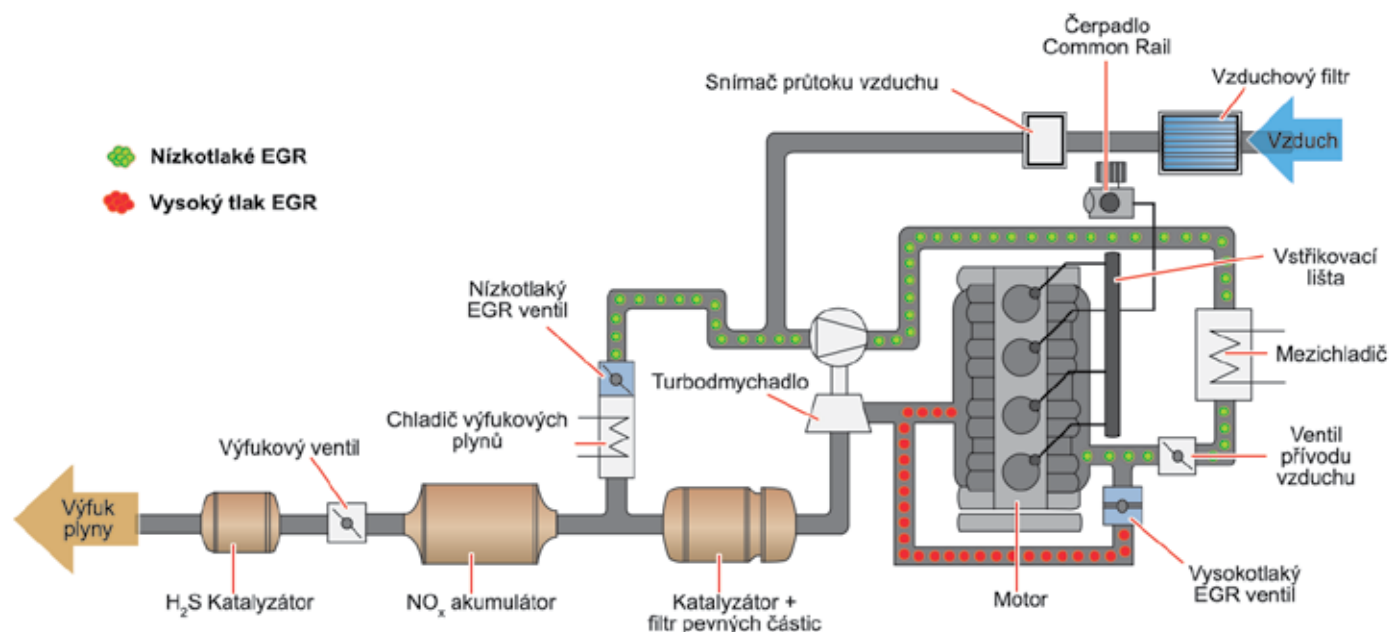
Výhody:

- Výfukové plyny neobsahují pevné částice a jsou recirkulovány při nižší teplotě.
- Nesnižuje průtok výfukových plynů do turbodmychadla, takže motor lépe reaguje v situacích vysokého průtoku recirkulovaných výfukových plynů a vysokých plicních tlaků.
- Výfukové plyny přesměrované k turbodmychadlu přispívají k udržení jeho otáček při změnách zatížení motoru a obsahují méně kyslíku, který přispěl k vytvoření směsi v katalyzátoru.



Řídicí jednotka motoru rozhoduje o kombinaci režimu recirkulace výfukových plynů na základě přijatých signálů o otáčkách motoru, požadavku na točivý moment, teplotě a tlaku výfukových plynů v modulu čištění a informací ze snímačů kyslíku. Tím **se sníží přebytek kyslíku ze spalování a sníží se teplota spalovacích komor** v širším provoz-

ním rozsahu motoru ve srovnání s běžnými systémy EGR. Recirkulace výfukových plynů je proto možná nejen při nízkém zatížení nebo volnoběžných pracovních podmínkách motoru, ale také při středním zatížení při středních a vysokých otáčkách.



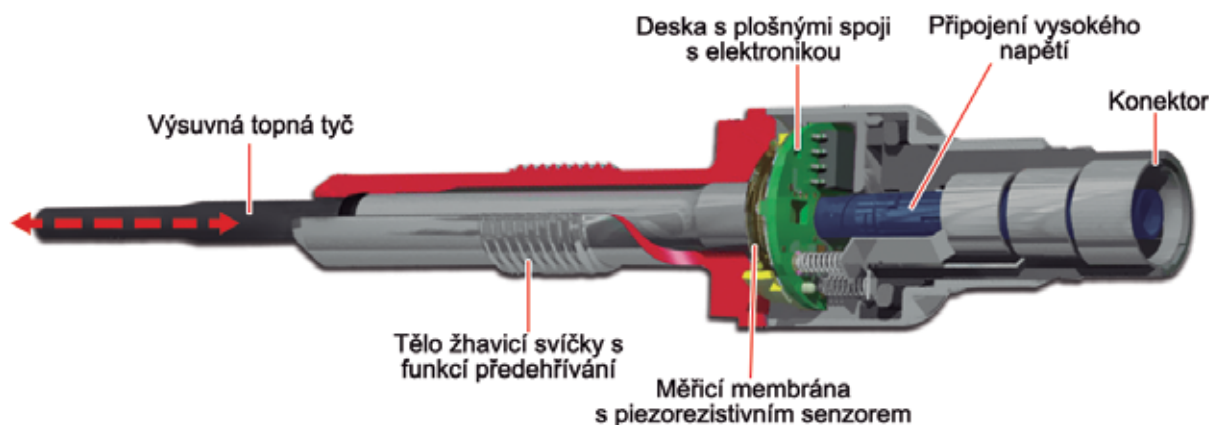
Stručně řečeno, tento komplexní systém recirkulace výfukových plynů do značné míry snižuje oxidy dusíku (**NO_x**), protože kvantitativně snižuje množství vzduchu (N₂ + O₂) nasávaného motorem.

Předehřívání žhavicích svíček se snímačem tlaku

Tyto komponenty se montují do spalovacího prostoru vznětových motorů pro usnadnění studeného startu. Předehřívací žhavicí svíčky se snímačem tlaku kromě ohřevu spalovací komory přidávají také schopnost měřit převládající tlak v této komoře, aby se zabránilo vzniku znečišťujících emisí.

Funkce ohříváče je zajištěna pomocí rezistoru, který umožňuje vysoký průtok energie, když je chladno a je zapotřebí rychlý ohřev.

Mechanická konstrukce této žhavicí svíčky se vyznačuje zabudováním výsuvné topné tyče. Jeden konec této tyče nebo elektrody je vystaven spalovacímu prostoru a zasouvá se podle tlaku ve válci. Na druhém konci tyče, vnitřní části horního topného tělesa, je piezorezistivní snímač, který v reálném čase zjišťuje hodnotu tlaku ve spalovací komoře prostřednictvím deformace měřicí membrány, která přijímá pohyb tyče.



Informace získané z tohoto snímače jsou po filtrování přenášeny do řídicí jednotky motoru, která následně upravuje průtok a předstih vstřikování v celém rozsahu otáček motoru. Tím se optimalizuje

proces spalování, aby se zabránilo tvorbě **pevných částic a oxidů dusíku** ve výfukových plynech, a tím se prodlouží doba regenerace filtru pevných částic.

SYSTÉMY SELEKTIVNÍ KATALYTICKÉ REDUKCE (SCR)

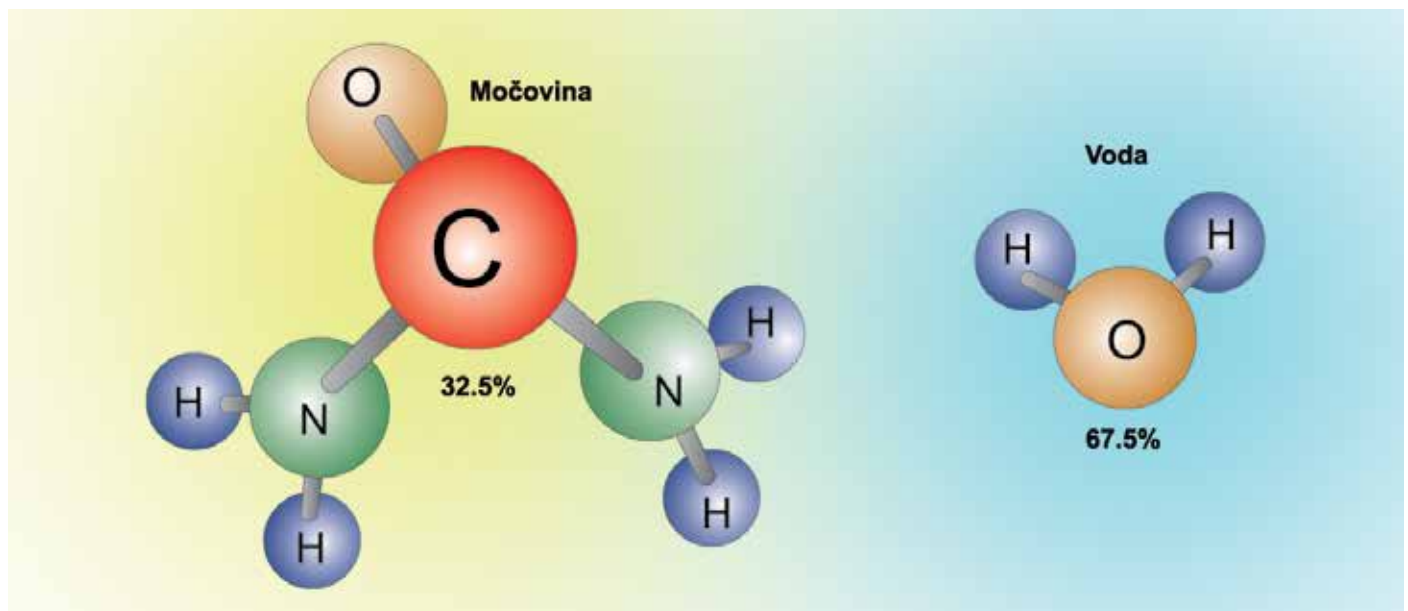
K dalšímu snížení oxidů dusíku (NOx) ve výfukových plynech vznětových motorů dochází k jejich přeměně na neškodné látky. K tomu se používá **katalyzátor**, který byl navržen **výhradně pro redukci NOx**. SCR je zkratka pro **selektivní katalytickou redukci**. Katalyzátor SCR přeměňuje oxidy dusíku z výfukových plynů na

dusík (N₂) a vodu (H₂O). Za tímto účelem se do proudu výfukových plynů před redukčním katalyzátorem zavádí redukční činidlo. Použitým redukčním činidlem je **vodný roztok močoviny**, který se během procesu kombinace s oxidy dusíku přemění na amoniak (NH₃). Do výfukových plynů přidává uhlík, dusík, vodík a kyslík.

Redukční činidlo AdBlue

Jedná se o redukční činidlo tvořené 32,5% roztokem **močoviny, CO (NH₂)₂, zředěným ve vodě, H₂O, nazvané AUS32** (Aqueous Urea Solution 32,5%). Během redukčního procesu v katalyzátoru se močovina přeměňuje na CO₂ a amoniak NH₃. To je sloučenina, která ve skuteč-

nosti přemění NOx na N₂ a H₂O. Důvodem pro použití vodou ředěné močoviny je bezpečnější prostředek pro manipulaci, protože amoniak dráždí pokožku a sliznice. Tímto způsobem je AdBlue schopno splnit normy DIN70070 a ISO 22241.



Hlavní vlastnosti činidla AdBlue

- Zamrzá při teplotě -11 °C nebo nižší.
- Rozkládá se při teplotě mezi 70 a 80 °C za vzniku čpavku, který způsobuje čichové potíže.
- Může se rozkládat v přítomnosti nečistot a bakterií.
- Elektrické konektory musí být chráněny, protože je velmi korozivní.
- Při rozlítí může obsah močoviny krystalizovat a vytvářet bílé skvrny na povrchu, kam byl rozlito.

Pokyny pro použití a manipulaci s přípravkem AdBlue

- Používejte pouze redukční prostředek, který je dodáván v obalu, který je v souladu s předpisy.
- Redukční prostředek nevdechujte ani nepožíte.
- Pokud byl redukční prostředek vyjmut z nádrže, nepoužívejte jej znovu, protože se mohl rozložit.
- Při doplňování nebo doplňování nádrže s redukčním prostředkem používejte nádoby a adaptéry schválené výrobcem.
- Pokud se dostanete do kontaktu s redukčním činidlem, doporučujeme postižené místo okamžitě opláchnout velkým množstvím vody, protože může podráždit pokožku, oči a dýchací cesty.
- V případě, že dojde k jeho rozlítí, vyčistěte jej hadříkem a velkým množstvím studené vody. Pokud prostředek zkrystalizoval, vyčistěte jej houbou a horkou vodou.

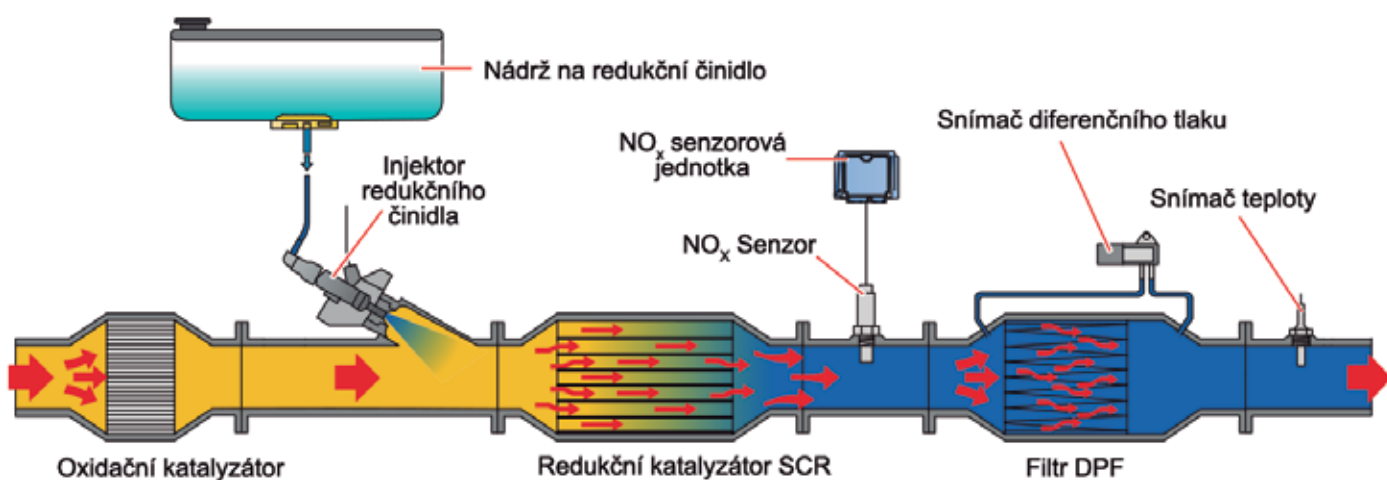
Architektura systému výfukových plynů s katalyzátorem SCR

Začlenění katalyzátoru SCR do výfukového potrubí vedlo výrobce k tomu, že zvolili různé kombinace při jeho umístění spolu s ostatními prvky čištění výfukových plynů. V důsledku toho vznikají tři odlišné bloky čištění, jejichž kombinace a uspořádání se mohou lišit:

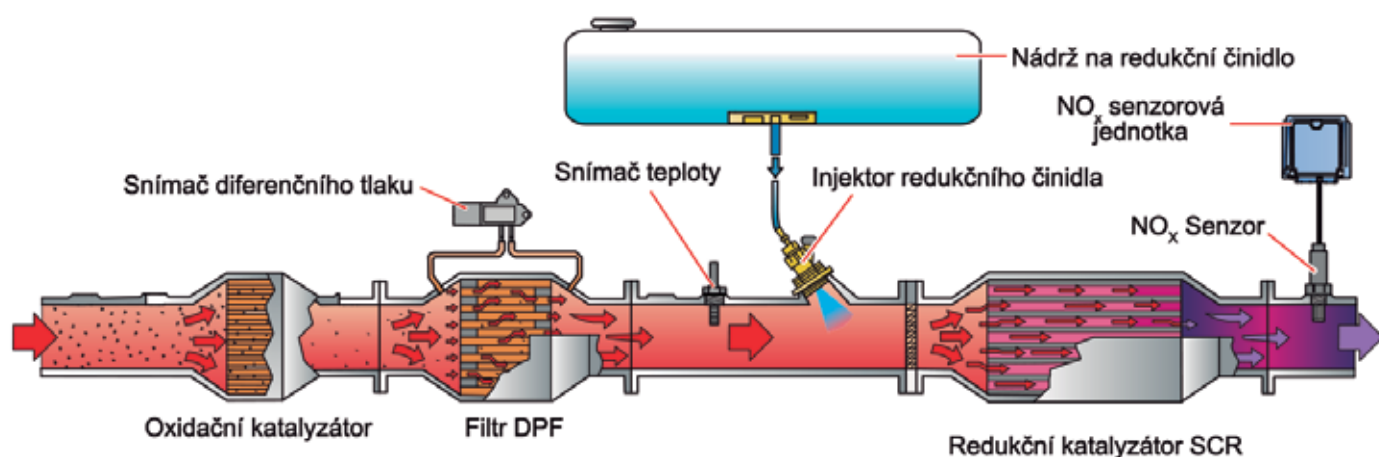
- Oxidační katalyzátor
- Filtr pevných částic
- SCR redukční katalyzátor

Pokud je systém SCR instalován za účelem snížení oxidů dusíku, je do výfukového systému začleněn redukční katalyzátor. V závislosti na výrobci vozidla může být instalován před nebo za filtrem pevných částic.

System s katalyzátorem před filtrem pevných částic



System s katalyzátorem za filtrem pevných částic



Součásti systému SCR

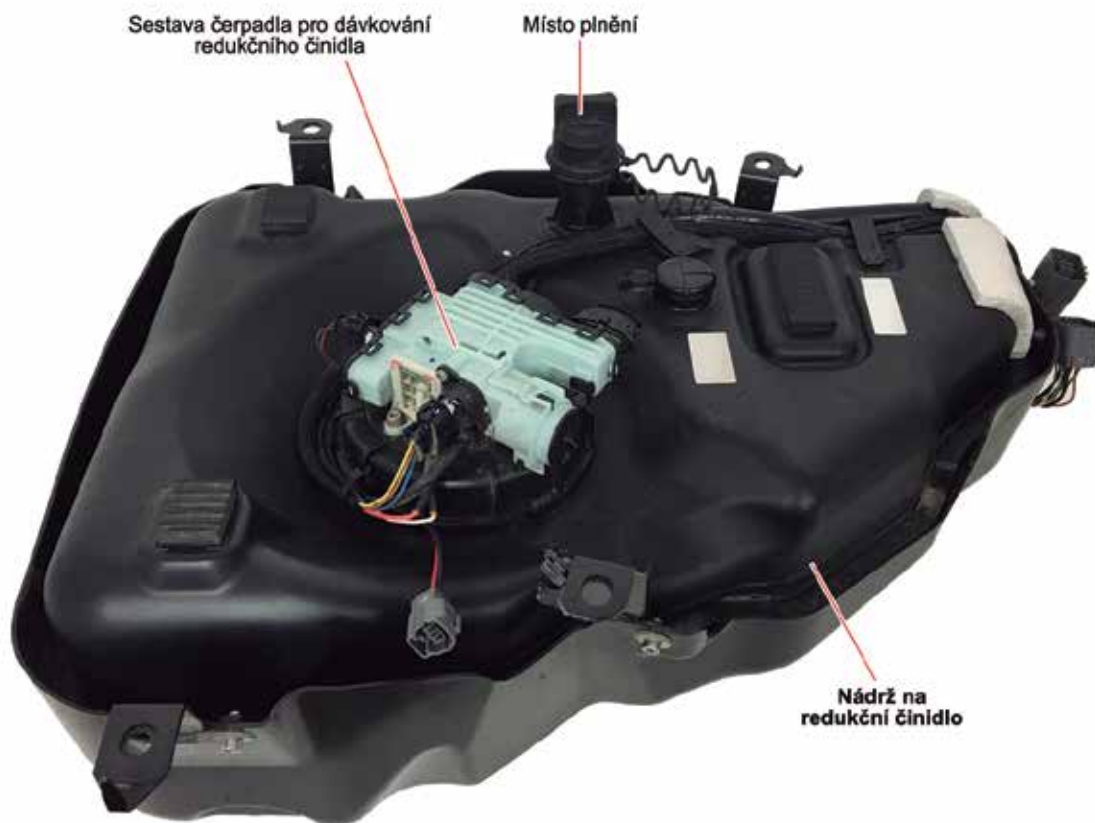
System SCR má obecně následující prvky:

- Nádrž na redukční činidlo
- Vstřikovač redukčního činidla
- Hydrolytická sekce
- Redukční katalyzátor
- Snímač NO_x
- Řídicí jednotka snímače NO_x

Nádrž na redukční čidlo

Obvykle se nachází v zadní části vozidla v blízkosti palivové nádrže. Má přibližný objem 17 až 19 litrů v závislosti na výrobci a objemu válců motoru. Je vyrobena z plastového materiálu a má plnicí hrdlo. V případě potřeby je možné přidat redukční čidlo pomocí speciálního adaptéru.

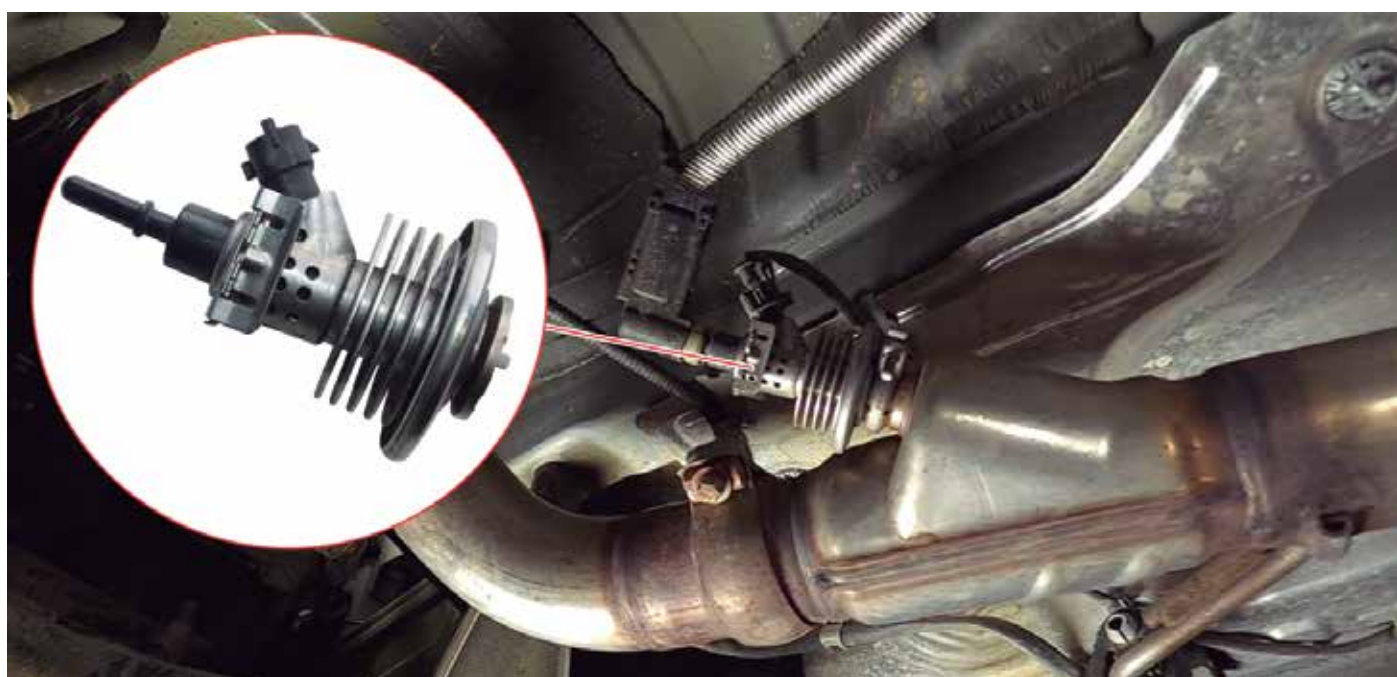
Několik elektronických součástek je instalováno v nádrži pro ohřev, pro zjišťování hladiny redukčního čidla a někdy také modul, který obsahuje je další součásti systému dávkování redukčního čidla.



Vstřikovač redukčního čidla

Jeho úkolem je vstříkovat redukční čidlo do proudu výfukových plynů před směšovačem. Pro zajištění dobrého promíchání je orientován

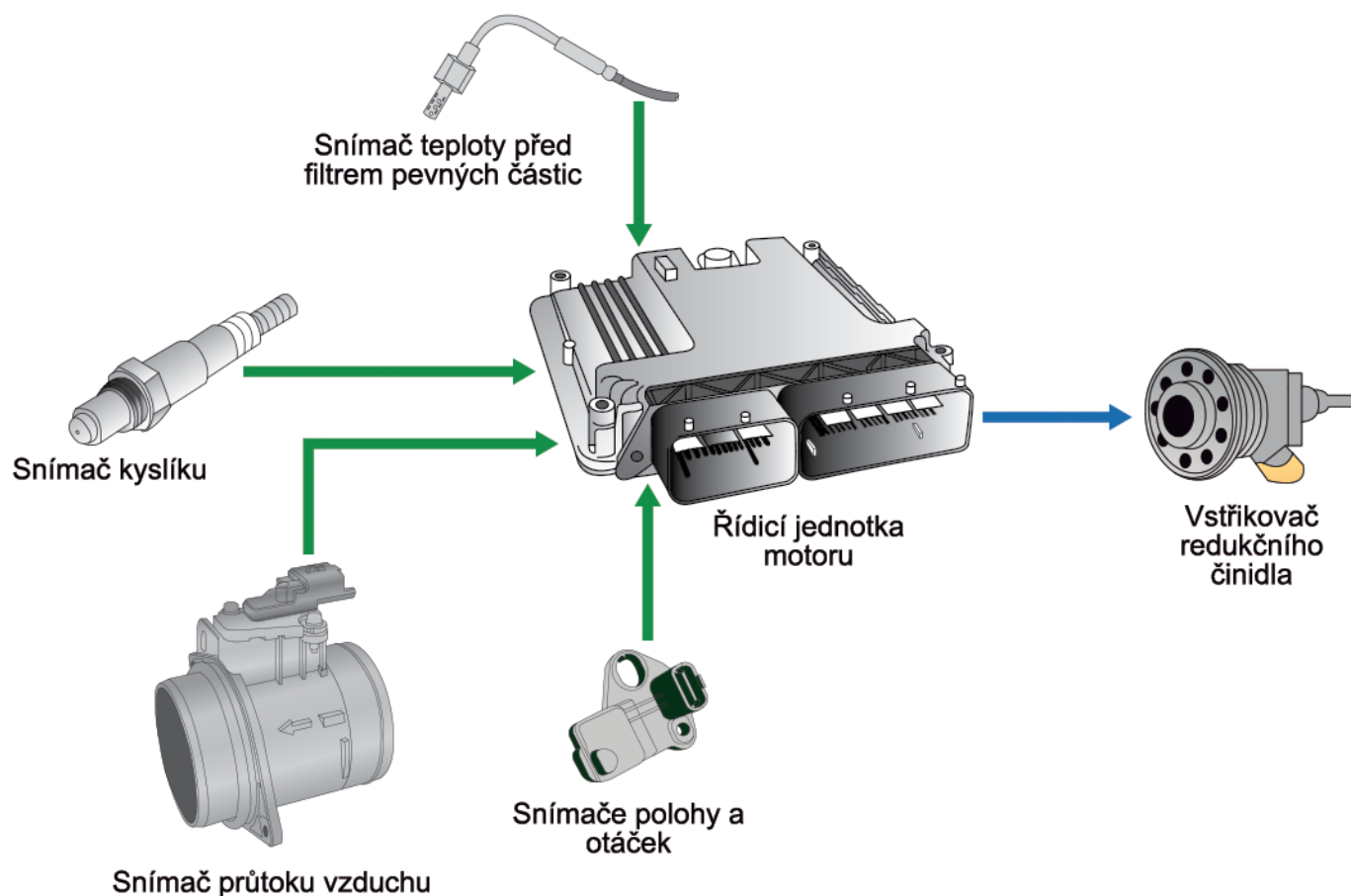
tak, aby redukční čidlo bylo vstříkováno ve stejném směru jako proud výfukového plynu.



Výpočet množství redukčního činidla, které se má vstříknout

Řídicí jednotka motoru vypočítá množství vstříkovaného redukčního činidla na základě tří základních funkcí. Jsou to: provozní stav moto-

ru, teplota výfukových plynů a koncentrace oxidů dusíku za redukčním katalyzátorem.

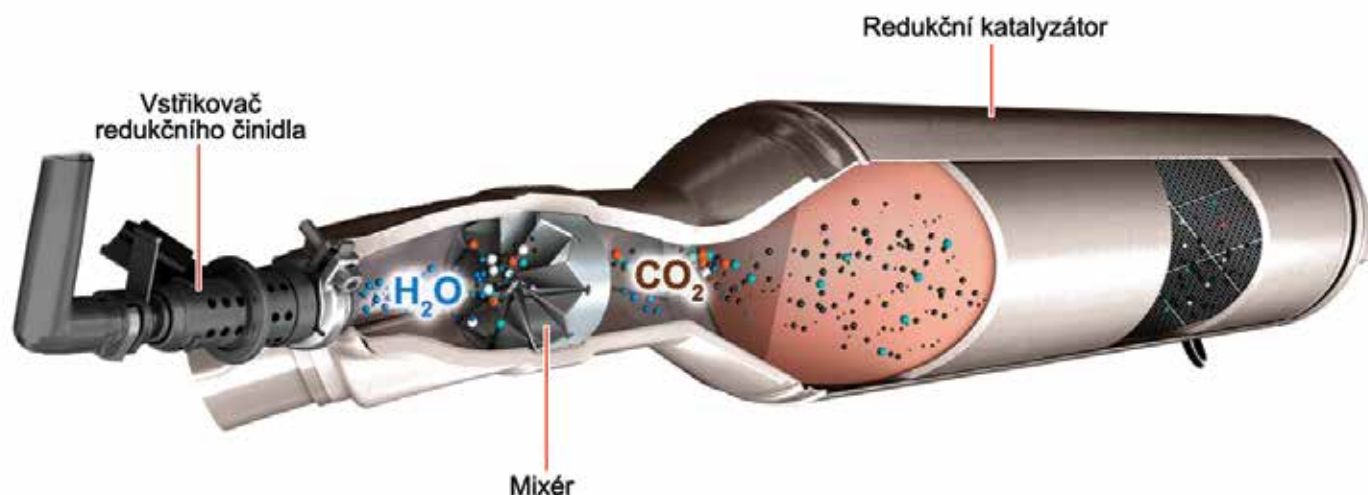


Hydrolytická část

Tato část systému je umístěna mezi vstřikovačem redukčního činidla a redukčním katalyzátorem. V hydrolytické části je instalován směšovač. Při vstřikování redukčního činidla se voda v redukčním činidle odpařuje

v důsledku tepla z výfukových plynů. Dochází k termolýze redukčního činidla, které se přeměňuje na amoniak a kyselinu isokyanovou.

Termolýza: Reakce, při níž se sloučenina odděluje od nejméně dvou jiných v důsledku zvýšení teploty.



Dále kyselina isokyanová podléhá tepelnému rozkladu, když reaguje s vodou. Na konci hydrolytické části se redukční činidlo rozkládá za vzniku

ku oxidu uhličitého a amoniaku. Amoniak je látka, která reaguje s oxidy dusíku v redukčním katalyzátoru. CO_2 je netoxický plyn.

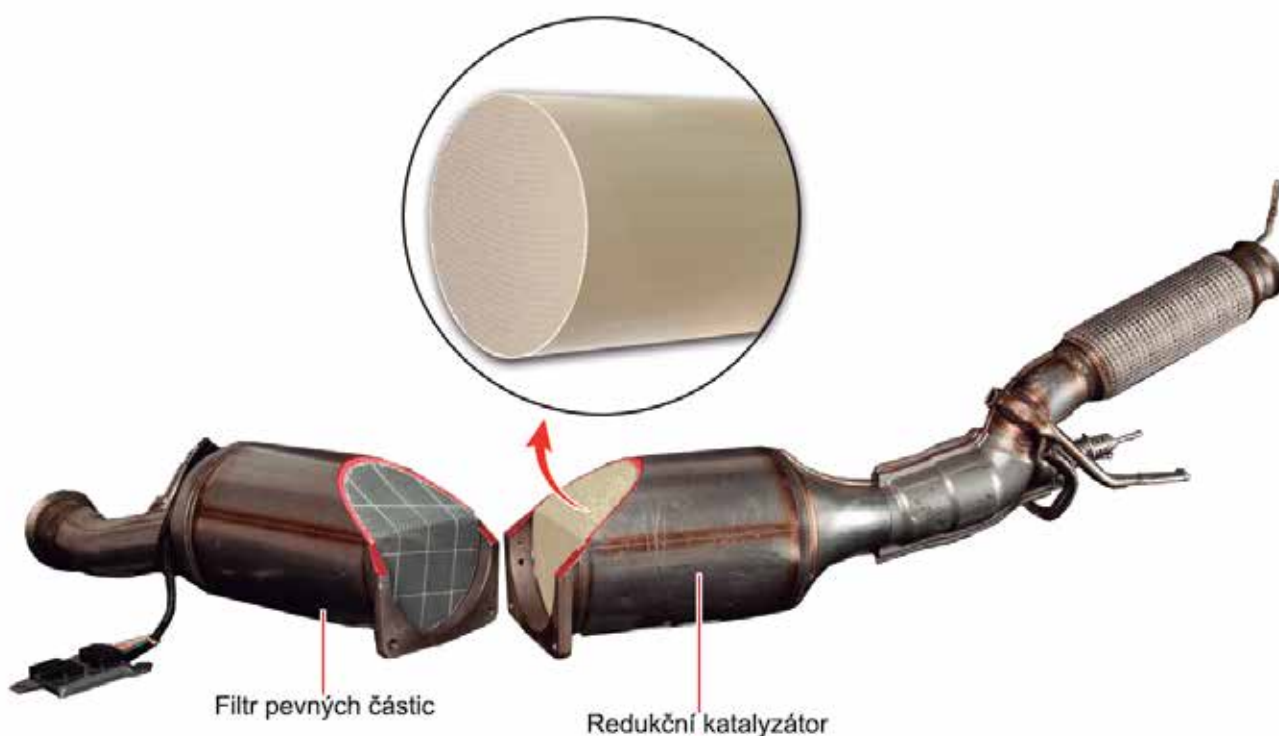
Hydrolyza: Chemická reakce mezi molekulou vody a jinou molekulou.

Redukční katalyzátor

Ten může být umístěn před nebo za filtrem pevných částic. Redukční katalyzátor se uvádí do provozu při teplotě od $200\text{ }^\circ\text{C}$. Uvnitř má keramické těleso s povlakem měděného zeolitu, který tvoří porézní strukturu složenou z hliníku, křemíku a mědi.

Výfukové plyny a čpavek, který vznikl v hydrolytické části systému, vstupují do katalyzátoru, kde čpavek reaguje s oxidy dusíku za vzniku

ku dusíku a vody. Tuto reakci vyvolává měděný zeolitový povlak, a proto se plyn na výstupu z redukčního katalyzátoru skládá z oxidu uhličitého (CO_2), vody (H_2O), kyslíku (O_2) a dusíku (N_2), což jsou prvky přirozeně přítomné v atmosféře.



Snímač NO_x

Je umístěn na výstupu z redukčního katalyzátoru. Jeho funkce je velmi podobná funkci širokopásmového kyslíkového snímače a elektrický proud, který generuje, se pohybuje v řádu mikroampérů. Proto je

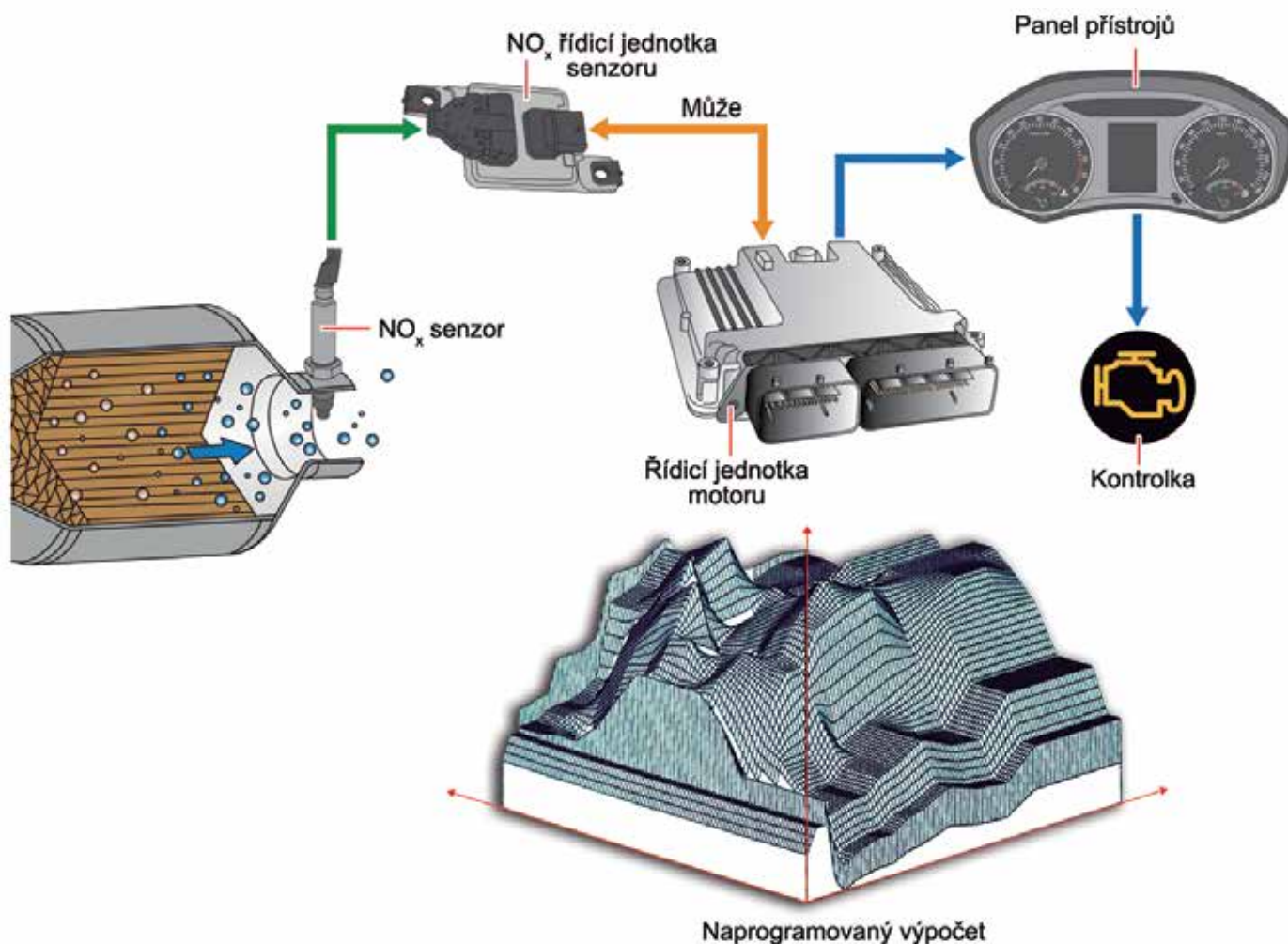
spojen s řídicí jednotkou snímače NO_x , která je blíže k řídicí jednotce motoru. Délka kabelu snímače ovlivňuje intenzitu signálu.



Řídicí jednotka snímače NOx

Tato jednotka řídí signál snímače NOx a zajistí jeho převedení do řídicí jednotky přes rozhraní CAN-Bus. Řídicí jednotka může následně vypočítat výkon redukčního katalyzátoru a sleduje systém SCR jako další funkci systému EOBD, který kontroluje elektronické součástky sledující znečištění.

Elektronická řídicí jednotka motoru srovnává průměrnou hodnotu s hodnotou naprogramovanou v kalkulačním modelu. Pokud výkon není odpovídající, kontrolka emisí výfukových plynů je aktivována.



PŘÍKLADY VÝROBCŮ, KTEŘÍ POUŽÍVAJÍ SYSTÉM REDUKCE NOX ADBLUE

Mnoho výrobců zabudovalo tento systém do svých vozidel se vznětovými motory, aby splnili homologační normy, každý z nich používá jiný název:

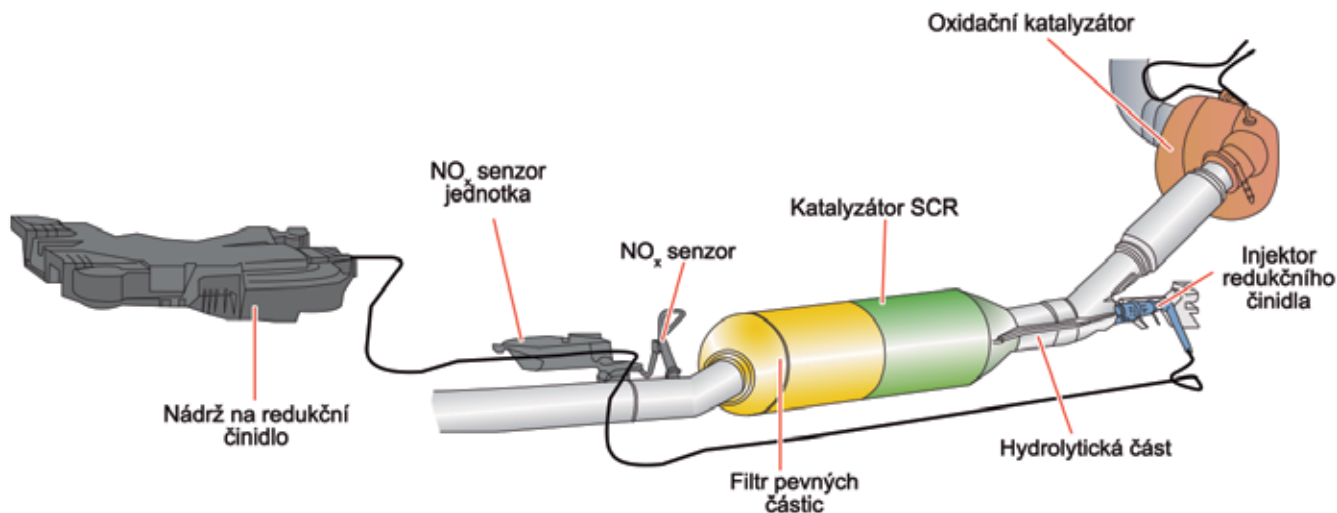
- Skupina PSA "BlueHDi"
- Mercedes Benz "BlueTEC"
- BMW "Blue Performance"
- Bosch "DENOXTRONIC"

První dva příklady jsou popsány níže.

Skupina PSA, BlueHDi

Jedná se o iniciativu skupiny PSA pro splnění normy Euro 6 začleněním systému **selektivní katalytické redukce (SCR)**, který využívá redukční činidlo ke snížení emisí **oxidů dusíku**. Obchodně se nazývá **BlueHDi** a prvním modelem, který tento systém využíval, byl Citroën

Grand C4 Picasso. Struktura čištění výfukových plynů se skládá z **oxidačního katalyzátoru vznětových motorů (DOC)**, katalyzátoru **SCR** a **filtru pevných částic (FAP)**.



Fungování systému BlueHDi je v podstatě stejné jako v předchozích částech.

- Kapalina AdBlue je vstřikována do výfukového potrubí.
- Vstřikovaná kapalina AdBlue se mísí s výfukovými plyny ve směšovači, který homogenizuje výfukové plyny s rozprašovaným činidlem.
- Homogenizovaná směs prochází redukčním katalyzátorem SCR, kde se při setkání s uloženými oxidy dusíku přeměňuje na vodní páru (H_2O) a dusík (N_2).

Nádrž, která se používá k uskladnění redukčního činidla AdBlue, má obvykle objem 17 litrů.

V tomto případě se skupina PSA rozhodla umístit **redukční katalyzátor SCR** před filtr pevných částic a do blízkosti výfukového potrubí, aby mohl rychle dosáhnout své pracovní teploty. Tímto způsobem může začít účinně pracovat již od prvních fází zahřívání motoru. Cílem je, aby byl plně funkční i při jízdě ve městě.

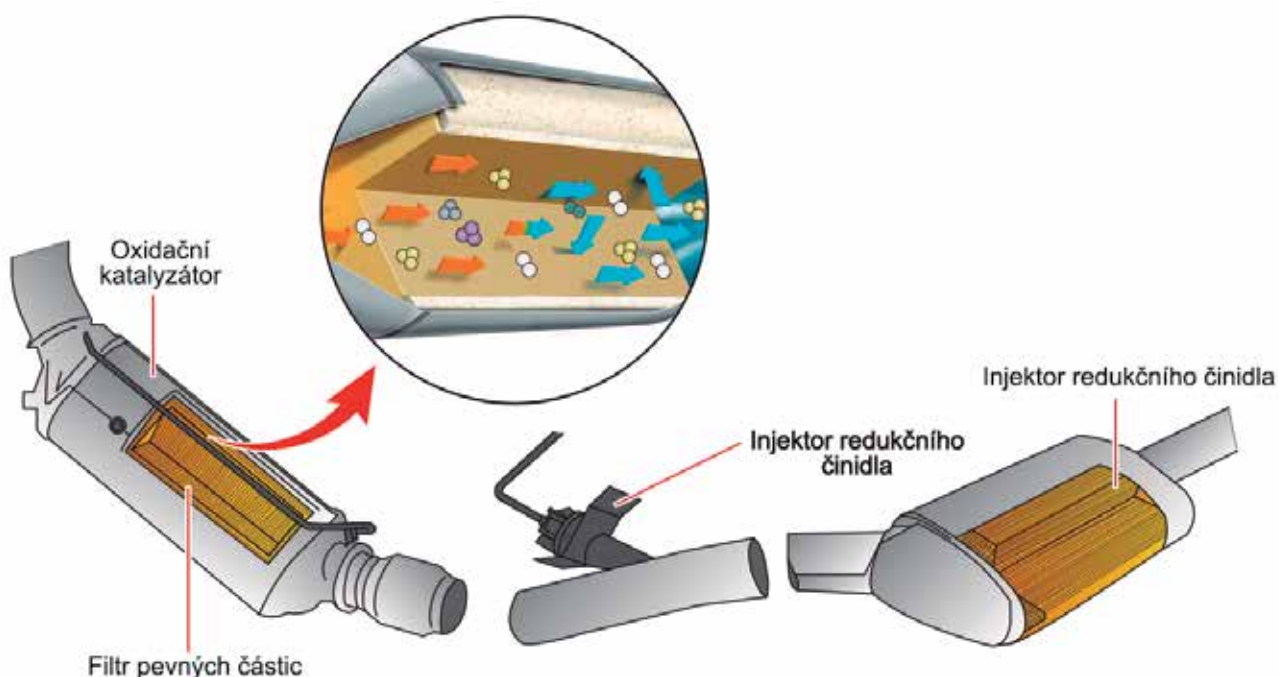
Skupina PSA navíc nabízí některé své modely BlueHDi s možností kombinace motoru se systémem SCR spolu se systémem **Stop & Start** a účinnější automatickou převodovkou nazvanou **Efficient Tronic Gearbox ETG6**. Tyto modely dokáží snížit emise oxidů dusíku NO_x ze 180 mg/km na 80 mg/km.

Technologie BlueHDi je k dispozici v modelových řadách Peugeot, Citroën a DS. Celkově se jim podařilo snížit emise NO_x o 90 % a emise CO_2 o 2 až 4 % ve srovnání s běžnými dieselovými vozy.

Mercedes Benz, BlueTEC

Společnost Mercedes Benz zavedla systém **selektivní katalytické redukce SCR** využívající **redukční činidlo AdBlue** do řady motorů použitelných pro následující modely: E350, ML350, GL350 a R350.

Struktura systému se skládá z **oxidačního katalyzátoru** spolu s filtrem pevných částic, vstřikovače redukčního činidla a **redukčního katalyzátoru SCR** na konci výfukového potrubí.



Před použitím vstřikovače redukčního **čínidla** byl u prvních vozidel se systémem BlueTEC mezi oxidační katalyzátor a filtr pevných částic přidán katalyzátor NOx (DeNOx). Jedná se o **neselektivní** metodu redukce oxidů dusíku, která využívá příslušné chemické sloučeniny katalyzátorů. **Katalyzátor DeNOx** je spolu s **redukčním katalyzátorem SCR** zodpovědný za redukci oxidů vznikajících při neúplném spalování.

Při provozu s chudou směsí DeNOx shromažďuje plyny NOx, které se pak ve fázi regenerace přeměňují na N₂ a H₂O. Při provozu s bohatou směsí vzniká amoniak, který se ukládá v katalyzátoru SCR,

kde se později spotřebovává při chudé směsi. Filtr pevných částic je zodpovědný za zachycování pevných částic sazí. Během vytváření chudé směsi, oxidy NOx - které nemohly být zachyceny v DeNOx, jsou přeměňovány na molekulární dusík a vodu v katalyzátoru SCR pomocí uloženého amoniaku.

Protože tento systém nestačí ke splnění norem Euro 6 a je dražší, byla zvolena ekonomičtější a **účinnější** varianta. Tato možnost spočívá ve vynechání katalyzátoru DeNOx a použití vstřikovače AdBlue ke vstřikování látek potřebných k redukci NOx přímo do katalyzátoru SCR.

ÚDRŽBA SYSTÉMŮ REDUKCE NOX ADBLUE

Aby byla zajištěna správná funkce systému redukce NOx s AdBlue, musí být redukční čínidlo pravidelně doplňováno. Tuto operaci může provést uživatel vozidla bez nutnosti návštěvy servisu, pokud se nevykytne žádná závada související se systémem. Není nutná ani žádná forma vynulování nebo resetování diagnostickým zařízením, protože je k dispozici skutečný snímač hladiny.

Emisní normy Euro 5 vyžadují, aby vozidla, která používají k úpravě výfukových plynů **čínidlo nebo aditivum**, měla systém **pro zablokování spouštění motoru** v případě nepřítomnosti tohoto čínidla nebo v případě závady, která zvyšuje úroveň emisí nad úroveň stanovenou normou.

Systém je naprogramován tak, aby řidiče včas a trvale varoval akustickým a vizuálním signálem prostřednictvím přístrojové desky. Uživatel tak může doplnit redukční čínidlo dříve, než řídicí jednotka zabrání nastartování motoru.



Indikace na přístrojové desce

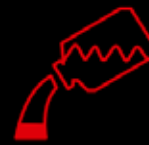
- **Indikace nízké hladiny redukčního čínidla AdBlue.** Obsahuje také údaj o dojezdu v kilometrech, který zbývající redukční čínidlo v nádrži umožní.
- **Indikace prázdné nádrže redukčního čínidla AdBlue.** Indikuje potřebu doplnit redukční čínidlo AdBlue. Pokud není redukční čínidlo doplněno, nelze vozidlo po zastavení nastartovat. K dispozici je diagnostické zařízení, které umožňuje překonat blokování nastartování motoru, aby bylo možné ujet až 50 kilometrů.
- **Indikace týkající se možných závad v systému SCR.** V závislosti na povaze závady je systém SCR naprogramován tak, aby umožnil omezenou činnost motoru před zabráněním nastartování motoru nebo přímo zakázal nastartování motoru po jeho zastavení.



Doplnění AdBlue
2 400 km



Doplnění AdBlue
Motor nenastartuje za
1 000 km



Doplnění AdBlue
Motor není možné
nastartovat

Eure!Car[®]

CERTIFIED MASTERCLASSES

techn

auto



bilsteingroup[®]



SWAG



BOSCH



brembo

Continental



KYB

Our Precision, Your Advantage

MAHLE

**MANN
FILTER**

PHILIPS

SCHAEFFLER

SKF[®]



Brand of NTN corporation

Technical education for professional automotive repairers

www.eurecar.org





EureTechFlash aims to demystify new technologies and make them transparent, to stimulate professional repairers to keep pace with technology.

Complementary to this magazine, EureTechBlog provides weekly technical posts on automotive topics, issues and innovations.

Visit and subscribe to EureTechBlog on www.euretechblog.com

Eure!Car
CERTIFIED MASTERCLASSES

Úroveň technické kvalifikace mechaniků je velmi důležitá a v budoucnu může hrát rozhodující roli pro samotnou

sídlí v belgickém městě Kortenberg (www.ad-europe.com). Program Eure!Car zahrnuje ucelenou řadu velmi kvalitních technických školení pro profesionální mechaniky, která se konají pod záštitou národních organizací AD a jejich distributorů ve 48 zemích.

existenci autoservisu.

Eure!Car je iniciativa společnosti Autodistribution International, která

Navštivte stránky www.eurecar.org, kde najdete více informací a můžete si vybrat školicí kurz.

industrial partners supporting Eure!Car



Advanced Driving Assistance Systems



Vyloučení odpovědnosti: informace uvedené v tomto zpravodaji nejsou vyčerpávající a jsou poskytovány pouze k informačním účelům. Vydavatel nenes odpovědnost za informace zveřejněné příspěvateli.