

AVTOMOBIL BENZINLARINING DETONASIYAGA CHIDAMLILIGI VA DETONATSION YONISH

Benzin normal yonganda alanganing tarqalish tezligi 25...35 m/s oralig'ida bo'ladi. Ma'lum sharoitlarda normal yonish portlab yonishga, ya'ni detonatsion yonishga aylanishi mumkin; bunday yonishda molekulalar tezligi 1500...2500 m/s ga yetadi. Bunda hosil bo'ladigan detonatsion to'lqinlar silindr devorlariga ko'p marta urilib, jarangdor metall tovushlarini hosil qiladi, dvigatel titraydi, chiqayotgan gazlarda payti-payti bilan qora tutun yoki sariq alanga paydo bo'ladi. Dvigatel quvvati kamayadi, uning detallari qizib ketadi. Qizish natijasida detallar yeyilishi tezlashadi, ularda darzlar paydo bo'lishi, porshen tubi va klapanlar kuyishi mumkin. Detonatsiya yonish jarayonining oxirida, yonuvchi aralashmaning ko'p qismi yonib bo'lganda sodir bo'ladi. Dvigatelni uzoq vaqt detonatsion yonish rejimida ishlatish mumkin emas.

Detonatsion yonishda gazlardan yonish kamerasi devorlariga issiqlik uzatilishi keskin ortadi, dvigatel qizib ketadi, yonish kamerasi sirti, porshen tubi va shatun podshipniklarining antifriksion qoplamalarida buzilishlar sodir bo'lishi mumkin, silindrlar bloki va kallagi orasidagi zichlagich kuyadi. Porshen halqalari va silindr ko'zgusi yeyilishi tezlashadi, chunki detonatsion to'lqinlar silindrlar sirtidan ko'p marta urilib-qaytib, ulardagi moyini yuvib ketadi. Benzinning va chala yongan mahsulotlarning bir qismi to'liq yongan mahsulotlar bilan aralashib ketadi va natijada yonmaydi. Shu sababli dvigatel quvvati kamayadi, benzin sarfi ortadi, tutun ko'payadi va chiquvchi gazlarda alanga paydo bo'ladi.

Detonatsiya paydo bo'lishiga va uning tezligiga konstruktiv va ekspluatatsion omillar ta'sir qiladi.

Konstruktiv omillarga siqish darajasi, silindrlar diametri, yonish kamerasining shakli, kallak va porshen materiali, shamning o'rnatilish joyi va boshqalar kiradi.

Siqish darajasi ortganda ishchi aralashmaning bosimi va harorati ham ortadi. Demak, siqish darajasi qanchalik katta bo'lsa, detonatsiya sodir bo'lish ehtimoli shunchalik ko'p bo'ladi. Silindrning diametri katta bo'lgan dvigatellarda yonish kamerasini sovitish sharoitlari yomonlashganligi va buning natijasida ishchi aralashma harorati ko'tarilganligi tufayli detonatsiya sodir bo'lish ehtimoli kuchayadi.

Yonish kamerasining shakli ixcham bo'lishi, qizib ketadigan va o't oldirish shamlaridan sezilarli uzoqlashgan joylarining bo'lmashligi kerak.

Kallakni va porshenni cho'yandan emas, balki alyumin qotishmasidan tayyorlab, yonish kamerasidan issiqlik uzatilishini sezilarli yaxshilash va natijada ishchi aralashma haroratini pasaytirish mumkin, demak detonatsiya sodir bo'lishi ehtimolini ham kamaytirish mumkin.

Detonatsiyaning oldini olish maqsadida o't oldirish shamlarini eng qizigan zonada – chiqarish klapani yaqinida joylashtiriladi. Bunda birinchi navbatda ishchi aralashmaning eng qizigan qismi alanganadi. Ba'zi dvigatellarda sham qiya holda yon tomondagi o'yiqlikda – silindr kallagi devorining eng qizigan joyida joylashtiriladi.

Ekspluatatsion omillarga o't oldirish ilgariligi burchagi, tirsakli valning aylanishlar chastotasi, atrof-muhitdagi havoning harorati va namligi, yonuvchi aralashma tarkibi, porshen guruhidagi yopishma qatlamlar miqdori, sovituvchi suyuqlik harorati va h.k.lar kiradi.

O't oldirish ilgariligi burchagi kamayishi bilan dvigatelda detonatsiya sezilarli kamayadi yoki batamom yo'qoladi. Buning sababi – detonatsiya jarayoni rivojlanishiga

vaqtning kamayishi va porshen ishchi yo'li paytida silindrdagi gazlarning harorati va bosimi pasayishidir.

Tirsakli val aylanishlar soni ortishi bilan detonatsiya kamayadi, chunki alanga tarqalishining tezligi ortishi hisobiga ishchi aralashmaning yonish kamerasida bo'lish vaqti qisqaradi.

Havoning yuqori namligi ham detonatsiya kamayishiga olib keladi. Yozda atrofdagi havoning harorati yuqori bo'lgan davrda detonatsiya qishdagiga nisbatan ko'proq namoyon bo'ladi. Dvigatel kambag'al va ancha boy yonuvchi aralashmalarda ishlaganda detonatsiya kamayadi. Porshen tubidagi so'xta siqish darajasini orttiradi, gaz haroratini ko'taradi va shu bilan detonatsiya sodir bo'lish ehtimolini kuchaytiradi. Porshen halqalari zonasida so'xta hosil bo'lishi issiqlik uzatilishini qiyinlashtiradi, porshen va yonish kamerasidagi gazlar haroratini ko'taradi va natijada detonatsiya sodir bo'lishi ehtimolini oshiradi.

Dvigatelda yonish jarayoniga sovituvchi suyuqlikning harorati ham sezilarli ta'sir qiladi. Bu harorat ortishi bilan silindr devorlaridan issiqlikni olib ketish qiyinlashadi, yonish kamerasidagi ishchi aralashmaning harorati ko'tariladi, natijada detonatsiya vujudga kelishi ehtimoli kuchayadi. Dvigatel sovitish tizimiga texnikaviy xizmat ko'rsatish qoidalariga rioya qilinmaganida suv qobig'ida quyqa hosil bo'ladi; bu qatlamning issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'lib, buning natijasida silindr-porshen guruhi detallari va ishchi aralashma harorati ko'tariladi, bu esa detonatsiya paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin.

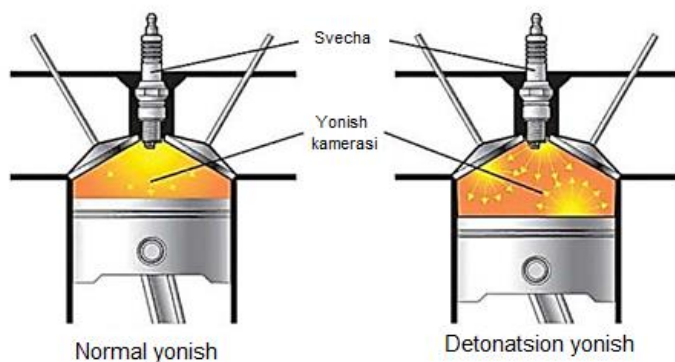
Yonilg'ilarning detonatsiyaga chidamliligi uning majburan alangalanadigan dvigatellarda detonatsiyasiz yonish qobiliyatini tavsiflaydi.

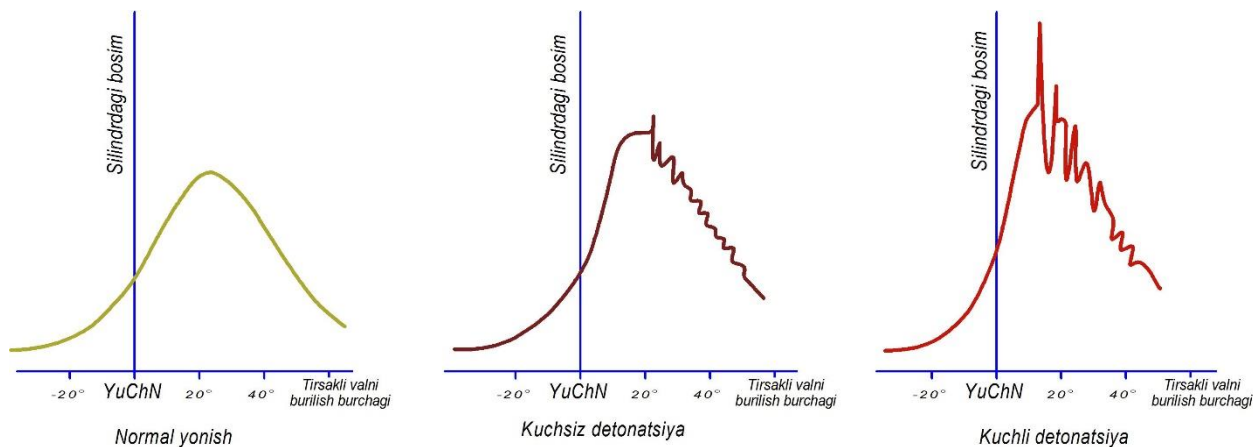
Yonilg'ilarning detonatsiyaga chidamliligi uning majburan alangalanadigan dvigatellarda detonatsiyasiz yonish qobiliyatini tavsiflaydi.

Detonatsiya. *Detonatsiya* (detonatsiyali yonish) – bu majburan alangalanadigan dvigatellarda ishchi aralashma nonormal yonishining bir turidir.

Detonatsiya paydo bo'lishining fizikaviy sharoiti shundaki, aralashmaning bir qismi, unga alangalanish o'chog'idan alanga fronti yetib kelguncha, o'z-o'zidan alangalanish haroratidan yuqori haroratgacha qiziydi. Bunda paydo bo'ladigan o'z-o'zidan alangalanish – portlash tavsifiga ega bo'lib, tovushdan katta tezlikda zarbiy (detonatsiyali) to'lqin ko'rinishida tarqaladi (1-rasm).

Detonatsiyaning tashqi ko'rinishi – yonish kamerasi devorlaridan qaytarilayotgan detonatsiya to'lqinlaridan hosil bo'ladigan yuqori tondagi shovqinli metall tovushidir.





1-rasm. Detonatsion yonish

Detonatsiyasiz dvigatel ishini ta'minlashda asosiy rolni yonilg'ining detonatsiyaga chidamliligi o'taydi.

Benzinning detonatsion chidamliligiga uning kimyoviy tarkibiga kiruvchi uglevodorodlar kuchli ta'sir qiladi. Normal parafin uglevodorodlar bug' fazasida oson oksidlanadilar va shu sababli detonatsiyaga moyildirlar. Parafin uglevodorodlarning molyar massasi qanchalik katta bo'lsa, ular shunchalik oson oksidlanadilar. Aromatik uglevodorodlar oksidlanishga chidamli bo'ladi va yuqori detonatsion chidamlilikka ega. Naften va to'yinmagan uglevodorodlar detonatsiyaga moyillik bo'yicha parafin va aromatik uglevodorodlar oralig'ida joylashadi.

Shunday qilib, fraksion tarkibi bir xil bo'lgani holda, tarkibida izomerli parafin uglevodorodlari va aromatik uglevodorodlar miqdori ko'p bo'lgan benzin, tarkibida normal parafin uglevodorodlari ko'p bo'lgan benzina nisbatan, yaxshi antidetonatsion xossalarga ega bo'ladi. Guruhli kimyoviy tarkibi bir xil bo'lgani holda fraksion tarkibi yengil bo'lgan benzin, fraksion tarkibi og'irroq bo'lgan benzina nisbatan detonatsion chidamliligi yaxshiroq bo'ladi.

Detonatsiyaga chidamlilik yonilg'ining **oktan soni** (OS) bilan baholanadi. Foydalanilayotgan yonilg'ining OS qanchalik katta bo'lsa (boshqa sharoitlar bir xil bo'lgan taqdirda) detonatsiya sodir bo'lishi ehtimoli shunchalik kam bo'ladi.

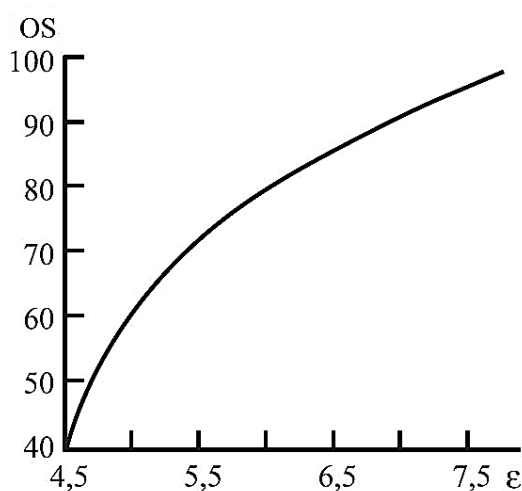
Oktan soni. Yonilg'ining *oktan soni* – uning detonatsiyaga chidamliligini o'lchaydigan shartli birlikdir. Oktan soni son bo'yicha sinovning standart sharoitida ushbu yonilg'ining detonatsiyaga chidamliligiga ekvivalent bo'lgan *Etalon yonilg'i* (aralashma – izooktan $n\text{-C}_8\text{H}_{18}$ bilan normal geptan $n\text{-C}_7\text{H}_{17}$) tarkibidagi izooktanning hajm bo'yicha foiz salmog'iga teng bo'ladi. Izooktanning detonatsiyaga chidamliligi 100 ga teng deb, n-geptanning detonatsiyaga chidamliligi esa 0 ga teng deb qabul qilingan. Etalon aralashma tarkibidagi bu komponentlar miqdorini o'zgartirib, uning detonatsiyaga chidamliligini 0 dan 100 gacha o'zgartirish mumkin. Masalan, agar *Etalon aralashmada* hajmi bo'yicha 80 % izooktan va 20% geptan bo'lsa, bunday aralashmaning OS 80 ga teng bo'ladi.

Yonilg'ilarni sinash sharoiti va rejimlari bo'yicha OS ni aniqlashning *motor* va *tadqiqot metod* lari mavjud.

Motor metodi transportning shaharlararo harakatiga xarakterli bo'lgan dvigatelning katta va uzoq muddatli yukida kuchaytirilgan rejimda ishini imitatsiya qiladi.

Tadqiqot metodi esa shahar ichidagi harakatga xarakterli bo‘lgan yuki kam bo‘lgan rejimni imitatsiya qiladi. Turli metodlarda olingan OS qiymatlari bir-biridan farq qiladi. Shuning uchun ularning belgilanishiga mos indekslar kiritiladi: OSM – motor metodi bo‘yicha olingan OS, OST – tadqiqot metodi bo‘yicha olingan OS, OSM va OST qiymatlari laboratoriya dvigatellari sharoitida olinadi. Bu sharoit ekspluatatsiya sharoitidan farq qiladi.

Benzinlarning detonatsiyaga chidamliligi standartlashtirilgan bir silindrli dvigatellarning ko‘rsatkichlari bo‘yicha sinalayotgan yonilg‘ining oktan soni berilgan ish rejimida aniqlanadi.



2-rasm. Oktan sonining siqish darajasiga bog‘liqligi egri chizig‘i (IT9-2 qurilmasi)

UIT-65 qurilmasida aviatsiya va avtomobil yonilg‘ilari va ularning komponentlarining oktan soni motor metodi bilan GOST 511-82 bo‘yicha va tadqiqod metodi bilan (faqat avtomobil yonilg‘ilari va ularning komponentlari uchun) GOST 8226-82 bo‘yicha aniqlanadi. Bu metodlarning farqi sinash rejimida: motor metodi (MM) – qattiq rejimda (900 ayl/min) o‘tkaziladi; tadqiqod metodi (TM) – yumshoq rejimda o‘tkaziladi (600 ayl/min). Natijada tadqiqod metodi bo‘yicha aniqlangan oktan soni motor metodida aniqlangan oktan soniga nisbatan biroz kattaroq bo‘ladi. Bu farqlik *yonilg‘ining detonatsiyaga sezgirligi* deyiladi.

Yonilg‘ining oktan sonini oshirish maqsadida ularga etilli suyuqlik qo‘shiladi, uning tarkibida antidetonatsion prisadka – tetraetilqo‘rg‘oshin (TEQ) va boshqa komponentlar qo‘shilgan.

Normal parafinli uglevodorodlarning detonatsiyaga chidamliligi eng kichik (1-jadval). Uglerod atomlarining qatori uzunlashgani sari, ya’ni molekulyar massasining kattalashgani sari, normal parafinli uglevodorodlarning detonatsiyaga chidamliligi kamayadi. Normal parafinli uglevodorodlarning o‘ziga xos xususiyati shundaki, ularning detonatsiyaga chidamligi qanchalik past bo‘lsa tetraetilqo‘rg‘oshinga bo‘lgan qabulchanligi shuncha yuqori bo‘ladi.

1-jadval

Turli gomologik qatordagi uglevodorodlarning oktan soni va navlari

Uglevodorodlar	Oktan soni*		Navi, 1,6 g/dm ³ TEQ
	MM	TM	
Parafin			
Metan	110	107,5	—
Etan	104	107,1	—

Propan	100	105,7	—
n-Butan	90,1	93,6	150
2-Metilpropan (izobutan)	97,6	101,1	160
n-Pentan	61,9	61,7	—
2-Metilbutan (izopentan)	90,3	92,3	142
n-Geksan	26,0	24,8	-100
2,2-Dimetilbutan	93,4	91,8	152
2,3-Dimetilbutan	94,3	101,7	205
2-Metilpentan	73,5	73,4	66
3-Metilpentan	74,3	74,5	66
n-Heptan	0	0	-200
2,2-Dimetilpentan	95,6	92,8	143
2,3-Dimetilpentan	88,5	91,1	143
2,4-Dimetilpentan	83,8	83,1	83
2,2,3-Trimetilbutan	101,3	—	238
<i>Naften</i>			
Siklopentan	85,0	—	315
Metilsiklopentan	80,0	91,3	200
Etilsiklopentan	61,2	67,2	115
Siklogeksan	77,2	83,0	188
Metilsiklogeksan	71,1	74,8	120
Etilsiklogeksan	40,8	46,5	-15
<i>Aromatik</i>			
Benzol	106,0–108,0	113,0	220
Toluol	101,0	112,5	250
Etilbenzol	97,9	103,6	250
o-Ksilol	100,0	100,0	-15
m-Ksilol	103,0	—	265
p-Ksilol	103,0	—	265
Izopropilbenzol	99,3	105,9	280
n-Propilbenzol	98,7	105,1	330
1,3,5-Trimetilbenzol	—	—	369
uch-Butilbenzol	—	—	365
ikki-Butilbenzol	95,3	—	270

* MM – motor metodi; TM – tadqiqot metodi.

Izoparafinli uglevodorodlar normal uglevodorodlarga nisbatan ancha yuqori detonatsion chidamlilikka ega. Bir xil kimyoviy strukturali izoparafinli (normal) uglevodorodlarning to‘g‘ri zanjirda uglerod atomi sonlari ortishi bilan detnatsion chidamliligi kamayadi. 2,2,3-trimetilbutan eng yuqori detonatsion chidamlilikka ega, uning oktan soni motor metodi bilan aniqlanganda 102 ga, tadqiqod metodi bilan aniqlanganda esa 105,8 ga teng.

Detonatsiyaga chidamliligi yuqori bo‘lganligi uchun izoparafinli uglevodorodlardan yuqori oktanli benzinlarni kompaundlashda keng foydalaniladi.

Aromatik ugluvodorodlar yuqori detonatsion chidamlilikka ega. Aromatik uglevodorodlar massasining kattalashishi ularning detonatsiyaga chidamliligiga ta’sir etmaydi. Meta- va parapolajeniyalarda metil guruhlarning ko‘payishi detonatsion chidamlilikni oshiradi, orto polojenichtlarda esa – uning keskin pasayishiga olib keladi (masalan, o-ksilol). Yondagi tarmoqda ikkilangan bog‘lanishlar aromatik uglevodorodlarning detonatsiyaga chidamliligini oshiradi, uzun tarmoqlanmagan

bog'lanishlar esa – kamaytiradi. 1-jadvaldan ko'rinadiki, 1,3,5-trimetilbenzol (mezitilen), n-propilbenzol, *uch*-butilbenzollar eng yuqori detonatsion chidamlilikka egalar. Benzinlarni kompaundlashda taluol, ksilollar, izopropilbenzollardan aromatik komponentlar sifatida foydalaniladi.

Avtomobil benzinlarida benzolning miqdori, uning oktan ko'rsatkichlari juda yuqori bo'lishiga qaramasdan, ekologik nuqtai nazardan kelib chiqib oxirgi yillarda keskin limitlanmoqda – GOST R 51105-97 va GOST R 51313-99 bo'yicha 5%.

Naftenli uglevodorodlar detonatsiyaga chidamliligi bo'yicha normal parafinli va aromatik uglevodorodlar oralig'ida joylashgan. Naftenlar orasida siklopentan eng yuqori detonatsion chidamlilikka ega (oktan soni 85).

Yonilg'ining oktan sonini oshirish maqsadida unga etilli suyuqlik qo'shiladi, bunday yonilg'ilarni etillangan deyiladi. Motor va tadqiqod metodlari bo'yicha qurilmalarda 100 dan yuqori bo'lgan oktan sonini aniqlashning shart sharoitlari 100 gacha bo'lgan oktan sonini aniqlashning shart-sharoitlariga to'lig'icha mos, farqi faqat shundaki, unda etalon sifatida tetraetilqo'rg'oshin miqdori boshqacha bo'lgan kimyoviy toza izoktan aralashmalaridan etalon sifatida foydalaniladi. Sinalayotgan nahmunaga ekvivalentli (teng miqdorda) etalon – izoktan + tetraetilqo'rg'oshin tanlanadi, uning uchun 2-jadvaldan oktan sonining mos qiymati topiladi.

Tadqiqod va motor metodlari bo'yicha aniqlangan benzinlarning oktan sonlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Tarkibida turli miqdorda TEQ bo'lgan kimyoviy jihatdan toza izooktanning oktan soni (OS)

TEQ, sm ³ /kg	OS	TEQ, sm ³ /kg	OS	TEQ, sm ³ /kg	OS
0,05	101,6	0,60	111,2	1,30	116,4
0,10	103,1	0,65	111,7	1,40	116,9
0,15	104,3	0,70	112,2	1,50	117,4
0,20	105,4	0,75	112,7	1,60	117,8
0,25	106,4	0,80	113,0	1,70	118,2
0,30	107,3	0,85	113,5	1,80	118,6
0,35	108,1	0,90	113,9	1,90	119,0
0,40	108,8	0,95	114,2	2,00	119,4
0,45	109,5	1,00	114,6	2,10	119,7
0,50	110,0	1,10	115,2	2,20	120,0
0,55	110,7	1,20	115,8	2,30	120,3

3-jadval

Turli benzinlar va ularning komponentlari oktan sonlari (OS)

Nomi	Oktan soni*, kam emas		Navi, kam emas	Qo‘shimchalarnin g miqdori, ko‘p emas
	OSM	OST		
Avtomobil benzini				
GOST 2084-77 bo‘yicha:				Qo‘rg‘oshin, g/dm ³ :
A-72 (etillanmagan)	72	Me‘yorlan- maydi	—	0,013
A-76 (etillanmagan)	76	Me‘yorlan- maydi	—	0,013
A-76 (etillangan)	76	Me‘yorlan-	—	0,17

		maydi		
AI-91	82,5	91	—	0,013
AI-93	85	93	—	0,013
AI-95	85	95	—	0,013
GOST R 51105-97 bo'yicha:				
Normal-80	76	80	—	0,010
Regulyar-91	82,5	91	—	
Premium-95	85	95	—	
Super-98	88	98	—	
Yaxshilangan ekologik ko'rsatkichli, O'zDSt 3031:2015 bo'yicha:				
AI-80 K2	76	80	—	0,010
AI-92 K3	83	91	—	
AI-95 K4	85	95	—	
AI-98 K5	85	98	—	
Aviatsiya benzinlari				TEQ, g/kg:
B-70	70	—	—	—
B-91/115	91	—	—	2,0
B-92	91,5	—	115	2,5
B-95/130	95	—	130	3,1
B-100/130	100	—	130	2,2
Benzin komponentlari				
Benzin:				
to'g'ri haydalgan	50–70	51–71	—	—
katalitik kreking G-43-107	80–82	91–93	—	—
katalitik riforming (qat'iy tejim)	82–90	91–99	—	—
Kokslash	69,8	84	—	—
Alkilbenzin	90–93	91–94	140**	—
Toluol neftdan olingan	Me'yorlanmaydi			
Ksilol fraksiyasi	90–99	100–108	—	
Avtomobil gaz yonilg'isi				
Siqilgan tabiiy gaz	105***	—	—	—
Suyultirilgan gazlar: PA	101,7–104,4	—	—	—
PBA	95,4–99,0	—	—	—

* OSM – motor metodida aniqlangan oktan soni; OST – tadqiqot metodida aniqlangan oktan soni.

** 1 kg benzinda 2,7 g TEQ qo'shilganda.

*** Me'yor (kam emas) GOST 27577–2000 bo'yicha.

Dvigatel detonatsiyasiz ishlashi uchun zarur bo'lgan oktan soni quyidagi empirik tenglama bo'yicha aniqlanishi mumkin:

$$OS = 125,4 - 413/S + 0,183D, \quad (1)$$

bu yerda, OS – motor metodi bo'yicha aniqlangan oktan soni; S – yonuvchi aralashmaning siqilish darajasi; D – dvigatel silindri diametri, mm.

Dvigatelning detonatsiyasiz ishlashini ta'minlash uchun ushbu dvigatel uchun mo'ljallangan oktan sonili benzindan foydalanish zarur. Tovar benzinlarining detonatsion chidamliligini oshirishning bir necha usullari mavjud: distillyatorni katalitik kreking va riforming jarayonlarida qayta ishlash; bazaviy benzinlarga yuqori oktanli

komponentlar qo'shish va antidetonatsion prisadkalarni qo'llash. Katalitik kreking va riforming bilan olingan benzinlar yuqori oktan soniga (tadqiqot metodi bo'yicha 95 gacha) ega.

Yuqori oktanli sintetik uglevodorod moddalari: spirtlar, efirlar, izooktan, izopentan, toluol, alkilbenzin, alkilatlarini qo'shimcha sifatida benzin tarkibiga kiritib, uning detonatsiyaga chidamliligini yaxshilash mumkin. Bu komponentlarni benzina 40% gacha miqdorda qo'shish mumkin. Yonilg'ilar OSni oshirishning yana bir usuli – unga 2% gacha aromatlarni qo'shishdir. Hozirgi paytda AQShda yuqori oktanli benzinlarga 10% gacha metanol qo'shiladi.

OSni oshirish uchun yonilg'iga maxsus moddalar – antidetonatorlar qo'shiladi.