

DOI: <https://doi.org/10.36719/2706-6185/22/192-197>

**Məhəbbət Gözəlov**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
magistrant

mgzlovprsnl@gmail.com

**Hikmət Əsgərov**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru

hikmat.asgarov@mail.ru

**Mustafa Vətənxah**

Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti  
magistrant

mustafavatanxah@gmail.com

## İKİ VURUŞLU VƏ DÖRD VURUŞLU MÜHƏRRİKLƏRİN MÜQAYİSƏLİ TƏHLİLİ

### Xülasə

İş üsuluna görə daxili yanma mühərrikləri iki vuruşlu və dörd vuruşlu mühərriklər olmaqla iki növdə təsnif edilir. İki vuruşlu və dörd vuruşlu mühərriklər, güc yaratmaq üçün bir termodinamik dövrdə uyğun olaraq iki və dörd vuruş həyata keçirən daxili yanma mühərrikləridir. Bu mühərriklər tez-tez bir-biri ilə müqayisə edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, hər iki dizayna malik mühərriklər özlərinin üstünlüklərinə və mənfi cəhətlərinə malikdir. Məsələn iki vuruşlu mühərriklər əməliyyat zamanı onun hissələri arasında daha az sürtünmə yaranır və bu da mexaniki səmərəliliyi artırır. Lakin iki vuruşlu mühərriklər dörd vuruşlu mühərriklərlə müqayisədə daha çox yanacaq sərfiyyatına malikdir. Tarixi nöqteyi-nəzərdən, bu önəmli qazanclara maraq iki və dörd vuruşlu mühərriklərin potensialının tətbiq edilməsi üçün bir çox önəmli araşdırmaların aparılmasına təkan verdi. Dünyaca bilinən tədqiqat, prototip və istehsal olunmuş iki vuruşlu və dörd vuruşlu mühərriklər performans, emissiya və yanacaq qənaəti üstünlükləri və əlavə inkişaf tələb edən sahələr üçün nəzərdən keçirilməkdədir. Bu mühərriklərin sxemləri, spesifik xüsusiyyətləri və emissiyaya nəzarət strategiyaları tərtib və müzakirə edilməkdədir. Bu günlərdə bir çox mühərrik istehsal edən şirkətlər bu dizaynlara malik mühərriklərin potensial faydalarının istehsal prosesində həyata keçirilməsi dərəcəsini araşdırmaq üçün yeni növ texnologiyalar və rəqəmsal idarəetmə strategiyalarına müraciət etməkdədirlər.

*Açar sözlər:* daxili yanma mühərrikləri, iki vuruşlu mühərriklər, dörd vuruşlu mühərriklər, yanma sistemləri, mühərrikin mərhələləri

**Mahabbat Gozalov**

Azerbaijan State Oil and Industry University  
master student

mgzlovprsnl@gmail.com

**Hikmet Asgarov**

Azerbaijan State Oil and Industry University  
Ph.D in Engineering

hikmat.asgarov@mail.ru

**Mustafa Vatanxah**

Azerbaijan State Oil and Industry University  
master student

mustafavatanxah@gmail.com

## Comparative analysis of two-stroke and four-stroke engines

### Abstract

According to the method of operation, internal combustion engines are classified into two types, two-stroke and four-stroke engines. Two-stroke and four-stroke engines are internal combustion engines that perform two and four strokes, respectively, in one thermodynamic cycle to generate power. These engines are often compared to each other. It should be noted that engines with both designs have their advantages and disadvantages. For example, two-stroke engines have less friction between their parts during operation, which increases mechanical efficiency. But two-stroke engines are more fuel efficient than four-stroke engines. Historically, interest in these significant gains has prompted many important studies to explore the potential of two- and four-stroke engines. World-renowned research, prototype and production two-stroke and four-stroke engines are being reviewed for performance, emissions and fuel economy advantages and areas requiring further development. The layouts, specifications and emission control strategies of these engines are being developed and discussed. These days, many engine companies are turning to new types of technologies and digital control strategies to explore the degree to which the potential benefits of engines with these designs are realized in the manufacturing process.

**Keywords:** *internal combustion engines, two-stroke engines, four-stroke engines, combustion systems, engine stages*

### Giriş

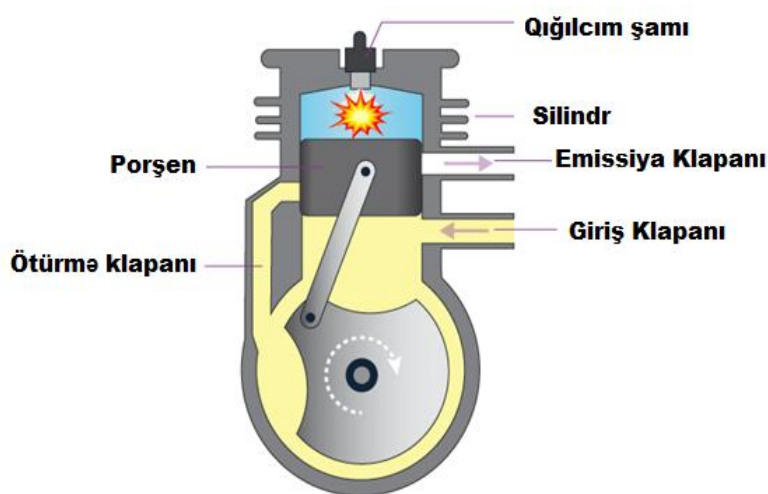
**İki vuruşlu mühərrik.** İki vuruşlu mühərrik yuxarı vuruşda sıxılma və alovlanma pillələrini və aşağı enişdə güc və işlənmiş addımları birləşdirir. Bu proses daha asan təmir üçün daha az hərəkətli hissə tələb edir, lakin daha az fırlanma momenti təmin edir.

İki addımlı prosesə aşağıdakılar daxildir:

1. Yuxarı vuruş (alovlanma/sıxılma): Porşen yuxarı qalxır, hava və yanacaq karterə daxil olur. Yanacaq-hava qarışığı sıxılır və alovlanır.

2. Aşağı eniş (güc/emissiya): Yanacaq alovlandıqdan sonra porşen aşağı itələnir və işlənmiş qaz xaric olur.

Hər iki mühərrik növünün müsbət və mənfi cəhətləri var. Dörd vuruşlu mühərriklər yaxşı performans göstərsələr və ümumiyyətlə 2 vuruşlu mühərriklərdən daha uzun müddət xidmət göstərsələr də, 2 vuruşlu mühərriklər 4 vuruşlu mühərriklərdən daha yüngül və sürətlidir (Shen, Zhang, Jiao, Kang, Kako, Ohata, 2015; Hossay, 2019).



Şəkil 1. İki vuruşlu mühərrikin quruluşu

**Dörd vuruşlu mühərrik.** Dörd vuruşlu mühərriklərdə dörd mərhələ, yəni sorma, sıxılma, güc və işlənmiş qazların emissiyası mühərrik silindrinin içərisində baş verir. Bu dörd mərhələ porşenin dörd vuruşunda tamamlanır (krank şaftının iki dövrü). Bu mühərrik işlənmiş qazların doldurulması və çıxışını idarə etmək üçün klapanlara malikdir. Klapanın açılması və bağlanması eksantrik mili üzərində quraşdırılmış kameralar tərəfindən idarə olunur. Eksantrik mili uyğun dişli və ya zəncirlərin köməyi ilə krank mili ilə idarə olunur. Eksantrik mili krank mili sürətinin yarısı qədər işləyir. Dörd vuruşlu mühərriklər iki vuruşlu mühərriklərlə müqayisədə yanacağa daha çox qənaət edir və ekoloji cəhətdən daha təmizdir. Onlar dörd mərhələdə fəaliyyət göstərirlər:

Daxili yanma mühərrikində baş verən mərhələlər aşağıdakılardır:

1. Sorma: daxiledici klapan açıq vəziyyətdə olur və yanacaq aşağıya doğru çəkilir.
2. Sıxılma: porşen yuxarıya doğru hərəkət etdikcə yanacaq sıxılır.
3. Güc: yanacaq sıxıldıqdan sonra mühərrikin gücünü istehsal etmək üçün alovlanır.
4. Emissiya: emissiya klapanı açılır və işlənmiş qazlar silindrdən çıxır.

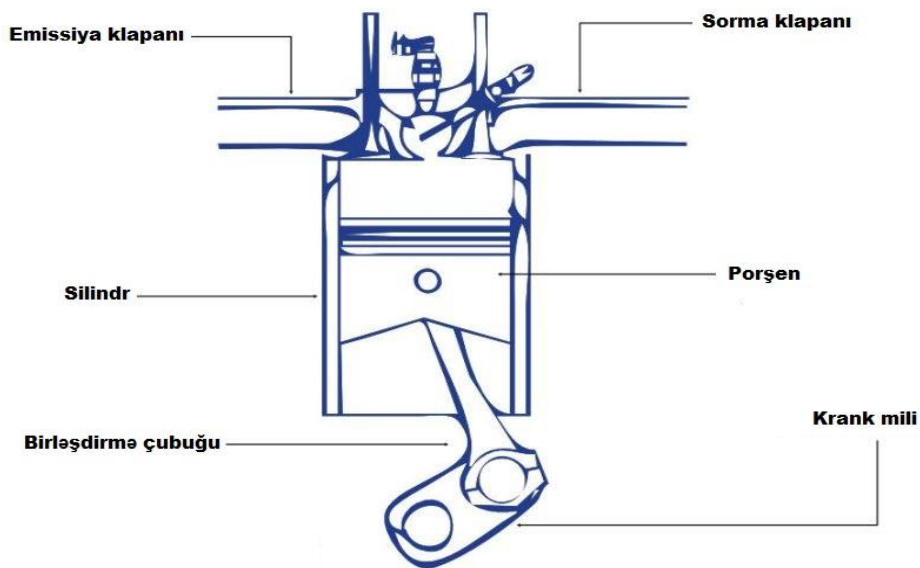
**Sorma vuruşu.** Sorma vuruşu zamanı giriş klapanı açılır və piston aşağıya doğru hərəkət edir. Silindr içərisinə yalnız hava və ya hava-yanacaq qarışığı sorulur. Bu vuruş zamanı emissiya klapanı qapalı vəziyyətdə qalır. Bu vuruş zamanı mühərrik silindrdəki təzyiq atmosfer təzyiqindən az olur.

**Sıxılma vuruşu.** Bu vuruş zamanı piston yuxarıya doğru hərəkət edir. Hər iki klapan bağlı vəziyyətdədir. Silindrdə alınan yük porşenin yuxarıya doğru hərəkəti ilə sıxılır. Yalnız hava sıxılırsa, dizel mühərrikində olduğu kimi, sıxılma vuruşunun sonunda dizel vurulur və sıxılmış havanın yüksək təzyiqi və temperaturu səbəbindən yanacağın alovlanması baş verir. Hava və yanacaq qarışığı silindrdə sıxılırsa, benzin mühərrikində olduğu kimi, qarışıq bir şamdan alovlanır.

**Güc vuruşu.** Yanacağın alovlanmasından sonra silindrdə porşeni aşağı itələyən çox yüksək təzyiqə səbəb olan böyük miqdarda istilik əmələ gəlir. Bu anda porşenin aşağıya doğru hərəkətinə güc vuruşu deyilir. Birləşdirici çubuq gücü porşendən dirsək şaftına ötürür və krank mili fırlanır. Güc vuruşu zamanı hər iki klapan bağlı qalır.

**Emissiya vuruşu.** Bu vuruş zamanı porşen yuxarıya doğru hərəkət edir. Emissiya klapanı açılır və işlənmiş qazlar emissiya klapanlarından çıxır. Bütün yanmış qazlar mühərrikdən çıxır və silindr təzə yükü qəbul etməyə hazır olur. Bu vuruş zamanı giriş klapanı bağlı qalır (Denton, Pells, 2021; Denton, Pells, 2022).

Beləliklə, məlum oldu ki, dörd vuruşlu dövrəli mühərrikdə yalnız bir güc vuruşu üç boş vuruş var. Güc vuruşu faydalı iş üçün lazımi momenti təmin edir.



**Şəkil 2. Dörd vuruşlu mühərrikin quruluşu**

**İki vuruşlu və dörd vuruşlu mühərriklərin müqayisəsi.** Dörd vuruşlu mühərriklə iki vuruşlu mühərrik arasındakı əsas fərq ondan ibarətdir ki, dörd vuruşlu mühərrik bir güc vuruşunu tamamlamaq üçün dörd mərhələdən və ya iki tam dövrdən keçir, iki vuruşlu mühərrik isə bir güc vuruşunu tamamlamaq üçün 2 mərhələdən keçir və ya bir tam dövr edir. Bu o deməkdir ki, iki vuruşlu mühərrik potensial olaraq dörd vuruşlu mühərrikdən iki dəfə çox güc istehsal edə bilər və eyni zamanda daha az çəkiyə malikdir.

İki və dörd vuruşlu mühərrikləri müqayisə edərkən, onların əsas fərqi onların necə işləməsidir. Hər iki mühərrik enerji istehsal etmək üçün yanma dövründən istifadə edir.

İki və dörd vuruşlu mühərrik arasındakı əsas fərq, dörd vuruşlu mühərrikin bir güc vuruşunu tamamlamaq üçün dörd mərhələdən və ya iki tam dövrdən keçməsidir. İki vuruşlu mühərrik bir güc vuruşunu tamamlamaq üçün 2 mərhələdən və ya bir tam dövrdən keçir.

Mühərrikdə yanma dövrü zamanı porşen porşenin hərəkət etdiyi silindr daxilində yuxarı və aşağı hərəkət edir. Vuruş, porşenin silindrin yuxarı mərkəzindən aşağısına doğru hərəkət etməsidir. Yanma dövrü ərzində, piston silindrdən aşağı hərəkət edərkən, hava və qazı tutur. Porşen yuxarıya doğru hərəkət etdikdə, emissiya klapanı emissiya qazlarını çıxarmaq üçün açılır.

İki vuruşlu mühərriklər daha çox funksiyaları bir porşen-hərəkətdə birləşdirərək işləyir; yanma kamerasında porşenin yuxarıya doğru hərəkəti (hava/yanacaq/yağ qarışığının sıxılması) zamanı porşenin altından hermetik şəkildə qapalı karterə hava/yanacaq/yağ qarışığı çəkilir.

Dörd vuruşlu mühərrik daxili yanma mühərrikinin çox yayılmış variantıdır. Mühərrikin işləməsi zamanı pistonlar hər bir güc dövrünə nail olmaq üçün 4 hadisədən keçir. Hadisənin tərfi pistonun yuxarı və ya aşağı hərəkətidir. 4 hadisə başa çatdıqdan sonra dövr tamamlandı və yenidən başlamağa hazırdır.

Hər iki mühərrik üçün yanma dövrü nisbətən oxşar olsa da, onlar prosesi başa çatdırmaq üçün pistonun hərəkət etməli olduğu vuruşların sayında fərqlənirlər. İki vuruşlu mühərrik, iki piston vuruşunda yanma dövrünün beş funksiyasını (qəbul etmə, sıxma, alovlanma, yanma və egzoz) tamamlayır. Dörd vuruşlu mühərrik isə dörd porşen vuruşundan sonra yanma dövrünü tamamlayır. Bu prosesi düşünməyin başqa bir yolu, iki vuruşlu bir mühərrik üçün bir krank mili dövrü və dörd vuruşlu versiya üçün iki krank mili dövrü kimidir.

#### **İki vuruşlu mühərrikin üstünlükləri**

İki vuruşlu mühərrikdən istifadə etməyin bir çox üstünlükləri var. Bəzi üstünlüklərə aşağıdakılar daxildir:

1. İki vuruşlu mühərrik dörd vuruşlu mühərriklə müqayisədə daha az çəkiyə malikdir və daha az yer tələb edir.
2. Mühərrikin fırlanma hərəkəti vahiddir, çünki krank mili hər dövrəsi üçün bir güc vuruşu alır.
3. Bu mühərrikin dizaynı klapan mexanizminin olmaması səbəbindən sadədir.
4. Əməliyyat zamanı bu mühərrik hissələrdə daha az sürtünmə yaradır və bu da mexaniki səmərəliliyi artırır.
5. Bu mühərrik yüksək güc-çəki nisbəti ilə əhəmiyyətli güc artımına malikdir.
6. Mühərrik soyuq və isti xarici temperaturda işləyə bilər.
7. Mühərrikin giriş və çıxış portları var.

**İki vuruşlu mühərrikin mənfi cəhətləri.** İki vuruşlu bir mühərrikin istifadəsi bəzi çatışmazlıqlara malikdir, məsələn:

1. İki vuruşlu mühərriklər daha çox yanacaq sərf edir və yalnız az miqdarda təzə yüklər işləmiş qazlarla qarışır.
2. Əməliyyat zamanı yüksək miqdarda vibrasiya və ya səs-küy əmələ gəlir.
3. Bu mühərrikin ömrü daha qısadır, çünki o, artan aşınma və köhnəlməyə məruz qalır.
4. İki vuruşlu mühərrik bir mühərrikin ən səmərəli olduğu dar güc diapazonuna və ya sürət diapazonuna malikdir.
5. Bu mühərrik növü boş rejimdə olarkən qeyri-sabit ola bilər.
6. Bu mühərriklə tullantıların təmizlənməsi ilə bağlı problemlərlə üzləşə bilərsiniz.

7. İki vuruşlu mühərrik çoxlu emissiya qazları əmələ gətirir, bu da dörd vuruşlu mühərrikə müqayisədə daha yüksək hava çirkənməsinə səbəb olur (Bonnick, 2020; Goswami, Kreith, 2017).

**İki vuruşlu mühərrikin tətbiqi.** İki vuruşlu mühərrikdən müxtəlif sahələrdə istifadə edilir. Zəncirli mişarlar, trimmerlər, bağça trimmerləri, kimi xarici güc avadanlıqları iki vuruşlu mühərrikdən istifadə edir. İki vuruşlu mühərriklər həmçinin nəqliyyatda və xarici mühərriklərdə, motosikletlərdə və ya ərazi velosipedlərində istifadə edilir (IMECCE, 2020).

**Dörd vuruşlu mühərrikin üstünlükləri.** Dörd vuruşlu mühərriklər müxtəlif üstünlüklərə malikdir. Bu üstünlüklərdən bəzilərinə aşağıdakılar daxildir:

1. Dörd vuruşlu mühərriklər əməliyyat zamanı daha aşağı rpm-də daha yüksək fırlanma momenti verir.

2. Dörd vuruşlu mühərrik yalnız hər dörd vuruşda bir dəfə yanacaq sərf etdiyi üçün, iki vuruşlu mühərriklərlə müqayisə yanacağa daha çox qənaət edir.

3. Dörd vuruşlu mühərriklər daha az emissiya əmələ gətirir, çünki onlar yanacağa qarışdırılmış yağ və ya sürtkü yağını tələb etmir.

4. Bu mühərriklər davamlıdır və daha yüksək miqdarda aşınmaya və köhnəlməyə davam gətirə bilər.

5. Dörd vuruşlu mühərriklərdə əlavə yağdan istifadə edilmir.

6. Dörd vuruşlu mühərrik əməliyyat zamanı daha az səs-küy və vibrasiya yaradır.

**Dörd vuruşlu mühərrikin mənfi cəhətləri.** Dörd vuruşlu mühərriklər aşağıda göstərilən çatışmazlıqlara malikdir:

1. Dörd vuruşlu mühərriklərin dizaynındakı əlavə komponentlər bu mühərriklərin iki vuruşlu versiya ilə müqayisədə daha ağır kütləyə malik olmasına səbəb olur.

2. Dörd vuruşlu mühərrik daha çox hissə və klapan ehtiva edir, bu da təmir və texniki xidməti daha bahalı edir.

3. Porşenin dörd fırlanmasında yalnız bir dəfə güc aldığı üçün bu dizayn, müqayisədə iki vuruşlu mühərriklərdən daha az gücə malikdir.

4. Bu mühərrik dizaynında texniki xidmət zamanı fəsadlar yarada bilən diş və zəncir mexanizmi var.

5. Dörd vuruşlu mühərrik müntəzəm texniki xidmət tələb edir, bu da məhsul və xidmətlər üçün xərclərin artmasına səbəb olur.

**Dörd vuruşlu mühərrikin tətbiqi.** Dörd vuruşlu mühərriklər xarici güc avadanlığı və nəqliyyat vasitələri kimi müxtəlif istifadələr üçün uyğun seçimdir. Dörd vuruşlu mühərrikə işləyən avadanlıqların ən çox yayılmış nümunələrindən biri qazon biçən maşındır (Bryden, Ragland, Song-Chang, 2022).

### Nəticə

İki vuruşlu və ya dörd vuruşlu mühərrikin daha yaxşı olması sualına vahid cavab yoxdur. Mühərriki seçməzdən əvvəl hər növün yağlama ehtiyaclarını anlamaq vacibdir. İki vuruşlu mühərrik yağ və yanacaq qarışığını tələb edir, mühərrik işləyərkən alovlanır və davamlı olaraq yağ istehlak edir. Dörd vuruşlu mühərrikdə yağ müxtəlif mühərrik hissələrini yağladıqdan sonra yenidən krank karterinə axır. Yağlama sisteminin işi bir-birinə sürtünən səthlər arasında sürtünməni azaltmaq üçün hərəkət edən hissələrə yağ paylamaqdır. Sürtünmə təkcə hərəkət edən hissələrə deyil, həm də mühərrikin səmərəliliyinə zərər verir. Azaldılmış səmərəlilik, at gücü və fırlanma momenti, azaldılmış mühərrik ömrü, artan texniki xidmət xərcləri və artan emissiya deməkdir. Nəhayət, iki vuruşlu və dörd vuruşlu mühərriklər və onların ehtiyacları arasındakı fərqi başa düşmək istehlakçılara düzgün seçim etməyə və mühərrikin istismar müddəti ərzində texniki xidmət göstərməkdə səmərəli olmağa kömək edəcək.

### Ədəbiyyat

1. Shen, T., Zhang, J., Jiao, X., Kang, M., Kako, J., Ohata, A. (2015). "Transient control of gasoline engines".
2. Hossay, P. (2019). "Automotive innovation: The science and engineering behind cutting-edge automotive technology".
3. Denton, T., Pells, H. (2021). "Automotive technician training: Theory".
4. Denton, T., Pells, H. (2022). "Automobile mechanical and electrical systems".
5. Bonnick, A. (2020). "Automotive powertrain science and technology".
6. Goswami, Y., Kreith, F. (2017). "Energy conversion".
7. IMECHE. (2020). "Internal combustion engines and powertrain systems for future transport 2019".
8. Bryden, K., Ragland, K., Song-Charnq, K. (2022). "Combustion engineering".

Göndərilib: 02.02.2023

Qəbul edilib: 10.04.2023