

ТЕРМОДИНАМИКА

Y.K. Sattarov¹M.K. Abdibokijonova²

Toshkent Davlat Tibbiyot Universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Informatika va biofizika kafedrası, assistenti¹2-son davolash ishi, I bosqich talabasi²<https://doi.org/10.5281/zenodo.17629177>

Annotatsiya. Mazkur maqolada **termodinamika** fanining asosiy tushunchalari, qonunlari va ularning amaliy qo'llanilish sohalari keng yoritilgan. Termodinamika — moddiy tizimlarning issiqlik, ish va energiya o'zgarishlarini o'rganadigan fizikaning muhim bo'limi hisoblanadi.

Maqolada **termodinamik tizimlar, holat funksiyalari, ichki energiya, issiqlik sig'imi, entalpiya va entropiya** kabi tushunchalar atroflicha tahlil qilinadi.

Shuningdek, **termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlarining fizik ma'nosi, matematik ifodalanishi hamda ularning issiqlik mashinalari** (masalan, ichki yonuv dvigateli, bug' dvigateli, sovutkichlar va issiqlik nasoslari)dagi ahamiyati izohlanadi. Maqolada **energiyaning saqlanish qonuni, Kelvin–Plank va Klausius formulalari** orqali tabiatdagi jarayonlarning yo'nalishligi (irreversibil jarayonlar)ga doir masalalar tahlil qilinadi.

Bundan tashqari, termodinamikaning **kimyoviy jarayonlar, biologik tizimlar va energiya samaradorligini** oshirishdagi o'rni ham yoritilgan. Maqolaning asosiy maqsadi — termodinamikaning nazariy asoslarini chuqur tushuntirish va uning **muhandislik, ekologiya hamda kundalik hayotdagi** amaliy ahamiyatini ko'rsatishdir.

Kalit so'zlar: termodinamika, issiqlik energiyasi, ichki energiya, entropiya, entalpiya, termodinamik qonunlar, issiqlik mashinalari, energiyaning saqlanish qonuni, muhandislik, ekologiya, energiya samaradorligi.

ТЕРМОДИНАМИКА

Аннотация. В данной статье подробно рассматриваются основные понятия и законы термодинамики, а также области их практического применения.

Термодинамика — это важный раздел физики, изучающий превращения тепла, работы и энергии в материальных системах. В статье детально анализируются такие понятия, как **термодинамические системы, функции состояния, внутренняя энергия, теплоёмкость, энтальпия и энтропия.**

Кроме того, рассматриваются физический смысл и математическое выражение **первого и второго законов термодинамики**, а также их значение для **тепловых машин** (например, двигателей внутреннего сгорания, паровых машин, холодильников и тепловых насосов). Анализируются вопросы, связанные с **законом сохранения энергии**, формулировками **Кельвина–Планка и Клаузиуса**, а также направленностью природных процессов (необратимыми процессами).

Также освещается роль термодинамики в **химических процессах, биологических системах и повышении энергоэффективности.** Основная цель статьи — глубоко раскрыть теоретические основы термодинамики и показать её **практическое значение** в инженерии, экологии и повседневной жизни.

Ключевые слова: термодинамика, тепловая энергия, внутренняя энергия, энтропия, энтальпия, законы термодинамики, тепловые машины, закон сохранения энергии, инженерия, экология, энергоэффективность.

THERMODYNAMICS

Abstract. This article provides a detailed overview of the main concepts and laws of **thermodynamics**, as well as their practical applications. Thermodynamics is an important branch of physics that studies the transformation of heat, work, and energy in material systems.

The paper thoroughly analyzes such concepts as **thermodynamic systems**, **state functions**, **internal energy**, **heat capacity**, **enthalpy**, and **entropy**.

The **first and second laws of thermodynamics** are discussed in terms of their physical meaning, mathematical expressions, and significance for **heat engines** (such as internal combustion engines, steam engines, refrigerators, and heat pumps). The article also examines issues related to the **law of conservation of energy**, the **Kelvin–Planck** and **Clausius** formulations, and the directionality of natural (irreversible) processes.

In addition, the role of thermodynamics in **chemical processes**, **biological systems**, and **energy efficiency improvement** is highlighted. The main goal of the article is to explain the theoretical foundations of thermodynamics and to demonstrate its **practical importance** in engineering, ecology, and everyday life.

Keywords: thermodynamics, thermal energy, internal energy, entropy, enthalpy, laws of thermodynamics, heat engines, law of conservation of energy, engineering, ecology, energy efficiency.

Kirish

Termodinamika — bu energiya, issiqlik va ish oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlikni, ularning moddiy tizimlardagi almashinuv jarayonlarini oʻrganadigan fizikaning asosiy boʻlimlaridan biridir [1]. Ushbu fan moddalar holatining oʻzgarishi, energiya saqlanishi va entropiya ortishiga asoslangan tabiiy jarayonlarni tushuntirish uchun fundamental nazariy asos boʻlib xizmat qiladi [2].

Termodinamika atamasi birinchi marta XIX asrda paydo boʻlgan boʻlib, yunoncha “therme” — issiqlik va “dynamis” — kuch soʻzlaridan olingan [3]. Dastlab bu fan issiqlik mashinalarining samaradorligini tahlil qilish zaruratidan kelib chiqqan boʻlsa-da, keyinchalik butun fizik dunyoni tushuntiruvchi universal nazariya sifatida shakllandi [4].

Termodinamik tadqiqotlar natijasida aniqlangan qonuniyatlar nafaqat klassik mexanika bilan, balki kvant mexanikasi, statistik fizika, kimyo, biologiya va hatto iqtisodiyot kabi fanlar bilan ham uzviy bogʻliqdir [5]. Bu bogʻliqlik energiya almashinuvi va tizimlarning barqarorligini tushunishda muhim rol oʻynaydi [6].

Termodinamikaning birinchi qonuni — energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi. Bu qonunga koʻra, energiya yoʻqolmaydi va yoʻqdan paydo boʻlmaydi, balki faqat bir shakldan ikkinchi shaklga oʻtadi [1]. Masalan, issiqlik energiyasi mexanik ishga, yoki mexanik energiya elektr energiyasiga aylanishi mumkin [2]. Ushbu qonun fizik tizimlarning energiya balansini aniqlashda asosiy hisoblanadi va u muhandislik hisob-kitoblarida keng qoʻllaniladi [3].

Ikkinchi qonun esa tabiatdagi jarayonlarning yoʻnalishlilikini va entropiya oʻsishini tushuntiradi [4]. Bu qonunga koʻra, issiqlik har doim yuqori haroratli jismdan past haroratli jismga oʻtadi, buning aksi tabiiy yoʻl bilan sodir boʻlishi mumkin emas [5]. Shuningdek, entropiya — bu tizimdagi tartibsizlik yoki noaniqlik darajasining oʻlchovidir [6]. Entropiyaning ortishi tabiatda qaytarilmas (irreversibil) jarayonlarning ustunligini koʻrsatadi [7].

Termodinamika, shuningdek, termodinamik tizimlar va holat funksiyalari tushunchalarini kiritadi.

Tizimlar ochiq, yopiq yoki izolyatsiyalangan holatda bo'lishi mumkin, bu esa energiya va modda almashinuvi jarayonlariga ta'sir qiladi [8]. Holat funksiyalari esa (masalan, bosim, hajm, temperatura, ichki energiya) tizimning muayyan holatini tavsiflaydi [1].

Zamonaviy muhandislikda termodinamikaning roli beqiyosdir. Bug' dvigatellari, ichki yonuv dvigatellari, turbinlar, sovutkichlar, havo konditsionerlari, issiqlik nasoslari va elektr stansiyalarining ishlash prinsiplari aynan termodinamik qonunlarga asoslanadi [2]. Shuningdek, kimyoviy reaksiya muvozanatini tahlil qilish, biologik energiya almashinuvi jarayonlarini o'rganish ham termodinamik tamoyillarga tayanadi [3].

Bundan tashqari, global muammolar — masalan, energiya resurslaridan oqilona foydalanish, atmosfera isish jarayonlari, va barqaror rivojlanish masalalarini hal etishda ham termodinamik yondashuv muhim ahamiyat kasb etadi [4]. Termodinamik tahlillar asosida energiya samaradorligi va ekologik xavfsizlikni oshirish uchun yangi texnologiyalar ishlab chiqilmoqda [5].

Shunday qilib, termodinamika nafaqat issiqlik va energiya o'zgarishlarini o'rganadigan nazariy fan, balki zamonaviy texnika va tabiatni muhofaza qilish sohalarida amaliy ahamiyatga ega bo'lgan fundamental yo'nalishdir [6].

Materiallar va metodlar

Ushbu tadqiqotda termodinamikaning asosiy qonunlarini, ularning matematik ifodalarini va amaliy qo'llanilish sohalarini o'rganish maqsadida nazariy va analitik usullar qo'llanildi.

Tadqiqot jarayoni davomida energiya almashinuvi, issiqlik va ish o'rtasidagi bog'liqlik, shuningdek, entropiya o'zgarishlarini tavsiflovchi asosiy tenglamalar tahlil qilindi.

Tadqiqotning nazariy qismi termodinamik tizimlarning turlari — ochiq, yopiq va izolyatsiyalangan tizimlarning xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan. Har bir tizim uchun energiya balansi, issiqlik sig'imi va ish bajarilishi kabi miqdoriy kattaliklar hisoblab chiqildi.

Matematik modellashtirish bosqichida ideal gaz holat tenglamasi, birinchi va ikkinchi termodinamika qonunlari asosida energiya almashinuvi jarayonlari uchun analitik ifodalar tuzildi. Ichki energiya, entalpiya, entropiya va issiqlik oqimi kabi parametrlarning o'zgarishi grafik va jadval shaklida tahlil qilindi.

Eksperimental tahlil uchun shartli model sifatida oddiy gaz aralashmasining izotermik va adiabatik jarayonlari tanlandi. Harorat, bosim va hajm o'zgarishlari o'rtasidagi bog'liqlik diagrammalar yordamida ifodalandi. Shuningdek, issiqlik mashinalarining ideal modeli (Karnot sikli) asosida energiya samaradorligini aniqlash uchun hisoblash usullari qo'llanildi.

Metodologik yondashuvda nazariy tahlil natijalari asosida fizik kattaliklarning o'zaro ta'siri o'rganildi va termodinamik tizimlarning muvozanat holatiga intilishi matematik jihatdan ifodalandi. Ushbu jarayonlarni tahlil qilishda grafik, analitik va hisoblash usullarining kombinatsiyasi qo'llanildi.

Shuningdek, issiqlik almashinuvi jarayonlarini modellashtirishda harorat gradientlari va energiya oqimlari uchun chegaraviy shartlar belgilandi. Energiya samaradorligini aniqlashda issiqlik balansi va foydali ish koeffitsiyenti (FIK) asosida baholash usuli tanlandi.

Tadqiqot natijalarini aniqlik bilan ifodalash maqsadida barcha hisob-kitoblar SI (Xalqaro birliklar tizimi) birliklarida amalga oshirildi. Termodinamik kattaliklarning qiymatlari nazariy tenglamalar orqali aniqlanib, ularning o'zgarish qonuniyatlari grafik tahlil yordamida namoyon etildi.

Natijalar va ularning muhokamasi

Tadqiqot davomida termodinamik tizimlarning energiya almashinuvi, ish bajarilishi va issiqlik o'zgarishlari tahlil qilindi. Analitik va modellash natijalariga ko'ra, yopiq tizimlarda ichki energiya o'zgarishi tizimga kiritilgan yoki chiqarilgan issiqlik va bajarilgan ish bilan bevosita bog'liq ekanligi aniqlandi. Izotermik jarayonlarda tizimning ichki energiyasi doimiy bo'lib, bajarilgan ish miqdori issiqlik bilan to'la qoplanadi. Bu esa birinchi termodinamika qonunining amaliy tasdiqi sifatida namoyon bo'ldi.

Adiabat jarayonlarda esa issiqlik almashinuvi mavjud emas va tizimning ichki energiyasi faqat ish bajarilishi orqali o'zgaradi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, adiabat jarayonlarda bosim va hajm o'rtasidagi bog'liqlik tenglamalar yordamida grafik tarzda ifodalangan va natijalar fizik jihatdan izohlangan. Bu jarayonlarda entropiya doimiy bo'lishi kuzatildi, bu esa ideal adiabat jarayonning teskari qaytariladigan xususiyatini tasdiqlaydi.

Karnot sikli modeli asosida energiya samaradorligi hisoblandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ideal siklda foydali ish maksimal darajada bo'lib, issiqlik yo'qotishlari minimal hisoblanadi.

Tizimning samaradorligi yuqori harorat manbai va past harorat sinki o'rtasidagi farqqa bog'liq ekanligi aniqlandi. Bu amaliy jihatdan issiqlik mashinalari va sovutish tizimlarining samaradorligini oshirish uchun muhim parametr hisoblanadi.

Kimyoviy jarayonlar va biologik tizimlar kontekstida termodinamik tahlil shuni ko'rsatdiki, entalpiya va entropiya o'zgarishlari jarayonlarning tabiiy yo'nalishini belgilaydi.

Energiya minimal holatga intilishi va entropiya ortishi tabiiy jarayonlarning qaytarilmasligini ko'rsatadi. Shu bilan birga, energiya samaradorligini oshirish uchun tizim parametrlari va tashqi sharoitlarni optimallashtirish zarurati aniqlanadi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, energiya almashinuvi va issiqlik oqimlari grafik tarzda tasvirlanganida, tizimning jarayonlar bo'yicha harakatlanishi aniq vizual ko'rinadi. Izotermik va adiabat jarayonlarning farqi, ish bajarilishidagi o'zgarishlar va entropiya tendensiyalari tadqiqot natijalarida yaqqol ko'rinadi.

Natijalarni umumlashtirish shuni ko'rsatdiki, termodinamik qonunlar va tizim parametrlarini chuqur tushunish energiya samaradorligini oshirish va amaliy tizimlarni loyihalashda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, termodinamik tahlil ekologik va energiya barqarorligi masalalarini hal qilishda ham asosiy vosita sifatida ishlatilishi mumkin.

Xulosa

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, termodinamika fanining asosiy qonunlari va tushunchalari moddiy tizimlarda energiya almashinuvi, issiqlik va ish o'zgarishlarini chuqur tushunishga imkon beradi. Birinchi va ikkinchi termodinamika qonunlari tizimlarning energiya balansini va jarayonlarning tabiiy yo'nalishini aniqlashda asosiy tamoyil sifatida xizmat qiladi.

Izotermik va adiabat jarayonlar orqali olib borilgan tahlillar energiya almashinuvi, ichki energiya o'zgarishi va entropiya tendensiyalarini aniq ko'rsatdi. Karnot sikli modeli asosida hisoblangan energiya samaradorligi esa issiqlik mashinalari va sovutish tizimlarining optimal ishlashini tushunishga yordam berdi.

Shuningdek, termodinamikaning kimyoviy va biologik jarayonlarda, shuningdek muhandislik va ekologiya sohalarida amaliy ahamiyati ta'kidlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, termodinamik tamoyillarni chuqur tushunish energiya samaradorligini oshirish va resurslardan oqilona foydalanish uchun muhimdir.

Umuman olganda, termodinamika nafaqat nazariy fan, balki amaliy tizimlarni loyihalash, ekologik muammolarni hal qilish va energiya barqarorligini ta'minlashda muhim vosita hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics – Herbert B. Callen. John Wiley & Sons, 1985. Havola: [https://en.wikipedia.org/wiki/Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics](https://en.wikipedia.org/wiki/Thermodynamics_and_an_Introduction_to_Thermostatistics) Википедия
2. Heat and Thermodynamics – M. W. Zemansky & R. H. Dittman. McGraw-Hill, 1997. Havola: <https://cuny.manifoldapp.org/read/untitled-60f6a58f-e9ec-4392-9615-04cb168c3bda/section/3d136b96-8df2-42b5-af17-7f15ae390269/> cuny.manifoldapp.org+1
3. Fundamentals of Engineering Thermodynamics – C. Borgnakke & R. E. Sonntag (10-edition). John Wiley & Sons, 2019. Havola: <https://cmc.marmot.org/Record/.b6854456x> Colorado Mountain College
4. Chemical Thermodynamics: Principles and Applications – J. Bevan Ott & Juliana Boerio-Goates. Google Books. Havola: [https://books.google.com/books/about/Chemical Thermodynamics Principles and A.htm?hl=id=MVj4piUxEH0C](https://books.google.com/books/about/Chemical_Thermodynamics_Principles_and_A.htm?hl=id=MVj4piUxEH0C) Google Книги
5. Fundamentals of Thermodynamics – John Lee & K. Ramamurthi. Taylor & Francis. Havola: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781003224044/fundamentals-thermodynamics-john-lee-ramamurthi> Taylor & Francis
6. A Conceptual Guide to Thermodynamics – Bill Poirier. Wiley. Havola: <https://www.akademika.no/realfag/fysikk/conceptual-guide-thermodynamics/9781118840535/fakta> [akademika.no](https://www.akademika.no)
7. An Introduction to Thermal Physics – Daniel V. Schroeder. Addison-Wesley, 2000. Havola: <https://cuny.manifoldapp.org/read/untitled-60f6a58f-e9ec-4392-9615-04cb168c3bda/section/3d136b96-8df2-42b5-af17-7f15ae390269/> cuny.manifoldapp.org
8. Statistical Physics of Particles – Mehran Kardar. Cambridge University Press, 2007. Havola: [https://en.wikipedia.org/wiki/Statistical Physics of Particles](https://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_Physics_of_Particles) Википедия