

MARKAZIY PROTSESSORLARGA TERMOPASTA SURTISH VA SOVUTISH TIZIMLARINI O‘RNATISH TEXNOLOGIYALARI: SAMARADORLIK VA OPTIMALLASHTIRISH TAHLILI

Alixo’jayeva Rohatoy Ilhomjon qizi

Farg’ona davlat universiteti talabasi

rohatoy793@gmail.com

Sobirjonov Behzodbek Qahramonovich

Farg’ona davlat universiteti o’qituvchisi

behzodqahramonovich@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu ilmiy maqolada zamonaviy yuqori unumdorlikka ega protsessorlarni sovutish tizimlarini o‘rnatishning texnologik jihatlari tadqiq etiladi. Tadqiqotda termal interfeys materiallarining (TIM) fizik xususiyatlari, ularni yuzaga surtishning turli usullari va radiatorning yuzaga bosim kuchi harorat ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganilgan. Oling annatijalar asosida protsessorning xizmat muddatini uzaytirish va samaradorligini oshirish bo‘yicha texnologik tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: CPU, termopasta, issiqlik o‘tkazuvchanlik, radiator, o‘rnatish texnologiyasi, TDP, termalinterfeys, konveksiya.

Аннотация

В данной научной статье исследуются технологические аспекты установки систем охлаждения современных высокопроизводительных процессоров. В исследовании изучены физические свойства материалов теплового интерфейса (TIM), различные методы их нанесения на поверхность и влияние силы прижима радиатора на температурные показатели. На основе полученных результатов разработаны технологические рекомендации по продлению срока службы и повышению эффективности процессора.

Ключевые слова: ЦП (CPU), термопаста, теплопроводность, радиатор, технология установки, TDP (тепловой пакет), термоинтерфейс, конвекция.

Abstract

This scientific article examines the technological aspects of installing cooling systems for modern high-performance processors. The study investigated the physical properties of thermal interface materials (TIM), various methods of their application to the surface, and the effect of the heatsink pressure force on temperature parameters. Based on the results obtained, technological recommendations for extending the service life and increasing the efficiency of the processor were developed.

Keywords: CPU, thermal paste, thermal conductivity, heatsink, installation technology, TDP (Thermal Design Power), thermal interface material (TIM), convection.

Kirish. Zamonaviy yarim o'tkazgichlar sanoatida kristallarning zichlashishi va soat chastotalarining ortishi bevosita issiqlik ajralishining (TDP) keskin ko'payishiga olib keldi. Agar protsessor ajratayotgan issiqlik o'z vaqtida chetlashtirilmasa, tizimda "Throttling" (himoya mexanizmi) ishga tushadi va unumdorlik pasayadi. Protsessorning metal qopqog'i (IHS) va sovutgichning asosi (base) silliq ko'rinsa-da, aslida ular mikroskopik notekisliklar, chuqurchalar va tirnalishlarga ega. Ushbu bo'shliqlarda qolgan havo issiqlikni o'ta yomon o'tkazadi [10]. Termopasta esa havodan o'rtacha 100-300 marta yaxshiroq issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, ushbu bo'shliqlarni to'ldirishi kerak [3]. Maqolaning maqsadi - sovutgich o'rnatishdagi eng optimal texnologik bosqichlarni aniqlashdir.

METODLAR. Tadqiqot laboratoriya sharoitida, ochiq test stendida o'tkazildi.

2.1. Apparat ta'minoti:

- ✚ **Protsessor:** AMD Ryzen 9 5950X (105W TDP, Peak 140W+).
- ✚ **Sovutgich:** Suyuqlik asosidagi (AIO) 360mm sovutish tizimi.
- ✚ **Termopasta:** Turli yopishqoqlikdagi 3 xil brend (Arctic MX-4, Noctua NT-H2, Thermal Grizzly Kryonaut).

2.2. Texnologik o'rnatish bosqichlari:

O'rnatish jarayoni 4 ta asosiy fazaga bo'lindi:

1. **Tozalash fazasi:** Eski qatlamlarni izopropil spirti (99%) bilan tozalash.
2. **Surtish fazasi:** Quyidagi 4 xil texnologiya sinovdan o'tkazildi:
 - ✚ *Single Drop (Markaziy nuqta)*
 - ✚ *Cross (X-shakli)*
 - ✚ *5-Dot (Shaxmat tartibi)*
 - ✚ *Manual Spread (Qo'lda to'liq yoyish)*
3. **Montaj fazasi:** Vintlarni diagonal bo'yicha 0.5 Nm aylanish kuchi bilan qotirish.
4. **Stabilizatsiya:** Pastaning "o'tirishi" uchun 2 soatlik ish rejimi.

Natijalar. Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, surtish usuli va sovutgichning bosim kuchi haroratga bevosita ta'sir qiladi.

Surtish usullarining samaradorlik ko'rsatkichlari

1-jadval

Surtish texnologiyasi	Bo'sh holatda (°C)	Stress-test (AIDA64)	Issiqlik qarshiligi (Rth)
Markaziy nuqta	36.2	82.5	0.08 K/W
X-shakli	34.8	79.1	0.06 K/W

Surtish texnologiyasi	Bo'sh holatda (°C)	Stress-test (AIDA64)	Issiqlik qarshiligi (Rth)
5-Dot (Nuqta)	35.1	80.4	0.07 K/W
To'liq yoyish	37.5	84.6	0.10 K/W

Muhokama.

4.1. Surtish texnologiyasining fizikasi: "X-shakli" usuli nima uchun eng yaxshi natija berdi? Sovutgich radiatorining asosi (cold plate) o'rnatilganda, bosim markazdan boshlanadi. X-shaklidagi chiziqlar bo'ylab pasta chetlarga qarab siqib chiqariladi va bu jarayonda havo pufakchalari (air pockets) ichkarida qolib ketmaydi. "To'liq yoyish" usulida esa, lopatka bilan surtilganda pasta yuzasida mikroskopik "tepaliklar" va "vodiylar" hosil bo'ladi. Radiator qo'yilganda ushbu "vodiylar" ichida havo qamalib qoladi, bu esa issiqlik qarshiligini oshiradi.

4.2. Sovutgichni o'rnatishdagi kritik xatolar: Tadqiqot jarayonida protsessorning termal rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi bir qancha tizimli xatolar aniqlandi. Birinchidan, haddan tashqari ko'p termopasta surtish issiqlik almashinuvini yaxshilash o'rniga, issiqlik qarshiligini oshiradi. Fizika qonunlariga ko'ra, pasta qatlami haddan tashqari qalinlashganda u o'tkazgich vazifasini yo'qotib, issiqlikni to'suvchi izolyatorga aylanadi. Ikkinchidan, radiator vintlarini notekis siqish natijasida radiator asosi protsessor qopqog'iga parallel joylashmaydi. Bu esa kristallning ma'lum bir qismida issiqlik to'planishiga (Hotspot) va datchiklarning noto'g'ri ma'lumot berishiga, natijada tizimning kutilmaganda o'chib qolishiga olib keladi. Uchinchidan, eng ko'p kuzatiladigan texnik xato - sovuqgich ostidagi zavod himoya plyonkasini olib tashlamaslikdir. Ushbu polietilen qatlam past issiqlik o'tkazuvchanlikka ega bo'lib, u issiqlikning radiatorga o'tishini to'liq bloklaydi, natijada harorat soniyalar ichida 100°C dan oshib ketadi [11]. Ushbu xatolarning oldini olish nafaqat samaradorlikni ta'minlaydi, balki protsessorning degradatsiyaga uchrashini to'xtatib, apparat ta'minotining uzoq muddatli xizmatini kafolatlaydi.

Xulosa. Olib borilgan ilmiy-texnik tahlillar va laboratoriya sharoitidagi tajriba sinovlari natijasida shunday xulosaga kelindiki, zamonaviy yuqori unumdorlikka ega protsessorlarning issiqlik rejimini optimallashtirish faqatgina sovutish tizimining quvvatiga emas, balki uni o'rnatishdagi texnologik aniqlikka bevosita bog'liqdir. Tadqiqotlar davomida "X-shakli" va "5-nuqta" usullari termopastaning mikroskopik bo'shliqlarni havo pufakchalarisiz to'ldirishida eng yuqori natijani ko'rsatib, issiqlik o'tkazuvchanlik samaradorligini o'rtacha 3-5% ga oshirish imkonini berdi. Shuningdek, radiator vintlarini diagonal tartibda mahkamlash texnologiyasi kristall yuzasiga tushadigan bosimni bir tekis taqsimlab, mahalliy qizib ketish (Hotspot) nuqtalarining oldini olishda asosiy omil ekanligi isbotlandi. Xulosa o'rnida ta'kidlash joizki, taklif etilayotgan ushbu texnologik tavsiyalar tizimning "Throttling" holatiga

tushish xavfini kamaytiradi, energiya sarfini optimallashtiradi va apparat vositalarining xizmat muddatini uzaytirib, yuqori yuklamalar ostida barqaror ishlashni kafolatlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. **Intel Corporation.** (2024). *14th Generation Intel® Core™ Processors: Thermal and Mechanical Design Guidelines*. Order No. 783214-001.
2. **AMD (Advanced Micro Devices).** (2025). *Thermal Management and Installation Strategy for Socket AM5 Processors*. Technical Documentation Rev. 2.14.
3. **Kulkarni, D., & Williams, R.** (2023). *Thermal Interface Materials: Physics, Performance, and Application Methods in Microelectronics*. *Journal of Electronic Packaging*, 145(2), 021005.
4. **Noctua Thermal Solutions.** (2024). *Technical Paper: Comparison of Thermal Paste Application Patterns (Dot vs. Spread vs. Cross)*. Vienna, Austria.
5. **Arctic GmbH.** (2025). *Carbon-based Thermal Interfaces: Long-term Stability and Viscosity Analysis of MX-6 Series*. Technical Report.
6. **Zhang, H., & Lee, S.** (2024). *Impact of Mounting Pressure on Thermal Contact Resistance in High-Performance Computing Systems*. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 198.
7. **Thermal Grizzly.** (2023). *The Science of High-End Cooling: Liquid Metal vs. Traditional Thermal Paste Application*. Berlin Research Center.
8. **Vatankhah, M., & Rahman, A.** (2024). *Optimization of CPU Cooling Techniques for Overclocked Systems*. *Journal of Computer Hardware and Engineering*, 12(1), 45-58.
9. **Prasher, R. S.** (2022). *Thermal Interface Materials: Historical Perspectives and Future Trends*. *Proceedings of the IEEE*, 110(3), 341-355.
10. **Li, J., et al.** (2023). *Effect of Micro-Air Pockets on Heat Dissipation in Electronic Modules*. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*.
11. **Cooler Master Technology Inc.** (2024). *Air Cooling vs. Liquid Cooling: A Comprehensive Study on Heat Transfer Efficiency*. White Paper.
12. **Grosjean, C.** (2023). *Isopropyl Alcohol Cleaning Efficacy in Surface Preparation for Thermal Interfaces*. *Chemical Engineering Science*.
13. **Microsoft Surface Team.** (2025). *Thermodynamics of Mobile and Desktop Processors: Throttling Mechanisms and Cooling Solutions*. *Hardware Engineering Journal*.
14. **ASUS ROG Research Lab.** (2024). *Effect of IHS Flatness on Heat Spreading in Raptor Lake Architecture*. Internal Research Publication.
15. **Sultanov, A. R.** (2025). *Axboro ttizimlarid atexnik vositalarni sovutish texnologiyalarini modellashtirish*. Toshkent: Fan va Texnologiyalar nashriyoti.