

BENZINNING HAJMIY SARFINI O'LCHASH TIZIMINI HARORAT SHAROITLARIDA TAJRIBAVIY BAHOLASH METODIKASI

Jo'raqulov Mardon Davronovich

Annotatsiya: Maqolada benzinning hajmiy sarfini o'lchash tizimini turli harorat va sarf rejimlarida laboratoriya sharoitida baholash metodikasi ishlab chiqiladi. Metodika o'lchash vositalarini dastlabki tavsiflash, tajriba omillarini tanlash, o'lchashlarni takrorlash, mahsulot hajmini tayanch sharoitga keltirish, natijalarni statistik qayta ishlash va o'lchash noaniqligini baholash bosqichlarini qamrab oladi. Harorat va sarf rejimlari bo'yicha tajriba matritsasini tuzish, o'lchash ma'lumotlarini hujjatlashtirish va mustaqil tayanch qiymat bilan taqqoslash qoidalari bayon etiladi. Maqola tajriba metodikasiga bag'ishlangan bo'lib, amalda bajarilmagan o'lchashlar uchun sonli natijalar keltirilmaydi. Taklif etilgan metodikani to'liq amalga oshirish uchun benzin bilan ishlashga mos xavfsiz laboratoriya, aniqlangan turdagi sarf o'lchagich va metrologik maqomi hujjatlashtirilgan taqqoslash vositasi talab etiladi.

Kalit so'zlar: benzin, sarf o'lchagich, laboratoriya tajribasi, harorat, tajriba rejasi, takrorlanuvchanlik, hajmni tuzatish, noaniqlik byudjeti.

Abstract: This article develops a laboratory methodology for evaluating a gasoline volumetric-flow measurement system under different temperature and flow conditions. The methodology covers initial characterization of measurement instruments, selection of experimental factors, repeated measurements, conversion of measured volume to reference conditions, statistical processing and uncertainty evaluation. It describes how to prepare an experimental matrix, document measurement records and compare results with an independent reference value. Since the article focuses on methodology and no actual laboratory dataset was supplied, it does not report invented numerical results. Full implementation requires a suitable safety-controlled laboratory, an identified flowmeter and a comparison standard with documented metrological status.

Keywords: gasoline, flowmeter, laboratory experiment, temperature, experimental design, repeatability, volume correction, uncertainty budget.

KIRISH

Benzin sarfini o'lchash tizimini baholashda o'lchagichning pasport tavsiflari muhim bo'lsa-da, ular har qanday amaliy sharoitda yakuniy natijaning noaniqligini to'liq ifodalab bermaydi.

O'rnatish sxemasi, oqim rejimi, harorat o'lchash nuqtasi, mahsulotning xususiyatlari va ma'lumotlarni qayta ishlash usuli ham natijaga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shuning uchun laboratoriya tekshiruvi rejalashtirilgan, takrorlanuvchan va boshqa mutaxassis tomonidan qayta bajarilishi mumkin bo'lgan metodikaga asoslanishi kerak.

Harorat bo'yicha hajmni tayanch sharoitga keltirishda ASTM D1250-25/API MPMS 11.1 hujjatidagi algoritmlardan foydalanish mumkin, biroq mahsulot tasnifi, zichlik

diapazoni, tayanch harorat va aralashma tarkibi tekshirilishi shart [1]. O'lchash noaniqligini baholashda JCGM 100:2008 (GUM), oqim o'lchashga xos noaniqliklarni tahlil qilishda esa tegishli soha standartlari va laboratoriya hujjatlari hisobga olinadi [2, 5]. Ushbu maqolada tajriba tashkil etish tartibi va ma'lumotlarni qayta ishlash ketma-ketligi taklif qilinadi.

Maqolaning maqsadi va metodik tamoyillari

Maqolaning maqsadi — benzinning hajmiy sarfini o'lchash tizimini harorat va sarf rejimlari bo'yicha baholash uchun hujjatlashtiriladigan laboratoriya metodikasini ishlab chiqish. Metodika uchta asosiy tamoyilga tayanadi: birinchidan, o'lchash vositalari va mahsulot haqida yetarli boshlang'ich ma'lumot yig'ish; ikkinchidan, tajriba shartlarini nazorat qilib, takroriy o'lchashlar bajarish; uchinchidan, natijalarni tegishli standart va noaniqlik bahosi bilan birgalikda talqin qilish.

Tajriba natijasi va ilmiy xulosa o'rtasidagi farq aniq saqlanishi lozim. Masalan, ma'lum haroratlarda ko'rsatkichlarning o'zgarishini kuzatish omilga bog'liqlik haqida dastlabki ma'lumot beradi, biroq mustaqil tayanch vosita bo'lmasa, bu kuzatuvning o'zi asbob xatoligini aniqlash uchun yetarli emas. Xuddi shuningdek, takroriy ko'rsatkichlarning bir-biriga yaqinligi takrorlanuvchanlik haqida ma'lumot beradi, lekin tizimli xatolik yo'qligini avtomatik isbotlamaydi.

Tajriba vositalari va boshlang'ich ma'lumotlar

Tajriba boshlanishidan oldin sarf o'lchagichning turi, ishlab chiqaruvchisi, modeli, o'lchash diapazoni, aniqlik tavsifi, signal chiqishi, o'rnatish holati va kalibrlash hujjatlari qayd etiladi. O'lchagich turbinli, hajmiy, Koriolis yoki boshqa prinsipda ishlashi mumkin; har bir prinsip uchun muhim ta'sir etuvchi omillar farqlanadi. Shu sababli asbob turi aniqlanmasdan uning harorat yoki sarfga sezgirligini oldindan miqdoriy ifodalash mumkin emas.

Harorat o'lchash vositasi uchun diapazon, ruxsat etilgan xatolik yoki kalibrlash natijasi, rezolyutsiya, javob vaqti, o'rnatish joyi va ko'rsatkichni qayd etish usuli hujjatlashtiriladi. Agar bosim ham hajmni tuzatish modeliga kiritilsa, bosim sensori va uning metrologik holati ham tavsiflanadi. Mahsulot bo'yicha benzin turi, partiya raqami, zichlik qiymati va u o'lchangan harorat, mavjud bo'lsa etanol ulushi yoki mahsulot spetsifikatsiyasi yozib olinadi.

Taqqoslash uchun mustaqil tayanch vosita kerak bo'lishi mumkin. U kalibrlangan hajm o'lchash vositasi, gravimetrik usul yoki metrologik maqomi hujjatlashtirilgan boshqa o'lchash tizimi bo'lishi mumkin. Tanlov sarf diapazoni, benzin bilan ishlashga moslik, aniqlik va xavfsizlik shartlariga bog'liq. Agar mustaqil tayanch qiymat mavjud bo'lmasa, tadqiqot doirasi takrorlanuvchanlik va ish rejimlariga bog'liqlikni o'rganish bilan chegaralanishi, kalibrlash yoki xatolikni tasdiqlash da'vosi qilinmasligi kerak.

Xavfsizlik va tajribani tashkil etish

Benzin uchuvchan va yonuvchan mahsulot bo'lgani sababli barcha sinovlar faqat tegishli xavfsizlik talablariga javob beradigan laboratoriyada o'tkazilishi kerak. Tizim benzin bilan ishlashga mos materiallardan tuzilgan, yopiq va sizib chiqishga qarshi nazoratga ega bo'lishi lozim. Shamollatish, bug'larning to'planishini cheklash, statik

elektrdan himoya, yong'in xavfsizligi vositalari va favqulodda holat tartibi laboratoriyaning xavfsizlik yo'riqnomasiga muvofiq ta'minlanadi. Ochiq idishda benzin qizdirish, maishiy isitkichlardan foydalanish yoki moslashtirilmagan jihozlarda sinov o'tkazish ushbu metodikaga kirmaydi.

Har bir sinovdan oldin qurilmaning tashqi holati, birikmalar, sensorlarning joylashuvi va ma'lumot qayd qilish tizimi tekshiriladi. Sinov shartlari o'zgarganda o'zgarishlar laboratoriya jurnaliga yoziladi. Tajriba davomida operator harorat, sarf va tayanch vosita ko'rsatkichlarini imkon qadar sinxron qayd etishi kerak, chunki turli vaqtda olingan qiymatlarni bir natija sifatida birlashtirish xatolik manbai bo'lishi mumkin.

Tajriba rejasi va omillar matritsasi

Tajriba omillari kamida harorat va sarf rejimini qamrab olishi mumkin. Dastlabki rejalashtirish misoli sifatida 15, 20, 25 va 30 °C harorat nuqtalari tanlanishi mumkin. Ushbu qiymatlar standart tomonidan majburiy belgilangan nuqtalar emas; ular faqat laboratoriya sharoiti, haqiqiy foydalanish diapazoni, mahsulot xavfsizligi va tegishli standartga muvofiq qayta ko'rib chiqiladigan boshlang'ich reja hisoblanadi. Agar laboratoriya sharoitida bunday haroratlarni xavfsiz va barqaror saqlash imkoniyati bo'lmasa, tajriba diapazoni o'zgartiriladi.

Sarf omili uchun sarf o'lchagichning ruxsat etilgan ish diapazonidagi past, o'rta va yuqori nuqtalar tanlanishi mumkin. Tanlangan nuqtalar ishlab chiqaruvchi ko'rsatmalaridan tashqariga chiqmasligi kerak. Har bir harorat-sarf kombinatsiyasida 5–10 ta takroriy o'lchash dastlabki reja sifatida ko'rib chiqilishi mumkin, biroq yakuniy takrorlar soni kutilayotgan tarqalish, vaqt va talab etilgan statistik ishonchlilikka asoslanishi lozim. Takrorlar sonini shunchaki qulaylik uchun belgilash o'rniga, dastlabki sinov natijalari asosida aniqlashtirish maqsadga muvofiq.

Tajriba matritsasi tartibga solingan holda yuritiladi. Har bir nuqta uchun harorat, sarf rejimi, o'lchagich ko'rsatkichi, mustaqil tayanch qiymat, mahsulot partiyasi, vaqt belgisi va operator qaydi kiritiladi. Agar harorat yoki oqim barqarorligi oldindan belgilangan mezonga mos kelmasa, o'lchash bekor qilinadi yoki alohida qayd etilib, yakuniy tahlilda nima sababdan chetlatilgani tushuntiriladi. Natijalarni ko'rib chiqqandan keyin noqulay qiymatlarni sababsiz olib tashlash ilmiy xolislikka zid.

Hajmni tayanch sharoitga keltirish

Agar sarf o'lchagich Q_t hajmiy sarfni o'lchash harorati T da bersa, tayanch haroratdagi sarf umumiy tarzda $Q_\beta = Q_t \cdot C_{tl}$ ko'rinishida ifodalanishi mumkin. C_{tl} — harorat bo'yicha hajmni tuzatish koeffitsiyenti. Uning qiymati benzinning turi, zichligi, tayanch harorat va tegishli standart algoritmiga bog'liq. Shu sababli C_{tl} ni o'zboshimchalik bilan taxmin qilish yoki bir mahsulot uchun olingan qiymatni boshqa benzin turiga dalilsiz ko'chirish mumkin emas [1].

Agar ish sharoitida bosim ta'siri ahamiyatli bo'lsa, tanlangan standartda ko'zda tutilgan bosim bo'yicha tuzatish ham hisobga olinadi. Hisob-kitobda o'lchangan hajm, tayanch harorat, bosim va zichlik birliklari mos bo'lishi kerak. Birliklar tizimlari o'rtasida o'tish bajarilsa, konversiya tartibi hujjatlashtiriladi. Yakuniy hisobotda

ishlatilgan standartning nomi, nashri, qo'llangan hisoblash tartibi va mahsulotni tasniflash asosi ko'rsatiladi.

Ma'lumotlarni statistik qayta ishlash

Agar muayyan sharoitda n ta takroriy o'lchash natijalari $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ bo'lsa, arifmetik o'rtacha quyidagicha hisoblanadi:

$$\bar{Q} = (1/n) \sum_{i=1}^n Q_i$$

Tanlanma standart og'ish $s = \sqrt{[\sum(Q_i - \bar{Q})^2 / (n - 1)]}$ ifodasi bilan aniqlanadi. O'rtacha qiymatning A turdagi standart noaniqligi, tegishli shartlarda, $u_A = s/\sqrt{n}$ ko'rinishida baholanishi mumkin. Bu hisob takroriy kuzatuvlarning tarqalishini ifodalaydi, lekin asbob kalibrlashi, harorat sensori, tayanch qiymat va hajmni tuzatish algoritmligiga tegishli B turdagi noaniqliklarni o'z-o'zidan qamrab olmaydi.

Agar mustaqil tayanch qiymat Q_{ref} mavjud bo'lsa, nisbiy farq $\delta = (Q_\beta - Q_{ref})/Q_{ref} \cdot 100\%$ orqali hisoblanishi mumkin. Bunda Q_β va Q_{ref} bir xil tayanch sharoitda ifodalanishi shart. Taqqoslash vositasining noaniqligi ham xulosa chiqarishda e'tiborga olinadi. Faqat ikki asbob ko'rsatkichining farqini hisoblash, taqqoslash vositasining noaniqligi noma'lum bo'lsa, metrologik jihatdan to'liq asoslangan xulosa bermaydi.

Yakuniy noaniqlik modeli $Q_\beta = f(Q_t, T, \rho_\beta, \theta)$ ko'rinishida yozilib, kirish kattaliklarining standart noaniqliklari sezgirlik koeffitsiyentlari orqali birlashtiriladi. O'zaro korrelyatsiya mavjud bo'lsa, kovariatsiya hadlari kiritiladi. GUM qo'llanmasi noaniqlikni baholash va ifodalashning umumiy asoslarini beradi; modelning muayyan tajribaga mosligi esa o'lchash vositalari va laboratoriya sxemasi bilan asoslanishi kerak [2, 8].

Tajriba ma'lumotlarini qayd etish shakli

№	T, °C	Sarf rejimi	Q_t	C_{tl}	Q_β	Tayanch natija/izoh
1	—	past/o'rta/yuqori	—	—	—	—
2	—	past/o'rta/yuqori	—	—	—	—
3	—	past/o'rta/yuqori	—	—	—	—
4	—	past/o'rta/yuqori	—	—	—	—
5	—	past/o'rta/yuqori	—	—	—	—

Jadval tajriba jurnalining qisqartirilgan namunasi hisoblanadi. To'liq jurnalga sana-vaqt, asbob identifikatori, benzin partiyasi, operator, harorat sensori identifikatori, tayanch vosita va kalibrlash ma'lumotlari ham kiritilishi kerak.

Bo'sh kataklar faqat amalda olingan qiymatlar bilan to'ldiriladi; nazariy yoki sun'iy raqamlar tajriba natijasi sifatida ko'rsatilmaydi.

Natijalarni baholash va validatsiya

Metodikaning yaroqliligi bir nechta mezon bo'yicha baholanishi kerak. Birinchi mezon — takrorlanuvchanlik: bir xil sharoitlarda olingan natijalar tarqalishi aniqlanadi. Ikkinchi mezon — taqqoslash: mustaqil tayanch qiymat mavjud bo'lsa, tuzatilgan natija bilan farq baholanadi.

Uchinchi mezon — noaniqlik byudjeti: qaysi manba yakuniy natijaga eng katta hissa qo'shayotgani aniqlanadi.

To'rtinchi mezon — hisoblashni qayta ishlab bo'lish: boshqa mutaxassis bir xil kirish ma'lumotlari va standart algoritmi bilan natijani qayta olishi mumkin bo'lishi lozim.

Validatsiya jarayonida kutilgan natija yoki qabul qilish mezoni tajribadan oldin belgilanadi.

Masalan, maksimal ruxsat etilgan xatolik yoki noaniqlik talabi mavjud bo'lsa, uning manbasi ko'rsatiladi.

Bunday talab mavjud bo'lmagan holatda maqolada o'zboshimchalik bilan limit belgilash mumkin emas; natijalar kuzatilgan farqlar va noaniqlik bilan birga tavsiflanadi.

Tajribadan keyin aniqlangan natijalar dastlabki farazlar bilan mos kelmasa, bu holat yashirilmadan, mumkin bo'lgan sabablar bilan muhokama qilinadi.

XULOSA

1. Benzin hajmiy sarfini harorat sharoitlarida baholash uchun sarf o'lchagich, harorat sensori, mahsulot va taqqoslash vositasi haqida boshlang'ich metrologik ma'lumotlar yig'ilishi zarur.

2. Harorat va sarf rejimlari bo'yicha tajriba nuqtalari real ish diapazoni, laboratoriya imkoniyati, asbob yo'riqnomasi va xavfsizlik talablariga muvofiq tanlanadi.

3. Hajmni tayanch sharoitga keltirishda tegishli standart algoritmi qo'llanadi; koeffitsiyentlar mahsulot turi va tayanch sharoitga mos tanlanishi kerak.

4. Ilmiy xulosa chiqarish uchun takroriy o'lchashlar, statistik qayta ishlash, noaniqlik byudjeti va imkon qadar mustaqil tayanch qiymat bilan taqqoslash talab etiladi.

5. Taklif etilgan metodika laboratoriya tadqiqotini rejalashtirish va hujjatlashtirishga xizmat qiladi; uning samaradorligi real tajriba natijalari bilan tasdiqlanishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

[1] ASTM International. ASTM D1250-25. Standard Guide for the Use of the Joint API and ASTM Adjunct for Temperature and Pressure Volume Correction Factors for Generalized Crude Oils, Refined Products, and Lubricating Oils: API MPMS Chapter 11.1. West Conshohocken: ASTM International, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1520/D1250-25>.

[2] JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM). Joint Committee for Guides in Metrology, 2008. <https://doi.org/10.59161/JCGM100-2008E>.

[3] JCGM 101:2008. Evaluation of measurement data — Supplement 1 to the GUM: Propagation of distributions using a Monte Carlo method. Joint Committee for Guides in Metrology, 2008. <https://doi.org/10.59161/JCGM101-2008>.

[4] JCGM 200:2012. International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM), 3rd edition. Joint Committee for Guides in Metrology, 2012. <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>.

[5] ISO 5168:2005. Measurement of fluid flow — Procedures for the evaluation of uncertainties. International Organization for Standardization, 2005.

[6] ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization, 2017.

[7] American Petroleum Institute. Manual of Petroleum Measurement Standards (MPMS), Chapter 5: Metering. Tegishli bo'lim va nashr amaliy o'lchagich turiga qarab tanlanadi.

[8] JCGM GUM-6:2020. Guide to the expression of uncertainty in measurement — Part 6: Developing and using measurement models. Joint Committee for Guides in Metrology, 2020. <https://doi.org/10.59161/JCGMGUM-6-2020>.