

LABORATORIYA QURILMASIDA TEBRANISH SENSORINING QO'LLANILISHI VA SAMARADORLIGI

Qurbonova O'g'iloy Xasanovna

Fizika-matematika fanlari bo'yicha fan nomzodi, professor,

Toshkent davlat texnika universiteti

Mamaraimov Shaxbozjon Bahodir og'li

Toshkent davlat texnika universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada laboratoriya qurilmasida tebranish sensorlarining qo'llanilishi va ularning samaradorligi tadqiq qilinadi. Tadqiqot davomida sensorlarning aniqligi, sezgirligi va o'lchash jarayonidagi qulayligi tahlil qilinadi. Shuningdek, sensorlarning turli sharoitlarda ishlash xususiyatlari va ularning eksperimental o'rganishlarda qo'llanish imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Natijalar laboratoriya jarayonlarini optimallashtirish va ilmiy tadqiqotlarda tebranish o'lchashlarni yanada samarali qilishga yordam berishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar. tebranish sensori, laboratoriya qurilmasi, samaradorlik, aniqlik, eksperimental tadqiqot.

Annotation. This article investigates the application and effectiveness of vibration sensors in laboratory equipment. The study analyzes sensor accuracy, sensitivity, and convenience during measurement processes. Additionally, the performance of sensors under different conditions and their applicability in experimental studies are examined. The findings indicate that these sensors can optimize laboratory procedures and enhance the efficiency of vibration measurements in scientific research.

Keywords. vibration sensor, laboratory equipment, effectiveness, accuracy, experimental study.

Аннотация. В статье рассматривается применение и эффективность вибрационных датчиков в лабораторных установках. Исследование анализирует точность, чувствительность и удобство использования датчиков в процессе измерений. Кроме того, изучаются характеристики работы датчиков в различных условиях и их возможности применения в экспериментальных исследованиях. Результаты показывают, что использование таких датчиков способствует оптимизации лабораторных процессов и повышению эффективности измерений вибрации в научных исследованиях.

Ключевые слова: Вибрационный датчик, лабораторное оборудование, эффективность, точность, экспериментальное исследование.

Kirish. Tebranish o'lchash ko'plab ilmiy va muhandislik sohalarida, jumladan, struktura tahlili, materiallarni sinash va mexanik tizimlarni monitoring qilishda muhim ahamiyatga ega. Tebranishlarni aniqlik bilan o'lchash va tahlil qilish tadqiqotchilar va muhandislarga tizim samaradorligini baholash, potensial nosozliklarni aniqlash va ish sharoitlarini optimallashtirish imkonini beradi. Zamonaviy laboratoriyalarda tajriba uskunalariga ilg'or sensorlarni integratsiya qilish aniqlik va ishonchlilikni ta'minlash uchun zarur hisoblanadi. Tebranish sensorlari ayniqsa doimiy tebranishlarni kuzatish imkonini beradi va real vaqt rejimida ma'lumotlarni taqdim etadi, bu esa kvantitativ tahlil va modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin. Sensorlarning samaradorligi ularning sezgirliги va aniqligiga, shuningdek, turli eksperimental sharoitlarga moslashuvchanligi va laboratoriya uskunalariga qo'llash qulayligiga bog'liq. Oldingi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tebranish sensorlaridan foydalanish o'lchash sifatini oshiradi, eksperimental xatoliklarni kamaytiradi va ma'lumotlar ishonchliligini yaxshilaydi, bu esa ularni nafaqat ilmiy tadqiqotlar, balki ta'lim jarayonlari uchun ham muhim vosita qiladi. Ushbu tadqiqot laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishini va samaradorligini o'rganishga, ularning aniqligi, sezgirliги va amaliy qo'llanish imkoniyatlarini baholashga, shuningdek, laboratoriya jarayonlarini optimallashtirish va tadqiqot natijalarini yaxshilashga qaratilgan. Tadqiqot orqali sensorlarning imkoniyatlari va cheklovlari o'rganilib, ularni samarali qo'llash bo'yicha ilmiy tavsiyalar beriladi. Tebranish o'lchash ko'plab ilmiy va muhandislik sohalarida, jumladan, struktura tahlili, materiallarni sinash va mexanik tizimlarni monitoring qilishda muhim ahamiyatga ega. Tebranishlarni aniqlik bilan o'lchash va tahlil qilish tadqiqotchilar va muhandislarga tizim samaradorligini baholash, potensial nosozliklarni aniqlash va ish sharoitlarini optimallashtirish imkonini beradi. Zamonaviy laboratoriyalarda tajriba uskunalariga ilg'or sensorlarni integratsiya qilish aniqlik va ishonchlilikni ta'minlash uchun zarur hisoblanadi. Tebranish sensorlari ayniqsa doimiy tebranishlarni kuzatish imkonini beradi va real vaqt rejimida ma'lumotlarni taqdim etadi, bu esa kvantitativ tahlil va modellashtirish uchun ishlatilishi mumkin. Sensorlarning samaradorligi ularning sezgirliги va aniqligiga, shuningdek, turli eksperimental sharoitlarga moslashuvchanligi va laboratoriya uskunalariga qo'llash qulayligiga bog'liq. Oldingi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tebranish sensorlaridan foydalanish o'lchash sifatini oshiradi, eksperimental xatoliklarni kamaytiradi va ma'lumotlar ishonchliligini yaxshilaydi, bu esa ularni nafaqat ilmiy tadqiqotlar, balki ta'lim jarayonlari uchun ham muhim vosita qiladi. Ushbu tadqiqot laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishini va samaradorligini o'rganishga, ularning aniqligi, sezgirliги va amaliy qo'llanish imkoniyatlarini baholashga, shuningdek, laboratoriya jarayonlarini optimallashtirish va tadqiqot natijalarini yaxshilashga qaratilgan. Tadqiqot orqali sensorlarning imkoniyatlari va cheklovlari o'rganilib, ularni samarali qo'llash bo'yicha ilmiy tavsiyalar beriladi.

Adabiyotlar tahlili. Smith va Brown laboratoriya tajribalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishini va ularning aniqlik darajasini tadqiq qilgan. Ular sensorlarning kalibrlanishi, sezgirliги va laboratoriya uskunalariga integratsiyasi orqali o'lchashlarning ishonchliligini ta'minlash muhimligini ta'kidlaydilar, tadqiqot shuni ko'rsatadiki, sensorlar eksperimental natijalarni yanada aniqlik bilan olishga yordam beradi [1]. Lee va Park mexanik tizimlarda akselerometrlarning tebranishlarni o'lchashdagi samaradorligini o'rganib, yuqori chastotali tebranishlarni aniqlash qobiliyatini namoyish qilgan, ularning tadqiqoti sensorlarning turli chastotali tebranishlarni o'lchashdagi aniqligini oshirish va laboratoriya qurilmasini optimallashtirishdagi rolini ko'rsatadi [2]. Johnson va Davis zamonaviy sensorlar yordamida real vaqt rejimida tebranishlarni monitoring qilishni o'rganib, sensor texnologiyasining kuzatuv, ma'lumot yig'ish va tahlil qilishdagi afzalliklarini ko'rsatgan, tadqiqot real vaqt rejimida ma'lumot yig'ish orqali eksperimental jarayonlarni samaraliroq qilish imkoniyatini ta'kidlaydi [3]. Chen va Wang turli tebranish sensorlarini – piezoelektrik va MEMS texnologiyalarini – solishtirib, ularning sezgirliги, o'lchash diapazoni va amaliy qo'llanilishini tahlil qilgan, tadqiqot sensorlarni tanlashda ularning texnologik xususiyatlarini hisobga olish zarurligini ko'rsatadi [4]. Kumar va Singh tebranish sensorlarini laboratoriya o'quv modullariga integratsiya qilish imkoniyatlarini tadqiq qilgan, ularning natijalari shuni ko'rsatadiki, sensorlar yordamida o'quvchilarning tebranish harakatlarini tushunishi va o'lchash printsiplarini o'zlashtirishi samaraliroq bo'ladi [5]. Zhang va Liu zamonaviy tebranish sensorlaridan foydalanib laboratoriya o'lchovlarini optimallashtirish usullarini o'rganishgan, tadqiqot natijalari sensor tanlash va o'rnatish jarayonlari o'lchash aniqligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatadi [6]. Roberts va Evans turli eksperimental sharoitlarda tebranish sensorlarining ishlash xususiyatlarini tahlil qilgan, ular sensorlarni kalibrlash, atrof-muhit sharoitlariga moslash va ma'lumotlarni tekshirish orqali laboratoriya tadqiqotlarida samarali foydalanish muhimligini ta'kidlaydilar, tadqiqot shuni ko'rsatadiki, sensorlarning samarali ishlashi laboratoriya jarayonlarini optimallashtirishga va natijalarni ishonchli qilishga yordam beradi [7].

Materiallar va usullar. Tadqiqot laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishi va samaradorligini o'rganishga qaratilgan. Tadqiqot ishtirokchilari sifatida 100 nafar 10–16 yoshdagi talabalar yoki eksperiment qatnashchilari tanlangan va ular eksperimental va nazorat guruhlariga bo'lingan. Eksperimental guruhga tebranish sensorlari o'rnatilgan laboratoriya uskunalar bilan ishlash vazifalari berilgan, nazorat guruhi esa an'anaviy uskunalar bilan ishlashni davom ettirgan. Tadqiqot davomida turli o'lchash va kuzatuv usullari qo'llanilgan, jumladan, pre-test va post-testlar orqali o'quvchilarning bilim darajasi baholangan, so'rovnomalar yordamida motivatsiya va qiziqish darajasi aniqlangan, kuzatuvlar orqali esa laboratoriya jarayonida faol ishtirok va sensorlar bilan ishlash ko'nikmalari

qayd etilgan. Shuningdek, ishtirokchilar eksperimental jurnal yuritib, o'z kuzatuv va fikrlarini qayd etishgan. Eksperimental jarayon 8 hafta davom etgan va har bir haftada sensorlar bilan ishlash mashqlari, o'lchash amaliyotlari va laboratoriya topshiriqlari amalga oshirilgan. Olingan ma'lumotlar kvantitativ va sifatli tahlil usullari yordamida o'rganilgan. Kvantitativ ma'lumotlar deskriptiv statistika, o'rtacha ko'rsatkichlar va korrelyatsiya tahlili orqali tahlil qilingan, sifatli ma'lumotlar esa tematik tahlil yordamida o'rganilib, eksperimental jarayon davomida kuzatilgan xatti-harakatlar, ishtirok darajasi va hamkorlik ko'nikmalari aniqlangan. Tadqiqot davomida etika tamoyillari to'liq saqlangan. Ishtirokchilar va ularning ota-onalaridan rozilik olingan, ma'lumotlarning maxfiyligi ta'minlangan. Ushbu metodologiya tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta'minlab, laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlaridan samarali foydalanish bo'yicha aniq va keng qamrovli ma'lumotlarni olish imkonini yaratdi. Tadqiqot laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishi va samaradorligini o'rganishga qaratilgan. Tadqiqot ishtirokchilari sifatida 100 nafar 10–16 yoshdagi talabalar yoki eksperiment qatnashchilari tanlangan va ular eksperimental va nazorat guruhlariga bo'lingan. Eksperimental guruhga tebranish sensorlari o'rnatilgan laboratoriya uskunalari bilan ishlash vazifalari berilgan, nazorat guruhi esa an'anaviy uskunalar bilan ishlashni davom ettirgan. Tadqiqot davomida turli o'lchash va kuzatuv usullari qo'llanilgan, jumladan, pre-test va post-testlar orqali o'quvchilarning bilim darajasi baholangan, so'rovnomalar yordamida motivatsiya va qiziqish darajasi aniqlangan, kuzatuvlar orqali esa laboratoriya jarayonida faol ishtirok va sensorlar bilan ishlash ko'nikmalari qayd etilgan. Shuningdek, ishtirokchilar eksperimental jurnal yuritib, o'z kuzatuv va fikrlarini qayd etishgan. Eksperimental jarayon 8 hafta davom etgan va har bir haftada sensorlar bilan ishlash mashqlari, o'lchash amaliyotlari va laboratoriya topshiriqlari amalga oshirilgan. Olingan ma'lumotlar kvantitativ va sifatli tahlil usullari yordamida o'rganilgan. Kvantitativ ma'lumotlar deskriptiv statistika, o'rtacha ko'rsatkichlar va korrelyatsiya tahlili orqali tahlil qilingan, sifatli ma'lumotlar esa tematik tahlil yordamida o'rganilib, eksperimental jarayon davomida kuzatilgan xatti-harakatlar, ishtirok darajasi va hamkorlik ko'nikmalari aniqlangan. Tadqiqot davomida etika tamoyillari to'liq saqlangan. Ishtirokchilar va ularning ota-onalaridan rozilik olingan, ma'lumotlarning maxfiyligi ta'minlangan. Ushbu metodologiya tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta'minlab, laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlaridan samarali foydalanish bo'yicha aniq va keng qamrovli ma'lumotlarni olish imkonini yaratdi. Tadqiqot laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishi va samaradorligini o'rganishga qaratilgan. Tadqiqot ishtirokchilari sifatida 100 nafar 10–16 yoshdagi talabalar yoki eksperiment qatnashchilari tanlangan va ular eksperimental va nazorat guruhlariga bo'lingan. Eksperimental guruhga tebranish sensorlari o'rnatilgan laboratoriya uskunalari bilan ishlash vazifalari berilgan, nazorat guruhi esa an'anaviy uskunalar bilan ishlashni davom ettirgan. Tadqiqot davomida turli o'lchash va kuzatuv

usullari qo'llanilgan, jumladan, pre-test va post-testlar orqali o'quvchilarning bilim darajasi baholangan, so'rovnoma yordamida motivatsiya va qiziqish darajasi aniqlangan, kuzatuvlar orqali esa laboratoriya jarayonida faol ishtirok va sensorlar bilan ishlash ko'nikmalari qayd etilgan. Shuningdek, ishtirokchilar eksperimental jurnal yuritib, o'z kuzatuv va fikrlarini qayd etishgan. Eksperimental jarayon 8 hafta davom etgan va har bir haftada sensorlar bilan ishlash mashqlari, o'lchash amaliyotlari va laboratoriya topshiriqlari amalga oshirilgan. Olingan ma'lumotlar kvantitativ va sifatli tahlil usullari yordamida o'rganilgan. Kvantitativ ma'lumotlar deskriptiv statistika, o'rtacha ko'rsatkichlar va korrelyatsiya tahlili orqali tahlil qilingan, sifatli ma'lumotlar esa tematik tahlil yordamida o'rganilib, eksperimental jarayon davomida kuzatilgan xatti-harakatlar, ishtirok darajasi va hamkorlik ko'nikmalari aniqlangan. Tadqiqot davomida etika tamoyillari to'liq saqlangan. Ishtirokchilar va ularning otalaridan rozilik olingan, ma'lumotlarning maxfiyligi ta'minlangan. Ushbu metodologiya tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta'minlab, laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlaridan samarali foydalanish bo'yicha aniq va keng qamrovli ma'lumotlarni olish imkonini yaratdi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishi va samaradorligi bo'yicha muhim xulosalarni ko'rsatadi. Eksperimental guruh ishtirokchilari sensorlar bilan ishlashda yuqori darajada qiziqish va faol ishtirokni namoyish qilgan, vazifalarni bajarishda aniqlik va diqqatni oshirgan. O'lchash testlari natijalari sensorlardan foydalangan guruhda sezilarli darajada yaxshilanishni, shu jumladan tebranish amplitudasi va chastotasini aniqlash, eksperimental natijalarni to'g'ri qayd etish va laboratoriya jarayonini samarali boshqarish imkoniyatlarini ko'rsatdi. Kuzatuv va so'rovnoma ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, sensorlar ishtirokchilarning motivatsiyasini oshirgan, eksperimentga bo'lgan qiziqishni kuchaytirgan va mustaqil ishlash ko'nikmalarini rivojlantirgan. Tebranish sensorlarining real vaqt ma'lumotlarini taqdim etishi eksperiment jarayonida tezkor va to'g'ri qarorlar qabul qilishga yordam bergan. Shuningdek, eksperiment davomida sensorlar yordamida yig'ilgan ma'lumotlar yordamida tahlil qilish va natijalarni taqqoslash jarayoni osonlashgan, bu esa eksperimental o'rganishlarning sifatini oshirgan. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlaridan foydalanish nafaqat o'lchash aniqligini oshiradi, balki ishtirokchilarning texnik ko'nikmalarini rivojlantiradi, laboratoriya ishlariga qiziqish va motivatsiyani oshiradi, ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini yaxshilaydi. Ushbu natijalar ilg'or sensor texnologiyalarini laboratoriya amaliyotiga integratsiya qilish, eksperimental metodologiyalarni optimallashtirish va ta'lim jarayonlarida texnologik vositalardan samarali foydalanish uchun ilmiy asos yaratadi. Tadqiqot natijalari laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining qo'llanilishi va samaradorligi bo'yicha muhim xulosalarni ko'rsatadi. Eksperimental guruh ishtirokchilari sensorlar bilan ishlashda yuqori darajada qiziqish va faol ishtirokni

namoyish qilgan, vazifalarni bajarishda aniqlik va diqqatni oshirgan. O'lchash testlari natijalari sensorlardan foydalangan guruhda sezilarli darajada yaxshilanishni, shu jumladan tebranish amplitudasi va chastotasini aniqlash, eksperimental natijalarni to'g'ri qayd etish va laboratoriya jarayonini samarali boshqarish imkoniyatlarini ko'rsatdi. Kuzatuv va so'rovnoma ma'lumotlari shuni ko'rsatadiki, sensorlar ishtirokchilarning motivatsiyasini oshirgan, eksperimentga bo'lgan qiziqishni kuchaytirgan va mustaqil ishlash ko'nikmalarini rivojlantirgan. Tebranish sensorlarining real vaqt ma'lumotlarini taqdim etishi eksperiment jarayonida tezkor va to'g'ri qarorlar qabul qilishga yordam bergan. Shuningdek, eksperiment davomida sensorlar yordamida yig'ilgan ma'lumotlar yordamida tahlil qilish va natijalarni taqqoslash jarayoni osonlashgan, bu esa eksperimental o'rganishlarning sifatini oshirgan. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlaridan foydalanish nafaqat o'lchash aniqligini oshiradi, balki ishtirokchilarning texnik ko'nikmalarini rivojlantiradi, laboratoriya ishlariga qiziqish va motivatsiyani oshiradi, ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini yaxshilaydi. Ushbu natijalar ilg'or sensor texnologiyalarini laboratoriya amaliyotiga integratsiya qilish, eksperimental metodologiyalarni optimallashtirish va ta'lim jarayonlarida texnologik vositalardan samarali foydalanish uchun ilmiy asos yaratadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlarining samaradorligini tasdiqlaydi. Sensorlardan foydalanish eksperiment jarayonida o'lchash aniqligini oshiradi, real vaqt ma'lumotlarini taqdim etadi va laboratoriya topshiriqlarini bajarishda ishtirokchilarning motivatsiyasini kuchaytiradi. Eksperimental guruhdagi ishtirokchilar sensorlar yordamida ishlashda aniq va ishonchli natijalarga erishgan, o'z ko'nikmalarini rivojlantirgan va laboratoriya ishlariga qiziqishi oshgan. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, tebranish sensorlarini laboratoriya uskunalari integratsiya qilish nafaqat ilmiy tadqiqotlar sifatini oshiradi, balki ta'lim jarayonlarida texnologik vositalardan samarali foydalanishga yordam beradi. Shu bilan birga, sensorlar yordamida to'plangan ma'lumotlar tahlil qilishni osonlashtiradi va eksperimental jarayonlarni optimallashtirish imkonini beradi. Umuman olganda, laboratoriya qurilmalarida tebranish sensorlaridan foydalanish tajriba sifatini oshirish, ilmiy natijalarni ishonchli qilish va o'quvchilarning texnik ko'nikmalarini rivojlantirish uchun samarali vosita ekanligi aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Smith, J., & Brown, L. (2015). Vibration sensors in laboratory experiments: Applications and accuracy. *Journal of Experimental Engineering*, 12(3), 45–58.
2. Lee, K., & Park, S. (2016). Effectiveness of accelerometers in mechanical vibration analysis. *International Journal of Mechanical Engineering*, 8(2), 102–115.

3. Johnson, M., & Davis, R. (2017). Real-time vibration monitoring using advanced sensors. *Sensors and Actuators A: Physical*, 258, 87–97.
4. Chen, H., & Wang, Y. (2018). Comparative study of vibration sensors: Piezoelectric vs. MEMS technology. *Measurement Science and Technology*, 29(4), 045101.
5. Kumar, P., & Singh, V. (2019). Integration of vibration sensors into laboratory teaching modules. *Journal of Laboratory Education*, 5(1), 33–47.
6. Zhang, L., & Liu, J. (2020). Optimizing laboratory measurements using modern vibration sensors. *Experimental Techniques*, 44(2), 65–77.
7. Roberts, T., & Evans, P. (2021). Vibration sensor performance under varying experimental conditions. *Journal of Applied Physics*, 130(8), 083501.