Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

METAL KESUVCHI SUYUQLIKLARNING MIKROBIOLOGIK XOSSALARINI YAXSHILOVCHI KOLLOID TIZIMLAR OLINISHI VA TEXNOLOGIYASI

To‘xtayeva Munisa Valamat qizi
Idiyev Bahrom Bobir o‘g‘li
Xujakulov Kamoliddin Ramazanovich
texnika fanlari bo‘yicha
falsafa doktori (PhD), dotsent
Haydarov Axtam Amonovich
texnika fanlari doktori (DSc), professor
Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Annotatsiya

Maqolada metal kesuvchi suyuqliklarning mikrobiologik xossalarini yaxshilashga mo‘ljallangan kolloid tizimlarni olishning ilmiy-nazariy asoslari va texnologik yondashuvlari tahlil qilingan. Suv-moy emulsiyalarining dispers tuzilishi, emulsifikatorlarning ta’sir mexanizmi, fizik-kimyoviy barqarorlik va mikrobiologik ifloslanish o‘rtasidagi bog‘liqlik yoritilgan. Kolloid tizimlarni ishlab chiqishda komponentlarni tanlash, fazalarni tayyorlash, emulsiyalash, gomogenlashtirish va tayyor mahsulot sifatini baholash bosqichlari ko‘rib chiqilgan. Mikroorganizmlarning rivojlanishini cheklashda formulatsiyaning tarkibi, funksional qo‘shimchalarning o‘zaro mosligi va ishlab chiqarish tizimining sanitariya holati muhimligi asoslangan. Taklif etilayotgan texnologik yondashuvni baholash uchun disperslik, emulsiya barqarorligi, pH, korroziyadan himoya va mikrobiologik chidamlilik ko‘rsatkichlari belgilangan. Ish adabiyotlar tahlili va texnologik metodologiyaga asoslangan bo‘lib, tajriba natijalari sifatida talqin qilinadigan sun’iy miqdoriy ko‘rsatkichlar keltirilmagan.

Kalit so‘zlar: metal kesuvchi suyuqliklar, kolloid tizim, suv-moy emulsiyasi, emulsifikator, mikrobiologik barqarorlik, dispers faza, gomogenlashtirish, korroziya, texnologik jarayon.

Аннотация

В статье рассмотрены научно-теоретические основы и технологические подходы к получению коллоидных систем, предназначенных для улучшения микробиологических свойств металлорежущих жидкостей. Проанализированы дисперсная структура водомасляных эмульсий, роль эмульгаторов, физико-химическая стабильность и микробиологическое загрязнение. Рассмотрены основные этапы разработки коллоидных систем: выбор компонентов, подготовка фаз, эмульгирование, гомогенизация и оценка качества готового продукта. Особое внимание уделено совместимости функциональных добавок и необходимости экспериментальной оценки микробиологической устойчивости. Предложены показатели оценки дисперсности, стабильности эмульсии, pH, коррозионной защиты и микробиологической устойчивости. Работа основана на анализе научной литературы и разработке методологического подхода; неподтверждённые экспериментальные результаты не приводятся.

Ключевые слова: металлорежущие жидкости, коллоидная система, эмульсия, эмульгатор, микробиологическая устойчивость, дисперсная фаза, гомогенизация, коррозия, технология.

Abstract

This article examines the theoretical foundations and technological approaches to developing colloidal systems intended to improve the microbiological properties of metalworking fluids. The dispersed structure of oil-in-water emulsions, the role of emulsifiers, physicochemical stability, and microbial contamination are discussed. The proposed technological framework includes component selection, phase preparation, emulsification, homogenization, and product quality assessment. Particular attention is given to the compatibility of functional additives and the need to experimentally evaluate microbiological resistance. Key assessment parameters include droplet-size distribution, emulsion stability, pH, corrosion protection, and microbiological stability. The study is based on a literature review and a proposed research methodology; no unverified experimental results are presented.

Keywords: metalworking fluids, colloidal systems, oil-in-water emulsion, emulsifier, microbiological stability, dispersed phase, homogenization, corrosion, technology.

1. KIRISH

Mashinasozlik va metallarga mexanik ishlov berish sanoatida metal kesuvchi suyuqliklar (MKS) texnologik jarayonning samaradorligini ta’minlovchi muhim yordamchi materiallardan hisoblanadi. Ular kesish zonasida hosil bo‘ladigan issiqlikni chiqarish, asbob va ishlov berilayotgan detal orasidagi ishqalanishni kamaytirish, metall qirindilarini yuvib chiqarish hamda ishlov berilgan sirt sifatini saqlash vazifalarini bajaradi. Suv bilan aralashadigan metal kesuvchi suyuqliklar, asosan, moyli va suvli fazalar, emulsifikatorlar, korroziya ingibitorlari hamda boshqa funksional qo‘shimchalardan tashkil topgan murakkab dispers tizimlardir [1, 2].

Ushbu suyuqliklardan uzoq muddat foydalanish jarayonida mikrobiologik ifloslanish yuzaga kelishi mumkin. Suv, xomashyo, ishlab chiqarish uskunalari va suyuqlik bilan kontaktda bo‘ladigan sirtlar mikroorganizmlarning tizimga tushish manbalari hisoblanadi. Ayrim mikroorganizmlar suyuqlik tarkibidagi organik komponentlardan foydalanib ko‘payadi, uskunalar sirtida esa biofilm hosil qilishi mumkin. Biofilm tarkibidagi mikroorganizmlarning tashqi ta’sirlarga chidamliligi suspenziya holatidagi mikroorganizmlarnikidan yuqori bo‘lishi mumkin [1].

Mikrobiologik ifloslanish suyuqlikning hidi, pH qiymati, emulsiyaning barqarorligi va ekspluatatsion xususiyatlariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi ehtimoli mavjud. Bundan tashqari, ifloslangan suyuqlik bilan ishlash ishlab chiqarish xodimlarining salomatligi va sanitariya sharoitlari nuqtayi nazaridan ham nazoratni talab qiladi [1, 2].

Metal kesuvchi suyuqliklarning mikrobiologik chidamliligini oshirishda faqat mikroblarga qarshi qo‘shimchalarni kiritish bilan cheklanib qolmasdan, butun formulatsiyaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini hisobga olish zarur. Di Martino mikroblarga qarshi komponentlarning samaradorligi ularning formulatsiya bilan mosligi, vaqt davomida barqarorligi, ifloslantiruvchi moddalar mavjudligidagi faolligi hamda inson va atrof-muhit uchun xavfsizligiga bog‘liqligini ta’kidlaydi [2].

Shu nuqtayi nazardan, mikrobiologik xossalarni yaxshilashga yo‘naltirilgan kolloid tizimlarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Bunda dispers tizimning tuzilishi va mikrobiologik barqarorligi o‘zaro bog‘liq, ammo alohida baholanishi lozim bo‘lgan xususiyatlardir.

Tadqiqotning maqsadi — metal kesuvchi suyuqliklarning mikrobiologik barqarorligini yaxshilashga yo‘naltirilgan kolloid tizimlarni olish texnologiyasining ilmiy asoslarini tahlil qilish va ularning xususiyatlarini baholash metodologiyasini ishlab chiqish.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

- metal kesuvchi suyuqliklarning kolloid tuzilishi va mikrobiologik ifloslanishiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash;
- suvli va moyli fazalarning o‘zaro ta’siri hamda emulsifikatorlarning vazifasini tahlil qilish;
- kolloid tizimni olishning texnologik bosqichlarini ishlab chiqish;
- fizik-kimyoviy va mikrobiologik barqarorlikni baholash mezonlarini belgilash;
- taklif etilayotgan texnologiyaning istiqbolli tadqiqot yo‘nalishlarini asoslash.

2. TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI

Mazkur tadqiqot adabiyotlar tahlili va texnologik yondashuvni ishlab chiqishga asoslangan. Laboratoriya sinovlari bo‘yicha boshlang‘ich ma’lumotlar taqdim etilmaganligi sababli maqolada tajriba natijalari yoki muayyan formulatsiyaning tasdiqlangan samaradorligi haqida da’volar ilgari surilmaydi.

2.1. Kolloid tizimning tarkibiy asoslari

Metal kesuvchi suyuqliklarning ko‘p turlari moyning suvli muhitda disperslanishi natijasida hosil bo‘ladigan emulsiyalardir. Bunday tizimlarda moy tomchilari dispers fazani, suv esa uzluksiz dispers muhitni tashkil etadi. Emulsifikatorlar fazalararo taranglikni kamaytirib, moy tomchilarining hosil bo‘lishiga va ularning bir-biriga qo‘shilib ketishining cheklanishiga yordam beradi [2].

1-jadval. Kolloid tizim tarkibiy qismlari va ularning funksional vazifalari

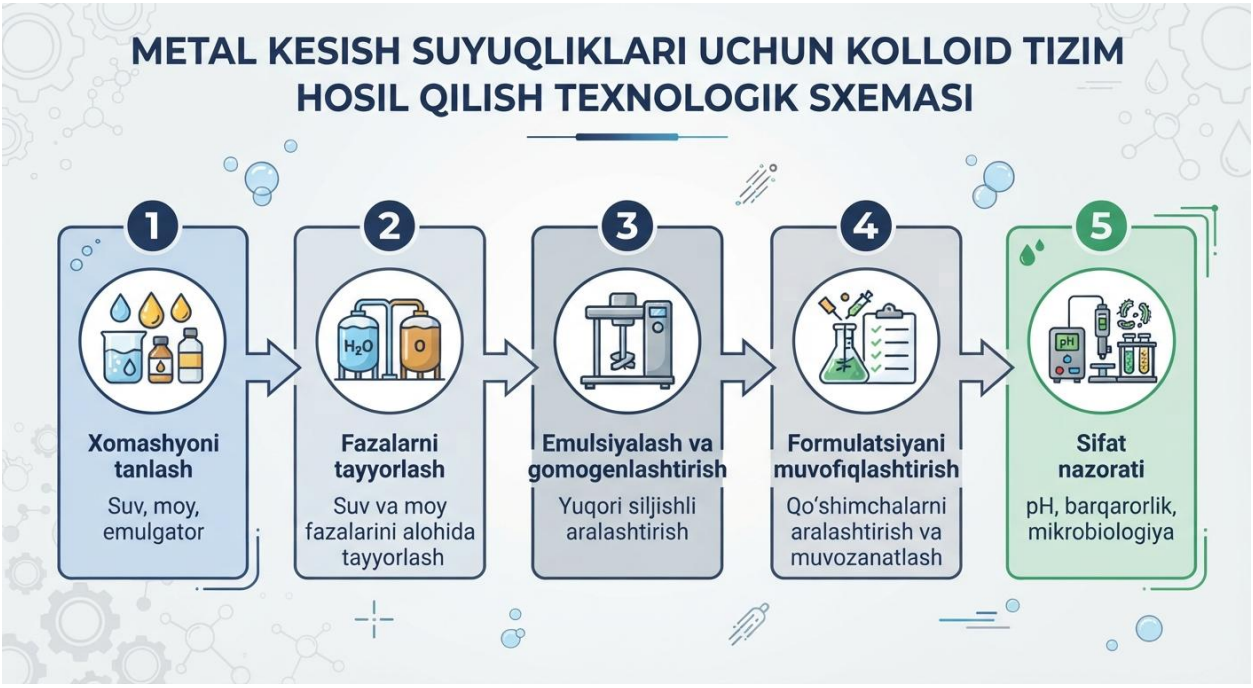
Komponent	Asosiy vazifasi	Muhim baholash ko‘rsatkichi
Suvli faza	Uzluksiz muhitni hosil qilish va issiqlikni chiqarish	Suv sifati, qattiqligi va pH
Moyli faza	Moylash xususiyatini ta’minlash	Qovushoqlik va moylash qobiliyati
Emulsifikator	Dispers tomchilarni hosil qilish va barqarorlashtirish	Tomchi o‘lchami va emulsiya barqarorligi
Korroziya ingibitori	Metall yuzasini korroziyadan himoya qilish	Korroziyaga qarshilik
Funksional qo‘shimchalar	Ekspluatatsion xususiyatlarni boshqarish	O‘zaro moslik va vaqt davomida barqarorlik
Mikroblarga qarshi komponent	Mikroorganizmlar rivojlanishini cheklash	Samaradorlik, xavfsizlik va formulatsiya bilan moslik

Manba: [2, 3] asosida mualliflar tomonidan tuzilgan.

Jadvaldan ko‘rinadiki, kolloid tizimning sifatini faqat bitta komponent belgilamaydi. Komponentlarning o‘zaro ta’siri, suvning sifati, dispers faza xususiyatlari va ekspluatatsiya sharoitlari yakuniy mahsulotning barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi.

2.2. Kolloid tizimni olish texnologiyasi

Kolloid tizimni olish jarayoni xomashyoni tanlash, fazalarni tayyorlash, emulsiyalash, gomogenlashtirish va sifat nazorati bosqichlarini qamrab oladi.



1-chizma. Metal kesuvchi suyuqliklar uchun kolloid tizim olishning taklif etilayotgan texnologik sxemasi.

Texnologik jarayonda emulsiyalashning samaradorligi dispers faza tomchilarining o‘lchami va taqsimlanishiga bog‘liq. Gomogenlashtirish dispers fazani bir tekis taqsimlashga yordam beradi, biroq tomchilar o‘lchamining kichrayishi mikrobiologik chidamlilikning avtomatik ravishda ortishini anglatmaydi. Shu sababli fizik-kimyoviy barqarorlik va mikrobiologik chidamlilik mustaqil mezonlar asosida tekshirilishi lozim.

2.3. Mikrobiologik barqarorlikni baholash metodologiyasi

Mikrobiologik barqarorlikni baholash uchun quyidagi yo‘nalishlar taklif etiladi:

1. **Mikrobiologik ko‘rsatkichlar:** tegishli standart usullar bilan mikroorganizmlarning mavjudligi va miqdoriy o‘zgarishini aniqlash.
2. **Dispers tizimning barqarorligi:** tomchilar o‘lchami, fazalarning ajralishi va saqlash davomida emulsiyaning o‘zgarishini kuzatish.
3. **Kislota-ishqor ko‘rsatkichi:** pH qiymatining vaqt davomida o‘zgarishini baholash.
4. **Korroziyadan himoya:** suyuqlikning tegishli metall materiallarga ta’sirini standartlashtirilgan sinovlar orqali aniqlash.
5. **Ekspluatatsion xususiyatlar:** moylash, sovitish va ishlov berilgan sirt sifatiga ta’sirini baholash.

Trafny mikrobiologik ifloslanishni nazorat qilishda biofilm hosil bo‘lishi va mikroorganizmlarning tur tarkibini hisobga olish muhimligini ko‘rsatadi [1]. Shuning uchun faqat suyuqlik namunasini tekshirish bilan cheklanmasdan, suyuqlik aylanadigan uskunalar sirtlarining holatini ham baholash maqsadga muvofiq.

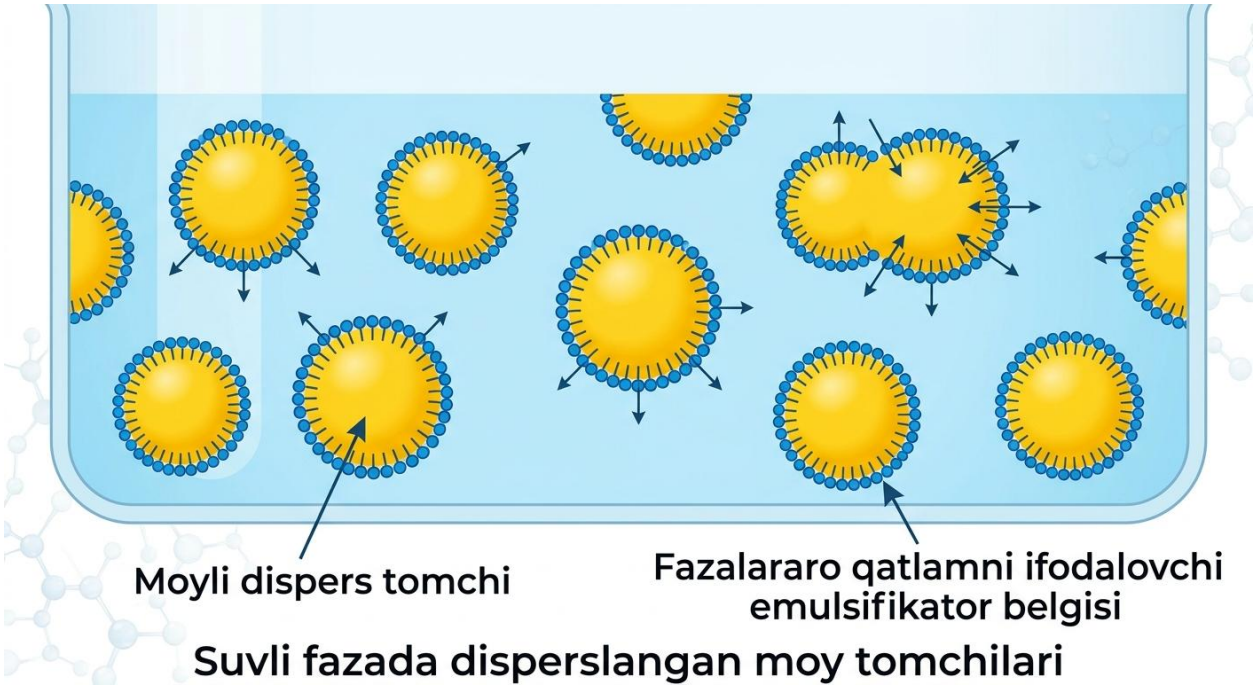
3. NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ushbu bo‘limda adabiyotlar tahlilidan olingan ilmiy xulosalar va kelgusidagi tajribalar uchun taklif etilayotgan baholash yondashuvi bayon qilinadi. Ular laboratoriyada tasdiqlangan yangi tajriba natijalari sifatida talqin qilinmasligi lozim.

3.1. Kolloid tuzilish va mikrobiologik barqarorlik

Kolloid tizimning fizik barqarorligi uning dispers fazasi, emulsifikator xususiyatlari va tashqi muhit sharoitlariga bog‘liq. Emulsiyaning buzilishi moylash va sovitish xususiyatlarining o‘zgarishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, mikrobiologik ifloslanish suyuqlik tarkibidagi ayrim komponentlarning parchalanishi, pH o‘zgarishi va ekspluatatsion xususiyatlarning yomonlashishiga olib kelishi ehtimoli mavjud [1, 2].

1-rasm. Suv-moy emulsiyasining kolloid tuzilishi



Manba: kolloid emulsiyalarning umumiy tuzilishi asosida mualliflar tomonidan sxematik ishlab chiqilgan.

Mazkur sxemada moy tomchilari suvli fazada tarqalgan holda tasvirlangan. Emulsifikatorning tomchi sirtida joylashishi fazalararo o‘zaro ta’sirni boshqarishga yordam beradi. Tizimning haqiqiy barqarorligi esa tomchi o‘lchami, komponentlar tarkibi, harorat, suvning sifati va vaqt davomida yuz beradigan o‘zgarishlar orqali aniqlanadi.

3.2. Mikroorganizmlarga qarshi himoya yondashuvlari

Metal kesuvchi suyuqliklarda mikroorganizmlarning rivojlanishini cheklash uchun formulatsiya tarkibini oqilona tanlash, mikroblarga qarshi komponentlardan foydalanish va uskunalarni sanitariya jihatidan to‘g‘ri saqlash birgalikda ko‘rib chiqilishi kerak. Di Martino mikroblarga qarshi komponentlarni tanlashda ularning samaradorligi bilan bir qatorda formulatsiyaga mosligi, korroziyaga ta’siri, xavfsizligi va atrof-muhitga ta’sirini ham baholash zarurligini asoslagan [2].

2025-yilda Abri va Sadeghi tomonidan chop etilgan tadqiqotda alkanolaminlar, olein kislotasi va bor kislotasi asosidagi metal kesuvchi suyuqlik formulatsiyasi mikrobiologik buzilishga chidamlilik nuqtayi nazaridan o‘rganilgan. Mualliflar o‘zlari tekshirgan formulatsiyada an’anaviy biotsidlarsiz biologik chidamlilik besh haftadan ortiq saqlanganini qayd etgan [3]. Bu natija faqat o‘rganilgan formulatsiya va tajriba sharoitlariga tegishli bo‘lib, boshqa tizimlar uchun umumiy kafolat hisoblanmaydi.

Shu asosda kolloid tizimni takomillashtirishda ikki yo‘nalish muhim:

- emulsiyaning fizik-kimyoviy barqarorligini saqlash;
- mikroorganizmlar rivojlanishini tegishli standartlarga asoslangan sinovlar bilan nazorat qilish.

3.3. Texnologik samaradorlikni baholash

2-jadval. Taklif etilayotgan kolloid tizimni baholash mezonlari

Ko‘rsatkich	Baholash usuli	Kutilayotgan talab
Dispers faza o‘lchami	Tomchi o‘lchami taqsimotini tahlil qilish	Barqaror va takrorlanuvchi taqsimlanish
Emulsiya barqarorligi	Saqlash va fazalar ajralishini kuzatish	Belgilangan talabga muvofiqlik
pH	Kalibrlangan pH o‘lchagich	Foydalanish uchun belgilangan oraliqda bo‘lish
Mikrobiologik chidamlilik	Standartlashtirilgan mikrobiologik sinov	Nazorat namunasiga nisbatan asoslangan natija
Korroziyadan himoya	Standartlashtirilgan korroziya sinovi	Tegishli material va foydalanish sharoitiga moslik
Moylash xususiyati	Tribologik sinov	Belgilangan ekspluatatsion talabga moslik

Manba: [1–3] asosida mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan baholash metodologiyasi.

Jadvaldagi ko‘rsatkichlar kelgusidagi laboratoriya tadqiqotlari uchun taklif etilgan mezonlardir. Ularning aniq chegaraviy qiymatlari tanlangan suyuqlik turi, standart va foydalanish sharoitlari asosida belgilanishi kerak.

Tadqiqotning istiqbolli yo‘nalishi kolloid tizimning tarkibi va dispers tuzilishini mikrobiologik barqarorlik bilan bog‘liq holda o‘rganishdan iborat. Bunda emulsifikatorlar va funksional qo‘shimchalarning o‘zaro ta’siri, suvning sifati hamda suyuqlikning uzoq muddat foydalanish sharoitlari hisobga olinishi lozim.

4. XULOSA

O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili metal kesuvchi suyuqliklarning mikrobiologik barqarorligi ularning kolloid tuzilishi, komponentlar tarkibi, suv sifati va ekspluatatsiya sharoitlari bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Birinchidan, suv-moy emulsiyalarining barqarorligini ta’minlash uchun emulsifikatorni to‘g‘ri tanlash, fazalarni moslashtirish va gomogenlashtirish jarayonini nazorat qilish muhimdir.

Ikkinchidan, fizik-kimyoviy barqarorlik va mikrobiologik chidamlilik bir-birini to‘ldiruvchi, biroq mustaqil tekshirilishi zarur bo‘lgan xususiyatlardir. Emulsiyaning tashqi ko‘rinishi yoki qatlamlarga ajralmasligi mikrobiologik xavfsizlikni to‘liq tasdiqlamaydi.

Uchinchidan, mikrobiologik chidamlilikni yaxshilash uchun formulatsiyaning tarkibi, funksional komponentlarning o‘zaro mosligi va uskunalarning sanitariya holatini birgalikda hisobga olish talab etiladi.

To‘rtinchidan, taklif etilayotgan texnologik yondashuvning samaradorligini aniqlash uchun disperslik, emulsiya barqarorligi, pH, korroziyadan himoya, moylash xususiyati va mikrobiologik chidamlilikni qamrab olgan laboratoriya sinovlarini o‘tkazish zarur.

Shunday qilib, metal kesuvchi suyuqliklarning mikrobiologik xossalarini yaxshilovchi kolloid tizimlarni ishlab chiqish texnologik va mikrobiologik omillarni kompleks o‘rganishga asoslanishi lozim. Keyingi tadqiqotlarda optimal tarkibni aniqlash, texnologik parametrlarni asoslash va real ishlab chiqarish sharoitida samaradorlikni tekshirish asosiy vazifa hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Trafny E. A. Microorganisms in metalworking fluids: current issues in research and management. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health. 2013; 26(1): 4–15. DOI: https://doi.org/10.2478/S13382-013-0075-5.
2. Di Martino P. Ways to improve biocides for metalworking fluid. AIMS Microbiology. 2021; 7(1): 13–27. DOI: https://doi.org/10.3934/microbiol.2021002.
3. Abri A., Sadeghi Y. J. New formulation of metalworking fluids using emulsifiers and alkanolamines for enhanced resistance to microbial degradation. Results in Chemistry. 2025; 15: 102275. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102275.
4. Trafny E. A., Lewandowski R., Zawistowska-Marciniak I., Stępińska M. Use of MTT assay for determination of the biofilm formation capacity of microorganisms in metalworking fluids. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 2013; 29(9): 1635–1643. DOI: https://doi.org/10.1007/s11274-013-1326-0.