

FAN VA TEXNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGI

1
2026

Tahririyat hay'ati raisi:
SIDDIQOVA S.G'. –
Buxoro davlat texnika universiteti rektori

Muovini:
NIZAMOV A.B. –
BuxDTU ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektori
Tahrir hay'ati:

MUQIMOV K.M. – O'zR FA akademigi (O'zMU)
JALILOV A.T. – O'zR FA akademigi (Toshkent kimyo-texnologiya ITI)
NEGMATOV S.N. – O'zR FA akademigi ("Fan va taraqqiyot" DUK)
BAHODIROV G'.A. – t.f.d., professor, O'zR FA bosh ilmiy kotibi
XAMIDOV O.X. – iqtisod fanlari doktori, professor (BuxDU)
JALILOV T.K. – iqtisod fanlari doktori (DSc), professor (TKTI)
PARDAYEVA M.D. – BuxDTU yoshlar masalalari va ma'naviy-ma'rifiy ishlar bo'yicha birinchi prorektori, falsafa fanlari doktori (DSc)
XOJIYEV A.X. – o'quv ishlari bo'yicha prorektor, texnika f.f.d. (PhD)
SAIDOV S.B. – Buxoro DTU moliya va iqtisod ishlari bo'yicha prorektori
QURBONOV J.M. – texnika fanlari doktori, professor (Samarqand ISI)
ADIZOV B.Z. – texnika fanlari doktori (DSc), pprofessor, O'zRFA UNKI
ASTANOV S.X. – fizika-matematika fanlari doktori, professor
RAXMONOV X.Q. – texnika fanlari doktori, professor
VOXIDOV M.M. – texnika fanlari doktori, professor
JO'RAYEV X.F. – texnika fanlari doktori, professor
SADULLAYEV N.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOV Q.X. – texnika fanlari doktori, professor
FOZILOV S.F. – texnika fanlari doktori, professor
ISABAYEV I.B. – texnika fanlari doktori, professor
ABDURAHMONOV O.R. – texnika fanlari doktori, professor
GAFUROV K.X. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
XAYDAROV A.A. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
JO'RAYEV F.O'. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MURADOVA F.R. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
JUMAYEV M.R. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
YUNUSOVA G.S. – falsafa fanlari doktori (DSc), professor
BOBOYEV A.Ch. – iqtisodiyot fanlari nomzodi, professor
TO'XTAYEVA Z.Sh. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.J. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
HAYITOV R.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOZOROV G'.R. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
BOLTAYEV Z.I. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
OLTIYEV A.T. – texnika fanlari doktori, (DSc)
JALILOV R.B. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV M.I. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAJIDOVA N.Q. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
AXMEDOV V.N. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
MAXMUDOV R.A. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
PULATOVA M.I. – fizika-matematika fanlari nomzodi, professor
RAHMATOV Sh.A. – pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
OCHILOV A.R. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
O'RINOV U.A. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
PO'LATOVA S.U. – texnika fanlari doktori (DSc), professor
SAMIYEVA Sh.X. – pedagogika fanlari doktori (DSc), professor
TESHAYEV M.X. – fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor
XAITOV V.U. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
XOJIYEV Sh.M. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
XAYITOV Sh.N. – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent
ZOIROV E.X. – falsafa fanlari doktori (DSc), dotsent
NARZIYEV M.S. – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent
NAMAZOVA N.J. – iqtisodiyot fanlari b.f.d. (PhD), dotsent

Bosh muharrir: DO'STOV H.B. – kimyo fanlari doktori, professor

Muharrirlar: Artikova M.M., Istamova G.X.
Musahhih: Barakayeva D.F.

FAN VA TEXNOLOGIYALAR
TARAQQIYOTI
ILMIY-TEXNIKAVIY JURNAL

DEVELOPMENT OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY
SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyati boshqarmasida 2014 yil 22-sentyabrda № 05-066-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan

Muassis:
Buxoro davlat texnika universiteti

Jurnal O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi OAK Rayosatining 2017 yil 29-martdagi №239/5-sonli qarori bilan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan. 2019 yilda O'zbekiston Respublikasi OAK Rayosatining qarorlari bilan qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.

Tahririyat manzili:
200117, Buxoro shahri, Q. Murtazoyev ko'chasi, 15-uy, Buxoro davlat texnika universiteti
Tel: 0(365) 223-92-40
Faks: 0(365) 223-78-84
E-mail: fannt_jurnal@umail.uz

Jurnalning to'liq elektron varianti bilan <http://journal.bstu.uz> sayti orqali tanishish mumkin.

Ushbu jurnalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman chop etilishi mumkin emas. Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jurnalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarning mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar.

MUNDARIJA – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

TEXNIKA, TEXNOLOGIYA VA JIHOZLAR	
Normayev Q.H., Pardayeva Sh.S., Pirnazarov Sh.V., Ashirova M.R., Jalg'asova G.S. Burg'ilash mashinalari va ularning mexanizmlarini samarali qayta tiklash texnologiyalari.	5
Azamjonov R.S. Eksploatatsiyadagi avtoyo'l ko'priklarining yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish usulini takomillashtirish	11
Xolmuxammadiyev A.M., Toshev Sh.O. Burg'ulash eritmasidan markazdan qochma separator yordamida yengillashtirilgan eritma tayyorlash texnologiyasi	15
Джураев Х.Ф., Ўктамова Ш.Х. Қовоқ уруғи қобиғининг синдириш кучларини аниқлаш методикаси	20
Mansurov O.A. Improving the drying process of fruits using convective method.	24
Jo'rayev F.O', Jo'rayev A.A., Saidova G.K. Uneversal qurilmaning yumshatuvchi ish oraganining parametrlarini uning ish ko'rsitkichlariga ta'siri.	27
Авлиякулов Н.Н. Достижение качества измерительных процессов при метрологическом обеспечении производства	32
Do'stov H.B., Rahimov B.R., Savriyev F.A. Suvlangan gaz quduqlarini qayta ishga tushirish texnologiyasini takomillashtirish tahlili.	36
KIMYO VA KIMYOVIY TEXNOLOGIYALAR	
Toshboyev S.O', Panoyev E.R., Hasanov Z.Z. Gazlarni tozalashda qo'llaniluvchi absorbentlarning tavsifi va unda hosil bo'ladigan ko'piklanish sabablari.	43
Умаров С.Х., Рустамов В.Дж., Халлоков Ф.К., Ходжаев У.О., Нарзуллаева З.М. Механизм отрицательной фотопроводимости в TiGaSe ₂	47
Фозилов Х.С., Туробжонов С.М., Фозилов С.Ф. Маҳаллий иккиламчи хом ашё – куйи молекулали полиэтиленни оксидлаб синтетик юқори ёғ кислоталари олиш ва уларнинг физик-кимёвий хоссалари.	52
Абдирахимов И.Э. Способы предотвращения образования гидрата при переработке газов.	57
Alinazarov A.X., Shariboyev N.Y., Jo'raxanov D.M. Anaerob parchalanish jarayonida harorat barqarorligining metanogen bakteriyalar faolligiga ta'siri va uni quyoshli issiqlik tizimi orqali ta'minlash.	61
Abdirakhimov I.E. Anticorrosion properties of copper phosphide.	66
Norqulov J.F., Ibodullayev M.X., Abduraxmonov O.R., Kodirov O.Sh. Amin eritmalarini issiqlikka bardoshli tuzlardan tozalash jarayonini modellashtirish.	72
Абдирахимов И.Э., Буранов Ф.Э., Курбанов А.Т. Исследование технологических параметров, рекомендованных для синтеза этилена из метана.	79
Rahimov B.R. Yuqori qatronli neftlarning qovushqoqligini pasaytiruvchi depresantlar kompozitsiyasini ishlab chiqish.	86
Эшдавлатова Г.Э., Камолов Л.С. Определение концентрации диэтанолamina титриметрическим методом	91
Rahimov B.R. Qoldiq neftlarni olishda chuqurlik nasos qurilmasini takomillashtirishning dolzarb muamolari.	96
Yuldashev T.R., Buronov F.E., Hafizov S.Sh. Tabiiy gazning tarkibidagi zaharli komponentlarni aminlar yordamida tozalash jarayonlari.	100

MASHINASOZLIK VA ENERGETIKA	
Bafoyev D.X. Detallar sirtini plastik deformatsiyalash va bir tekis mikrorelefnı shakllantirish	107
Majitov J.A. Bioreaktor devorining turli sirtlarida issiqlik berish koeffitsiyentlarini hisoblash va tahlil etish.	112
Azamov S.S. Uch fazali tok o'zgartkichlari yordamida asinxron motorlarni himoya qilish tizimi tatqiq etish.	118
Maxmudov M.I., Qo'shshayeva M.R., Nurov S.S., Timirov H.N., Sayfiyev H.O. Quyosh panellarining samaradorligiga changlanganlikning ta'sirini o'rganish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar tahlili.	122
Атауллаев А.О. Исследование и разработка виброустойчивых инклинометрических преобразователей для систем контроля и управления.	128
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Tojlanish jarayonining yuqori kuchlanishli havo liniyalaridagi quvvat yo'qotishlariga ta'sirini baholash.	135
Murodov K.J. Ko'p qavatli binolarning vertikal chiqindi quvurlaridagi suyuqlik oqimlaridan elektr energiya hosil qilish.	141
Xamroyev X.X. Mexanik ishlov berishda sirt qatlamining mexanik xususiyatlari.	145
Tojimurodov D.D. Asinxron motorlarni nosimmetrik rejimlari.	149
Sadullayev N.N., Nematov Sh.N., To'xtayev Sh.B., Soliyeva Z.N., Murtazoyev F.F. O'zbekistonda quyosh sovitish tizimlari va ularning texnik imkoniyatlari.	154
INFORMATIKA VA AXBOROT – KOMMUNIKATSION TIZIMLAR	
Babomuradov O.J., Kuyliyeva F.A. Statistical analysis of social network messages.	163
Madaminov U.A., Qodirov D.R. Katta hajmli ma'lumotni parallel qayta ishlashda Hadoop MapReduce tizimini qo'llash.	168
Каххоров М.М. Моделирование ветровой турбины типа Дарье и обоснование её параметров в системе Ansys Fluent.	173
Maxmudov M.Sh. Relief morfometrik ko'rsatkichlari asosida marshrutlashning model va algoritmlari.	179
OZIQ-OVQAT SANOATI TEXNOLOGIYALARI	
Ravshanov S.S., Botirov M.Sh., Ergashev A.M., Mirzaev J.D., Shodmonqulova Q. Quruq iqlimda yetishtirilgan bug'doy donini ochiq omborlarda saqlashning mahsulot xossalariga ta'siri.	184
Sharipov N.Z., Qo'ldosheva F.S. Gilos danagidan moy olish jarayonini infraqizil nurlar yordamida jadallashtirish.	187
Шарипов Н.З. Интенсификация процесса получения масла из ядра косточек вишни в поле сверхвысокочастотного тока.	190
Баракаев Н.Р., Шукуров Ю.У. Мева ва сабзавотларни сублимация йўли билан қуритишнинг илмий асослари.	194
Ibragimov R.R., Sharipov N.Z. Bodringni konservalash jarayonida noan'anaviy usulda issiqlik ishlov berish jarayonini nazariy asoslari.	199
Kuliyev N.Sh. Meva va sabzavot sharbatlarini ko'pirtirishda ko'pik hosil qilish va emulgirlash xususiyatlarining dinamikasi.	203
Мухамедова М.Э. Разработка рецептуры диабетических сдобных сухарей с использованием синергии растительных компонентов.	209
Хужакулов У.К., Мажидова Н.К., Мажидов К.Х. Исследование показателей качества местных сортов овощной продукции длительного хранения.	220

Файзиев А.А., Ахмедов В.Н., Кедельбаев Б.Ш. Технология приготовления натурального мясного полуфабриката ферментированного бифштекса	227
TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT TEXNOLOGIYALARI	
Ramazonov S.S., Ismoyilov F.B. Tola sifatini yaxshilash va tozalash maqsadida jinlash mashinasini ishchi qismlarini takomillashtirish.	233
Muxitdinova M.A., Bebutova N.N. Milliylik va zamonaviylik uyg‘unligi: O‘zbek libos dizaynida yangi yo‘nalishlar.	237
Nematova L.X., Qodirova D.X. Yoshi katta ayollar fe‘l atvori belgilari bo‘yicha iste’molchilarning tipologik xususiyatlarini aniqlash.	242
Saidova A.S., Saidova G.Sh., Fayzilloyeva N.B. Tikuv mashinasining tahlama qurilmadagi taxlam hosil qilishda takomillashgan tahlam berishdagi tishlarini turli ko‘rinishda choklarga ta’siri.	246
Совутов М.Э., Мусаев Н.М., Холиқов К.М., Мукимов М.М. Исиклик сақлаш хусусияти юкори бўлган трикотаж тўкималарининг физик-механик кўрсаткичлари тадқиқи . . .	251
Shodmonova M.S. Elastikligi yuqori bo‘lgan polimer kompozitsiya olish usulini ishlab chiqish	258
Садуллаева Д.А. Современные материалы: Хан-атлас – традиция и инновация.	261
Джурраев А., Росулов Р.Х., Пардаев Б.Ч., Имомназаров М.С. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагичнинг самарали конструкцияси.	267
Aliyev Sh.B. Tikuv mashinasining tishli reykasini lazer nuri yordamida termik ishlov berishning matematik modeli.	270
Musayev S.S., Qodirov T.J. Reseptura ko‘rsatkichlarining poliolefin va etilenpropilen kau-chugi asosidagi poyabzal kompozitsiyalarining iste’mol va texnologik xususiyatlariga ta’siri.	275
Amonov A.R., Muxammedjanov M.M. Tikuv mashinasi qavariq rezinali vtulkali qayishqoq tayanchlarga o‘rnatilgan bosh vali tebranish amplitudasi tahlili.	281
Berdimuratov U.T., Rosulov R.X., Pardayev B.Ch. Arrali jinlar konstruksiyasi, asosiy ishchi organlari, ishlash jarayoni.	284
Muxammedova M.O., Axmedov J.J. O‘smirlar uchun soddalashtirilgan ortopedik poyabzal elementlarining konstruktiv yechimlarini ishlab chiqish.	286
Temirova G.I., Shodmonova M.S. Polimer kompozitsiya asosida ko‘p qatlamli mo‘ynali paketlar tayyorlash texnologiyasi.	291
Saidova X.X., Murodova Z., Ulugova N. 3D va ko‘p o‘lchovli geometrik yondashuvlar asosida bolalar kiyimini konstruktiv loyihalash.	295
Kuliyeva D.R. Bazalt mato qo‘llanilgan maxsus kiyim turini tanlash va konstruksiyasini ishlab chiqish	299
Sharipov J.O., Sayitqulov S.O., Begmurodov A.F. Detallarni yeyilishi va korroziyalanishiga asosiy sabablar hamda ulardan himoyalaniish.	306
Toshpulotov L.I., Xamrayeva S.A. Turli o‘rilishli ikki qatlamli ko‘ylakbop matolarning mexanik va deformatsion xususiyatlarining o‘zgarishi.	309
Sayitqulov S.O., Razzoqov R.R. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash mashinasining yangi konstruksiyasini ishlab chiqish.	314
Qodirova S.X. Ayollar ustki liboslari bo‘yicha istiqbolli moda yo‘nalishlarini tahlil qilish	318
Каримова Н.Х. Оценка свойств двухслойных трикотажных тканей на основе структурного и механического анализа противостойчивости к трению и разрывного удлинения . . .	322
Maxmudova X.M. Paxta quritishning ahamiyatliligi va undagi texnik muammolar.	326
Behbudov Sh.H., Samadova M.O. Ip va matoga ta’sir etuvchi tashqi kuchlar asosida tikuv mashinasi bo‘g‘inlarining harakat tenglamalarini tahlil qilish.	332

Шопулатов А.А., Райимкулов Ж.К., Бердимуратов У.Т., Росулов Р.Х. Пахтани майда ифлосликлардан тозалашда қозикчали-планкали барабан планкаларининг таъсири	336
Sultonov M.M., Aloxodjayev A.M., Mirzaaxmedova D.Yu. Takomillashtirilgan tozalash qurilmasining texnologik parametrlarini tadqiq qilish.	340
Azimova G.A., Shokirov L.B. Mahalliy xomashyolarga asoslangan yarim jun to'qimalar ishlab chiqishning dolzarb masalalari.	350
Agzamova S.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M., Karimova N.H. Turli xomashyoli ikki qatlamli trikotaj to'qimalarining sifat ko'ratkichlarini kompleks baholash.	354
ANIQ VA IJTIMOIIY-IQTISODIY FANLAR	
Mannonov Y.O. Kitobxonlik madaniyatini oshirishning ayrim masalalari.	360
Мухамадиев Б.Т, Мухамадиева З.Б., Джамалов С.Ш. Значение сбалансированного кишечного микробиома в укреплении физического и психологического здоровья	363
Xakimova M.Y. Elektron kutubxonani yaratishda zamonaviy dasturiy-texnik ta'minot	372
Шарипов М.З., Назаров Э.С., Зокирова З.М., Иброхимова С.Ш., Муминов Ш.Х. Структура и свойства одномерных микромагнитных конфигураций в ферромагнитных кристаллах.	375
EKOLOGIYA VA ATROF MUHIT MUHOFAZASI	
Мамедов Р.А., Жамолов Ж.Ж. Оценка низконапорного гидроэнергетического потенциала водозаборных сооружений и ирригационных каналов.	381
Мамедов Р.А. Исследование зависимости выхода водорода от термохимических характеристик электролита в процессе электролиза.	391

катта қисми билан ўзаро таъсир қилади; катта ҳажмдаги майда чиқиндилар ажратилади, улар 13 тешиклари орқали тушади. Қўшни қаторлардаги 13 тешикларининг қиялик бурчакларининг қарама-қарши йўналишлари пахтанинг маълум даражада бўшашиши ва силкитишига, майда чиқиндиларни самарали ажратишга имкон беради. Иккинчи тозалаш зонасида пахтанинг бўшашиши маълум даражада ошади; ажратилган чиқиндилар миқдори биринчи зонага қараганда камроқ бўлади. Шунинг учун, сирпаниш, тормозланиш ва пахта толалари ва уруғларининг шикастланишини камайтириш учун тўрнинг 14 тешикларининг қиялик бурчаги $\alpha_2=200$ га тенглаштирилади. Бу ҳолда, пахтанинг ўзаро таъсири 14 тешиклар четларининг горизонтал чизиғи проекцияларида камайтирилган қисм билан содир бўлади. Бундан ташқари, охириги тозалаш зоналарида пахта кўпроқ бўшади, ажратилган майда чиқиндилар ҳажми камади ва шунинг учун толалар ва пахта уруғларининг ўзаро таъсирини ва уларнинг тез ташилишини камайтириш учун 15, 16 тешиклар $\alpha_3=300$ ва $\alpha_4=400$ бурчак остида ясалади.

Адабиётлар рўйхати

1. Пахтани дастлабки қайта ишлаш. Ўқув қўлланмаси. Э.З. Зикриёев таҳрири остида, Т. Меҳнат, 1999. 84-86-бетлар.
2. Джураев, А. Н. ва бошқалар, Пахта тозалаш машинасининг тозалаш қисми. Патент FAP № 00948, Бюллетень № 9, 2014.
3. Пахтани бирламчи қайта ишлаш бўйича қўлланма, "Ўзпахтасаноат" АЖ, Тошкент, 2019, 141-150-бетлар.
4. А. Джураев ва Толали материал тозалагичнинг титкиловчи барабани, патент рақами IAP 03023, Бюлл. №2, 2006.
5. IAP 07077.

УДК 62-21474

TIKUV MASHINASINING TISHLI REYKASINI LAZER NURI YORDAMIDA TERMİK ISHLOV BERISHNING MATEMATİK MODELİ

Aliyev Sh.B.

Biznes va fan universiteti.

Annotatsiya. Maqolada sanoatda juda keng qo'llanilishiga ega bo'lgan kam uglerodli po'latni lazer nuri yordamida termik ishlov berish texnologiyasining nazariy asoslari, texnologik jarayonlar va lazerli kesish uskunalari haqida ma'lumot berilgan. Kesish bo'shlig'idagi fizik hodisalar, jarayonning asosiy texnologik parametrlarini hisoblash modellari ko'rib chiqiladi. Sanoat lazerlarining uzluksiz va impulsli davriy nurlanishidan foydalangan holda po'lat materiallarga termik ishlov berish rejimlarini tanlash bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: lazerli nuri, po'lat, texnologiya, uzluksiz, sanoatda qo'llanilishi, plazma, elektron nurli nurlanish, nur, yorug'lik oqimi, materialni toblash, samaradorlik.

MATHEMATICAL MODEL OF LASER HEAT TREATMENT OF THE TOOTHED RACK OF A SEWING MACHINE

Aliev Sh.B.

University of Business and Science.

Abstract. The article presents the theoretical foundations of laser heat treatment technology for low-carbon steel, which is widely used in industry, as well as information on technological processes and laser cutting equipment. The physical phenomena occurring in the cutting gap and models for calculating the main technological parameters of the process are considered. Recommendations are given for selecting heat treatment modes for steel materials using continuous and pulsed periodic radiation of industrial lasers.

Keywords: laser beam, steel, technology, continuous mode, industrial application, plasma, electron beam radiation, beam, luminous flux, material hardening, efficiency.

Kirish. Kesimning old yuzasida fizik hodisalarning xususiyati yorug'lik oqimining quvvat zichligi bilan belgilanadi. Quvvat zichligi oshishi bilan kesmaning old yuzasi harorati va uning harakatining o'rtacha tezligi oshadi. Kislorod, plazma va elektron nurlari bilan ishlov berish

jarayonlarida qo'llaniladigan an'anaviy issiqlik manbalari bilan taqqoslaganda, fokusga to'plangan lazer nurlari anomal kichik ta'sir maydoniga uzatiladigan bir yarim baravar yuqori energiya zichligini ta'minlaydi.

Bir soniya ichida bunday yorug'lik oqimi qiyin eriydigan materialni faqat eritibgina qolmasdan, balki ularning sirtini ham qisman bug'lantiradi. Kesish jarayonida materialga tushadigan yorug'lik oqimi qisman materialning yuzasi, eritilgan plyonka va kesmaning yon sirlari tomonidan so'riladi va qisman qaytariladi. Yuqori energiya zichligida nurlanishning bir qismi materialning emirilishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar tomonidan yutiladi, buning natijasida kesish samaradorligi pasayadi.

Lazer texnologiyalarining asosiy fizik jarayonlari bo'lib quyidagilar hisoblanadi [1].

Bug'lanish (va eritilgan fazada ablyatsiya) – mikroelektronika, mikromexanika va mikrooptikadagi har qanday materiallarning ko'pgina sanoat texnologiyalari asosidagi eng ommabop jarayondir. Hozirgi vaqtda aniqlik va sifat muammolari dolzarbligicha qolmoqda. Yumshatuvchi (yoki erish) haroratgacha qizdirish va qovushqoq-oquvchan fazada (mexanik ta'sirlar – cho'zish, aylantirish va hokazolar bilan to'ldirilgan) deformatsiyalash, yaqinpolli optik zondlar, tibbiy optik asboblarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi va h.k.

Boshqariladigan kuchlanish maydonining paydo bo'lishini keltirib chiqaradigan yo'naltirilgan mahalliy qizdirish, nafaqat shakl hosil maqsadida, balki mikromexanik komponentlarni aniq yig'ish va to'g'rilash uchun ham listli materiallarining boshqariladigan deformatsiyasiga olib keladi (laser forming). Yo'naltirilgan mikrodeformatsiyalar va siljishlarni yaratish maqsadida ikkita muhit bo'limi (masalan, plyonka-taglik) isirtida ortiqcha gaz (bug') bosimining paydo bo'lishiga olib keladigan mahalliy isitish;

Qatlamli oshirish usulida uch o'lchamli obyektlarni qatlamlab sintezlash, shu jumladan stereolitografiya, selektiv lazerli qizdirish va listli materiallardan qatlamlab yig'ish (laminated object manufacturing);

Absorbsiyani qo'zg'atish uchun boshqa nurlanish yoki plazma bilan birlashtirilgan lazer jarayonlari;

Mikrozarrachalarni manipulyatsiya qilish (molekulyar yig'ilish), yorug'lik bosimi bilan lazer nurlanishining markazida zarrachalarni ushlab olish va keyinchalik mikro tuzilmalarni qurishga asoslangan.

Asosiy qism. Lazer texnologiyalari nafaqat yuqori quvvat zichligiga, balki nochiziqli jarayonlar (zaif yutuvchi muhitda nochiziqli yutilish), selektiv texnologiyalarda (kimyoviy, biotibbiy texnologiyalar) uchun muhim bo'lgan yuqori foton zichligiga ham asoslanishi mumkin. Nurning fokus sohasida kuchli va o'ta kuchli elektromagnit maydonlardan foydalanish mumkin. So'nggi paytlarda yorug'lik bosimidan foydalanadigan (mikrozarrachalar bilan manipulyatsiya, atom-molekulyar yig'ilish – lazer trapping) texnologiyalar paydo bo'ldi (sirtga parallel nurning normal tushishi bilan yorug'lik bosimi $P_{n\alpha} = \varepsilon(1 + R)$ ifoda bilan aniqlanadi, bu yerda ε – nurlanish energiyasining hajmli zichligi, R – sirtni qaytarish koeffitsiyenti) [2].

Shu bilan birga, aksariyat lazer texnologiyalari radiatsiyaning issiqlik ta'siriga asoslangan. Buni batafsil ko'rib chiqamiz.

Lazerli nurlanish nuri tarami material yuzasiga tushganda, nurlanishning bir qismi undan qaytariladi va bir qismi materialga chuqur kirib, unga yutiladi.

Moddada nurlanishning tarqalishi odatda Buger qonuni bilan tavsiflanadi [3]:

$$q(x) = q_0(1 - R) \exp(-\alpha x),$$

bu yerda: $q(x)$ – moddaning sirtidan x masofada joylashgan nurlanish kuchining zichligi; q_0 – tushuvchi nurlanish quvvati zichligi; R – sirtni qaytarish koeffitsiyenti; α – moddadagi yorug'likning susayishi ko'rsatkichi. Nurlanishni yutilishida modda qiziydi. Nurlanishning kuchli (sirtqi) va zaif (hajmli) yutilishiga mos keladigan materialning qizish rejimlari mavjud.

Ko'pgina texnologik jarayonlar uchun moddaning kuchli yutilishining spektral sohasida joylashgan to'lqin uzunliklarining lazer nurlanishi qo'llaniladi, chunki bu mahalliy ta'sirni va

energiyadan foydalanishning yuqori samaradorligini ta'minlaydi. Yorug'likning kuchli yutilishi ular yetarlicha kuchli nurlanish bilan "metallashtirilganda" yarim o'tkazgichlarda, metallarda, shuningdek, nurlanishning to'liq uzunligi ularning asosiy yutilish sohasida joylashgan bo'lsa yarimo'tkazgichlar va dielektriklarda sodir bo'ladi. Bunda nurlanishning singish chuqurligi odatda issiqlik o'tkazuvchanligining xarakterli kattaligidan ancha past bo'ladi ($1/\alpha \ll \sqrt{a\tau}$, bu yerda τ – nurlanishning ta'sir qilish vaqti, α – materialning issiqlik o'tkazuvchanligi). Bunday sharoitlarda materialdagi issiqlik manbai amalda sirtqi bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasini matematik jihatdan (2) yechishda bu sirtidagi chegara shartida (3) hisobga olinadi. Materialdagi qizdirilgan qatlamning qalinligi issiqlik o'tkazuvchanligining xarakterli kattaligi $\sqrt{a\tau}$ bilan belgilanadi. Nurlanishning hajmli yutilishini ta'minlovchi nurlanish rejimlari $1/\alpha > \sqrt{a\tau}$ ishlov berilayotgan materialda hajmli issiqlik manbasini yaratish zarur bo'lganda yoki hajm ichida nurlanishni to'g'rilashda (va mahalliy ishlov berishda) ishlatiladi [4].

Issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamalarini yechish uchun turli xil matematik usullar mavjud, ular orasida eng ko'p ishlatiladigani integral o'zgartirishlar usullari (jumladan, Laplas o'zgartirishi), Fure usuli (o'zgaruvchilarni ajratish) va manbalar usulidir. Shuni ta'kidlash lozimki, material qizdirilganda uning optik va termofizik xususiyatlari, ayniqsa, qaytarish koeffitsiyenti R o'zgaradi. Bundan tashqari, qizish jarayoniga nurlanishning vaqtinchalik va fazoviy tuzilishi katta ta'sir ko'rsatadi. Bu faktorlar ba'zan nurlanish bilan qizdiriladigan jism haroratining vaqtini va haroratning fazoviy taqsimlanishini aniq belgilash uchun hisobga olinishi kerak.

Jismni lazer nurlanishi bilan qizdirganda, unda turli jarayonlar faollashadi. Bular qatoriga emissiya jarayonlari (elektronlar, ionlar, neytral molekulalar emissiyasi), sirt va hajmiy kimyoviy reaksiyalar, strukturaviy o'zgarishlar, issiqlikdan kengayish va termomexanik jarayonlar, erish, bug'lanish va boshqalar kiradi. Bu o'zgarishlar ma'lum bir texnologik jarayonning asosida qo'yilgan bo'lishi mumkin – masalan, teshiklarni kesish va parmalash paytida bug'lanish va erish, payvandlash paytida erish, materiallarning termik puxtalashda strukturaviy o'zgarishlar.

Amaliyotda jarayonning asosiy parametrlarini aniqlashda ko'p hollarda issiqlik muammosini aniq hal qilish talab qilinmaydi, aksincha, nurlanish quvvatining chegaraviy zichligini (q_n) (yoki chegara quvvatini (P_n), chegara energiyasini (W_n)) taxmin qilish kifoya. Nurlanish quvvatining chegaraviy zichligi – bu nurlangan materialda belgilangan o'zgarishlar sodir bo'ladigan qiymatdir. Nazariy jihatdan, q_n kattaligi ishlov beriladigan materialning maksimal harorati ushbu jarayonning boshlanishiga to'g'ri keladigan T_* qiymatga yetadigan tushuvchi nurlanishning (q_0) quvvat zichligi qiymati sifatida aniqlanadi (masalan, materialning bug'lanishi uchun bu uning qaynash nuqtasi). Ta'sir etishning oxirida radiusi r_0 bo'lgan doira shaklida nurlangan maydonning markazida jismning sirtidagi haroratni aniqlaydigan ifodadan dastlabki xarakteristikalarini aniqlanishi mumkin. Kuchli yutilish rejimida nurlanish uchun bu ifodalar:

$$T = \frac{2q_0(1-R)\sqrt{a\tau}}{k} \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}} - \operatorname{ierfc} \frac{r_0}{2\sqrt{a\tau}} \right) + T_N, \quad (1)$$

$$T = \frac{2q_0(1-R)r_0}{k} + T_N, \quad (2)$$

Hajmiy yutilish rejimida nurlanish uchun

$$T = \frac{2q_0(1-R)\tau}{\rho c \delta} \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{r_0^2}{4a\tau}\right) - \frac{r_0^2}{4a\tau} \operatorname{Ei}\left(-\frac{r_0^2}{4a\tau}\right) \right\} + T_N, \quad (3)$$

bu yerda: δ – yorug'likning moddaga singish chuqurligi (Buger bo'yicha yutilishida $\delta = 1/\alpha$ – integral ko'rsatish funksiyasi; T_N – boshlang'ich harorat.

(2.3) ifoda ikkita maxsus holatga ega [5]:

a) $r_0 \gg \sqrt{a\tau}$ da

$$T = \frac{2q_0(1-R)\tau}{\rho c \delta} + T_N$$

b) $r_0 \ll \sqrt{a\tau}$ da

$$T = \frac{2q_0(1-R)r_0^2}{4k\delta} \ln\left(19,4 \frac{a\tau}{r_0^2}\right) + T_N \quad (4)$$

bu yerda: k – materialning issiqlik o'tkazuvchanligi.

Lazer bilan ishlov berishning bir qator texnologik jarayonlarida ishlov beriladigan sirtning lazer nurlari bilan skanerlash qo'llaniladi. Bunda issiqlik bilan ishlov berish natijalari skanerlash tezligiga (V_{sk}). bog'liq.

Tez harakatlanuvchi manbada ($\frac{V_{sk}r_0}{a} \gg 1$) materialni kuchli yutuvchi ishlov beriladigan sirtidagi maksimal harorat:

$$T \approx \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{q_0(1-R)}{k} \sqrt{\frac{2ar_0}{V_{sk}}} + T_N \quad (5)$$

Sekin harakatlanuvchi manbada:

$$T \approx \frac{\left(\frac{V_{sk}r_0}{a} \ll 1\right) q_0(1-R)r_0}{k} \left(1 - \frac{V_{sk}r_0}{4a}\right) + T_N \quad (6)$$

Lazer bilan ishlov berishning yana bir muhim parametri bo'lib, nurlangan materialda faollashtirilgan jarayonning tezligi hisoblanadi. Ko'pgina termik faollashtirilgan jarayonlar uchun bug'lanish, turli termokimyoviy reaksiyalar, jarayonning tezligi V eksponensial ravishda harorat T ga bog'liq bo'lib, u eng umumiy shaklda Frenkel tenglamasi bilan tavsiflanadi [6]:

$$V(T) = c_0 \exp\left(-\frac{L^m \mu}{R_G T}\right) \quad (7)$$

bu yerda: L^m – massa birligiga to'g'ri keladigan jarayonning faollashuv energiyasi (bug'lanish issiqligi va boshqalar); c_0 – qattiq jismdagi tovush tezligi; R_G – universal gaz doimiysi; μ – ishlov berilayotgan materialning molyar (atom) massasi.

Xususan, bug'lanish fronti – bug'simon va kondensatsiyalangan (erigan) muhit o'rtasidagi chegara – sirt harorati T ning funksiyasi hisoblangan ma'lum bir tezlik $V(T)$ da materialga chuqurroq kirib boradi.

Modda bug'langanda, uchib ketadigan bug'larning reaktiv ta'siri bilan bog'liq bo'lgan orqaga qaytishning mexanik impulsi paydo bo'ladi. Orqaga qaytish bosimini to'yingan bug' bosimi P_T kattaligining yarmi sifatida baholanishi mumkin, qaytish bosimi R_{qay} va material yuzasi ustidagi bug' bosimi R_{bomb} bombardirovkasining teng qiymatlaridan iborat:

$$P_T = R_{qay} + R_{bomb}, \quad (8)$$

Lazerli bug'lanishda $R_{bomb} = 0$ deb faraz qilamiz va $P = 0,5 \cdot R_{qay}$ tenglikni olamiz.

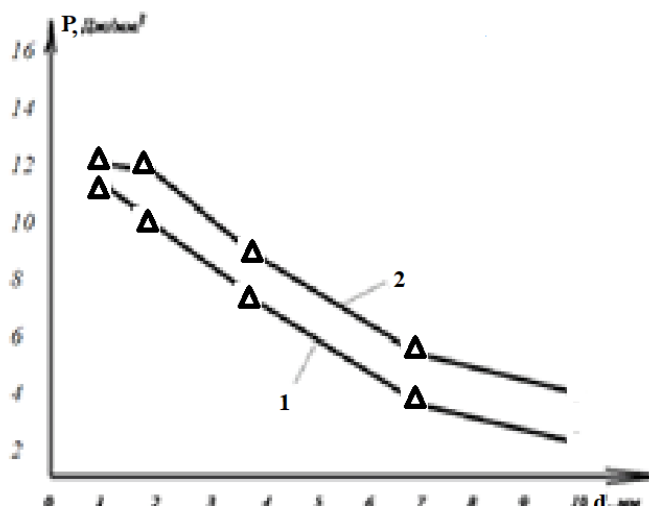
Bug'lanish sirtining haroratiga teng bo'lgan T haroratdagi to'yingan bug' bosimi Klauzius-Klaipern tenglamasidan aniqlanadi:

$$P_T = P_0 \frac{T}{T_0} \exp\left[\frac{L_b^m \mu}{R_G T_0} \left(1 - \frac{T_0}{T}\right)\right] \quad (9)$$

bu yerda: L_b^m – materialning birlik massasi bug'lanishining yashirin issiqligi; $P_0 - T_0$ haroratdagi to'yingan bug' bosimi (masalan, normal bosimdagi $T = T_Q$ qaynash haroratida $P_0 = 10^5$ Pa [7].

Lazer nurlanishi bilan nurlangan materialning haroratini aniqlash va uning asosida bug'lanish tezligini hisoblash ishlov berish jarayonining integral xususiyatlarini olish va ishlov berish rejimining zarur parametrlarini aniqlash imkonini beradi.

Ba'zi hollarda nurlanish ta'sirining issiqlik modeli lazer texnologiyalari jarayonlarini to'g'ri ko'rib chiqish uchun yetarli bo'lmaydi. Masalan, chuqur teshiklarni parmalashda, kanalda hosil bo'lgan bug'lardagi nurlanishning yutilishini e'tiborsiz qoldirib bo'lmaydi va h.k. [8, 9].



1-rasm. Turli nurlanish quvvatlarida kerakli energiya sarfining metallning qalinligiga bog'liqligi: 1 – $W=2$ kVt; 2 – $W=3,5$ kVt

Xulosa. Lazer nurlanishi bilan qizdirilganda moddaning tez issiqlikdan kengayishiga asoslangan lazer texnologiyalari mavjud. Qattiq jismning sirtini ifloslantiruvchi zarrachalardan quruq lazer bilan tozalash texnologiyasi nurlanishni yutuvchi zarrachalarni va/yoki asosiy materialning sirt qatlamini lazer zarbasi bilan tez qizdirish va issiqlikdan kengayishiga asoslangan. Impuls tugagandan so'ng, inertsia kuchlari ta'sirida zarralar sirtdan uzilishi va chiqarib yuborilishi sodir bo'ladi.

Adabiyotlar

1. Анисимов С.И., Имас Я.А., Романов Г.С., Ходыко Ю.В. Действие излучения большой мощности на металлы. - М.: Наука, 1970.
2. Рэди Дж.Ф. Действие лазерного излучения. - М.: Мир, 1974.
3. Вейко В.П., Либенсон М.Н. Лазерная обработка. - Л.: Лениздат, 1973.
4. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. Лазерная техника и технология. Лазерная сварка металлов, т. 5. - М.: Высшая школа, 1988.
5. Григорьянц А.Г., Сафонов А.Н. Лазерная техника и технология. Основы лазерного термоупрочнения сплавов, т. 6. - М.: Высшая школа, 1988.
6. Аборкин А.В., Бабин Д.М., Бокарев Д.В., Елкин А.И. Влияние отжига на структуру и свойства алюмоматричных композитов, упрочненных WC1- х/УНТ структурами//Сборник трудов V Международной научно-технической конференции «Живучесть и конструкционное материаловедение (ЖивКоМ – 2020)». Москва, 27–29 октября 2020 г. С. 3–6.
7. Aborkin A., Khorkov K., Prusov E., Ob'edkov A., Kremlev K., Perezhogin I., Alymov M. Effect of Increasing the Strength of Aluminum Matrix Nanocomposites Reinforced with Microadditions of Multiwalled Carbon Nanotubes Coated with TiC Nanoparticle // Nanomaterials. 2019. Vol.9. Is.11. Article 1596. <https://doi.org/10.3390/nano9111596>.
8. Animesh B., Eisen W.B. Hot Consolidation of Powders & Particulates. Metal Powder Industries Federation, Princeton, USA, 2003. 254 p.
9. German R.M. (Ed.) Powder Metallurgy Science, 2nd ed.; Metal Powder Industries Federation: Princeton, NJ, USA, 1994. 472 p.

Aliyev Shavkatjon Baxtiyor o'g'li – Biznes va fan universiteti o'qituvchisi Tel: (+998) 911917775 E-mail:aliyev.shavkat7775@gmail.com

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM,
FAN VA INNOVASIYALAR VAZIRLIGI
BUXORO DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

Buxoro davlat texnika universiteti nashri
“FAN VA TEKNOLOGIYALAR TARAQQIYOTI”

Ilmiy-texnikaviy jurnal

2026 yil, 1-son. ISSN 1281-8193

Jurnal tahririyat kompyuterida sahifalandi.

Manzil: 200117, Buxoro sh., Q.Murtazoev ko‘chasi 15.

Tel: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Издател: Бухарский государственный технический университет

«РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Научно-технический журнал

Выпуск 1, 2026. ISSN 1281-8193

Отредактирована на компьютере редакции.

Адрес: 200117, г. Бухара, ул. К. Муртазаева, 15.

Тел.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>

BUKHARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY

Publisher: Bukhara State Technical University

DEVELOPMENT OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

Scientific and Technical Journal

Issue 1, 2026. ISSN 1281-8193

Yedited on the yeditorial computer.

Address: 200117, Bukhara, K. Murtazaev Street, 15

Tel.: (8-365) 223-92-40, E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

<http://journal.bstu.uz>