

UDK 62.83:621.314

**YOG’OCHGA ISHLOV BERUVCHI LAZER DASTGOHINING  
FOKUSLASH MASOFASINI AVTOMATLASHTIRISH VA  
TAKOMILLASHTIRISHGA QARATILGAN CHORA TADBIRLAR**

**M.M. Mirxaydarov., J.A. Atabayev.**

**Annotatsiya.** Lazerli stanoklar bugungi kunda sanoat, hunarmandchilik va dizayn sohaslarida keng qo‘llaniladigan yuqori texnologik qurilmalardan biri hisoblanadi. Ular yog‘och, metall, plastmassa, shisha, charm va boshqa ko‘plab materiallarga aniq ishlov berish imkoniyatini beradi. Asosan, muhandislar, dizaynerlar, ishlab chiqaruvchilar va hunarmandlar lazer stanoklaridan foydalanib, kesish, gravirovka qilish va teshik ochish kabi jarayonlarni amalga oshiradilar. Lazer stanoklari yuqori aniqlik va tezlik talab qilinadigan sohalarda ayniqsa muhim ahamiyatga ega. Masalan, elektronika sanoatida murakkab naqshlar va mikrosxemalarni yaratish uchun, avtomobil sanoatida esa ehtiyot qismlarni kesish va markirovka qilish uchun qo‘llaniladi. Hunarmandlar esa o‘z ijodiy loyihalarida yog‘och va akrildan tayyorlangan maxsus buyumlarni lazer yordamida yaratish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Lazerli stanoklarning keng qo‘llanilishi ularni ko‘plab sohalarda muhim vositaga aylantirgan. Bu texnologiya inson mehnatini yengillashtirish, mahsulot sifatini oshirish va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishga xizmat qiladi. Shu sababli, lazer stanoklari sanoatda muhim ahamiyat kasb etib, texnologik taraqqiyotning ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ushbu maqolada lazer stanoklarining avtomatlashtirish jarayoni, ayniqsa fokuslash tizimini avtomatlashtirish bo‘yicha texnologik yechimlar yoritiladi. Zamonaviy lazer stanoklari turli materiallarga yuqori aniqlikda ishlov berish imkonini beradi, ammo sifat va samaradorlikni oshirish uchun fokuslash jarayonini avtomatlashtirish juda muhimdir. Fokuslashning to‘g‘ri sozlanishi lazer nuri material sirtiga optimal yo‘naltirilishini ta‘minlaydi va bu kesish, gravirovka hamda boshqa ishlov berish jarayonlarining sifatiga bevosita ta‘sir qiladi. Maqolada avtomatik fokuslash tizimining ishlash prinsipi, uning lazer stanogining elektr yuritmalari bilan o‘zaro aloqasi va samaradorlikka ta‘siri muhokama qilinadi.

**Kalit so'zlar:** Lazer stanoklari, texnologiya, sifat. avtomatlashtirish, fokuslash, samaradorlik, elektr yurtimalar.

**Аннотация.** Лазерные станки сегодня являются одними из высокотехнологичных устройств, широко используемых в промышленности, ремесленничестве и сфере дизайна. Они позволяют точно обрабатывать дерево, металл, пластик, стекло, кожу и многие другие материалы. В основном инженеры, дизайнеры, производители и ремесленники используют лазерные станки для таких процессов, как резка, гравировка и сверление. Лазерные станки особенно важны в отраслях, где требуются высокая точность и скорость. Например, в электронной промышленности их применяют для создания сложных узоров и микросхем, а в автомобильной — для резки и маркировки запчастей. Ремесленники, в свою очередь, могут создавать уникальные изделия из дерева и акрила с помощью лазерной обработки. Широкое применение лазерных станков делает их важным инструментом во многих сферах. Эта технология облегчает человеческий труд, повышает качество продукции и способствует автоматизации производственных процессов. Поэтому лазерные станки играют важную роль в промышленности и становятся неотъемлемой частью технологического прогресса. В данной статье рассматривается процесс автоматизации лазерных станков, в частности, технологические решения по автоматизации системы фокусировки. Современные лазерные станки позволяют с высокой точностью обрабатывать различные материалы, однако для повышения качества и эффективности очень важно автоматизировать процесс фокусировки. Правильная настройка фокусировки обеспечивает оптимальное направление лазерного луча на поверхность материала, что напрямую влияет на качество таких операций, как резка, гравировка и прочая обработка. В статье обсуждаются принцип работы автоматической системы фокусировки, её взаимодействие с электрическими приводами лазерного станка и влияние на эффективность работы оборудования.

**Ключевые слова:** Лазерные станки, технология, качество, автоматизация, фокусирование, эффективность, электрические привода.

**Abstract.** Laser machines are among the high-tech devices widely used today in industry, craftsmanship, and design fields. They allow precise processing of wood, metal, plastic, glass, leather, and many other materials. Engineers, designers,

manufacturers, and artisans mainly use laser machines for processes such as cutting, engraving, and drilling. Laser machines are especially important in areas that require high precision and speed. For example, in the electronics industry, they are used to create complex patterns and microcircuits, while in the automotive industry, they are applied for cutting and marking spare parts. Artisans can also create unique products from wood and acrylic using laser processing. The widespread use of laser machines has made them an essential tool in many fields. This technology helps to ease human labor, improve product quality, and automate manufacturing processes. Therefore, laser machines play a crucial role in industry and are becoming an integral part of technological progress. This article highlights the automation process of laser machines, particularly technological solutions for automating the focusing system. Modern laser machines provide high-precision processing of various materials, but in order to improve quality and efficiency, automating the focusing process is highly important. Proper adjustment of the focus ensures the laser beam is optimally directed to the surface of the material, which directly affects the quality of cutting, engraving, and other processing operations. The article discusses the working principle of the automatic focusing system, its interaction with the electric drives of the laser machine, and its impact on overall performance.

**Keywords:** Laser machines, technology, quality, automation, focusing, efficiency, electric drives.

**Kirish.** Maqolada avtomatik fokuslash tizimining ishlash prinsipi, uning lazer stanogining elektr yuritmalari bilan o‘zaro aloqasi va samaradorlikka ta’siri muhokama qilinadi. Shuningdek, Ruida kontrolleridan foydalanib, avtomatik fokuslash mexanizmini boshqarish, lazer linzalari balandligini sozlash uchun a stanoklarini avtomatlashtirish va samarali boshqarish bo‘yicha to‘liq qo‘llanma bo‘lib xizmat qiladi. Mazkur loyiha doirasida lazer stanogining fokuslash masofasi avtomatik tarzda sozlanadigan qilib modernizatsiya qilindi. Bu esa materialga nisbatan optimal fokusni doimiy ushlab turishga imkon beradi va kesish sifatini hamda aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

**Asosiy qism.** Fokuslashning to‘g‘ri sozlanishi lazer nuri material sirtiga optimal yo‘naltirilishini ta’minlaydi va bu kesish, gravirovka hamda boshqa ishlov berish jarayonlarining sifatiga bevosita ta’sir qiladi. Ilmiy ishimizda avtomatik fokuslash tizimining ishlash prinsipi, uning lazer stanogining elektr yuritmalari bilan o‘zaro aloqasi va samaradorlikka ta’siri muhokama qilinadi. Shuningdek, Ruida



(RD) kontrolleridan foydalanib, avtomatik fokuslash mexanizmini boshqarish, lazer linzalari balandligini sozlash uchun servomotorlar va sensorlardan foydalanish, material qalinligini avtomatik aniqlash kabi muhim jihatlari ham ko'rib chiqiladi. Fokuslashni avtomatlashtirish orqali inson aralashuvini minimallashtirish, ishlov berish jarayonini tezlashtirish va material isrofini kamaytirish mumkin. Bundan tashqari, maqolada lazer stanoklarining xavfsizlik tizimlari, energiyani tejash usullari va avtomatlashtirilgan tizimlarning uzoq muddatli barqaror ishlashi bo'yicha yechimlar ham tahlil qilinadi. Ushbu maqola lazer stanoklarini avtomatlashtirish va samarali boshqarish bo'yicha to'liq qo'llanma bo'lib xizmat qiladi.

**Usullar.** Mazkur tizimda lazer stanogining fokuslash masofasini avtomatlashtirish uchun quyidagi usullar qo'llanildi:

**Masofa o'lchovchi sensor o'rnatish:**

Lazer boshiga yuqori aniqlikdagi ultratovushli yoki lazerli sensor o'rnatildi. Bu sensor material bilan lazer orasidagi masofani real vaqt rejimida o'lchaydi.

**Ma'lumotlarni qayta ishlash:**

O'lchangan masofa qiymatlari mikrokontroller (yoki PLC) orqali qayta ishlanadi. Dastur orqali kerakli fokus masofasi bilan taqqoslab, farq aniqlanadi.

**Avtomatik boshqaruv mexanizmi:**

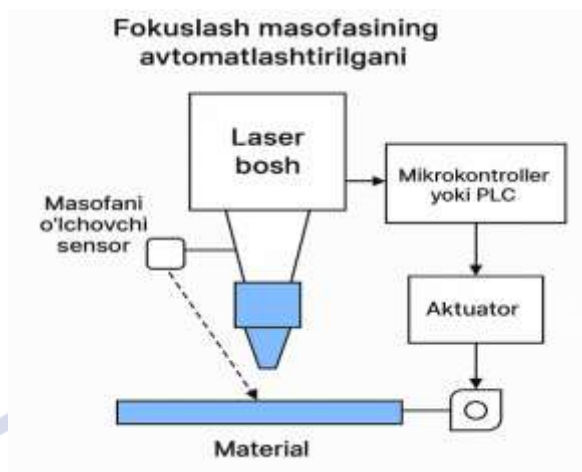
Aniqlangan farq asosida lazer boshining vertikal harakatini ta'minlovchi aktuator motor avtomatik ravishda ishga tushiriladi. Bu orqali fokus masofasi doimo optimal holatda saqlanadi.

**Tizimni sinxronlashtirish:**

Sensor, mikrokontroller va aktuator o'zaro sinxron ishlashi uchun dasturiy ta'minot ishlab chiqildi. Tizim real vaqt rejimida ishlaydi.

Research Science and  
Innovation House





1-rasm. Avtomatlashtirilgan lazerli stanokning fokuslash masofasi.

Mazkur tizimda lazer stanogining fokuslash masofasini avtomatlashtirish uchun

quyidagi usullar qo'llanildi:

1. Masofa o'lchovchi sensor o'rnatish:

Lazer boshiga yuqori aniqlikdagi ultratovushli yoki lazerli sensor o'rnatildi.

Bu sensor material bilan lazer orasidagi masofani real vaqt rejimida o'lchaydi.

2. Ma'lumotlarni qayta ishlash:

O'lchangan masofa qiymatlari mikrokontroller (yoki PLC) orqali qayta ishlanadi. Dastur orqali kerakli fokus masofasi bilan taqqoslab, farq aniqlanadi.

3. Avtomatik boshqaruv mexanizmi:

Aniqlangan farq asosida lazer boshining vertikal harakatini ta'minlovchi aktuator motor avtomatik ravishda ishga tushiriladi. Bu orqali fokus masofasi doimo optimal holatda saqlanadi.

4. Tizimni sinxronlashtirish:

Sensor, mikrokontroller va aktuator o'zaro sinxron ishlashi uchun dasturiy ta'minot ishlab chiqildi. Tizim real vaqt rejimida ishlaydi.[4].

### **Avtomatik fokuslash qanday amalga oshirildi?**

Avtomatik fokuslash tizimi lazer stanogining nurlanish nuqtasini aniq va optimal holatda ushlab turish uchun qo'llaniladi.

Fokushlash jarayonini avtomatlashtirish quyidagi usullar orqali amalga oshiriladi:

1. Qadamli motor yordamida balandlikni sozlash:



Lazer boshining harakatlanishini nazorat qilish uchun qadamli motor ishlatiladi.

Datchiklardan olingan ma'lumotlarga asoslanib, motor stanok stolining balandligini avtomatik ravishda o'zgartiradi. Lazer sensori bilan avtomatik aniqlash:

Lazer nuri materialga yetib borganda qaytgan signal analiz qilinadi.

Ushbu qaytuvchi nurning kuchi va yo'nalishiga qarab, ideal fokus nuqtasi aniqlanadi.

Fokus holati o'zgarib qolsa, qadamli motor orqali lazerning masofasi avtomatik ravishda sozlanadi.

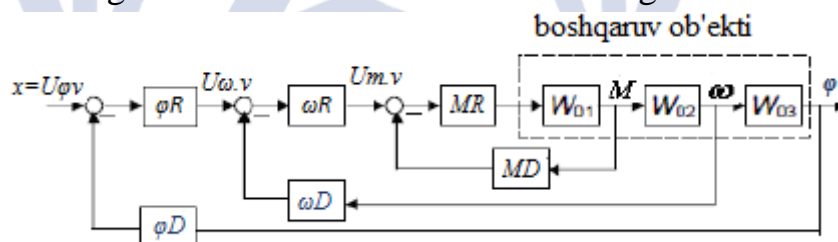
2. Ultrasonik yoki optik masofa datchiklari Ishlov berilayotgan material bilan lazer orasidagi masofani aniqlash uchun datchiklar o'rnatiladi.

Agar materialning yuza balandligi o'zgarsa, datchiklar bu o'zgarishni sezib, motor yordamida lazer balandligini avtomatik ravishda moslashtiradi.

### Servoyuritmalarini bo'ysunuvchi boshqarish tizimlari

Servoyuritmalarining boshqaruv tizimlari bo'ysindirilgan boshqaruv prinsipi asosida qurilgan. Bo'ysindirilgan boshqaruv tizimi shunday qurilganki, unda bir-biriga kiritilgan bir necha yopiq konturlar shunday sozlanganki ichki kontur tashqi konturga bo'ysunadi.

Bunday tizimning struktur sxemasi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Bo'ysindirilgan boshqaruv tizimi strukturasi.

Konturlarning har biri o'z regulyatori va sozlanishi o'lchamdagi datchigni o'z ichiga oladi.

Birinchi (ichki) kontur-dvigatelning momentini (tokini) rostlaydi. Ushbu sxemada dvigatel momentini boshqarish rostlagichi (MR), moment datchigi (MD) mavjud bo'lib, ular  $w_{01}$  blokiga birlashtirilgan. MD datchigi yordamida moment (tok) bo'yicha birk aloqa amalga oshiriladi. Tezlik rostlagichi ( $\omega R$ ) chiqish signali MR moment rostlagichining vazifalovchi signali bo'ladi.

Ikkinchi konturga birinchi kontur boysundirilgan bolib ikkinchi kontur motor burchak tezligi  $\omega$ ni rostlaydi. Ikkinchi kontur tarkibiga tezlik rostlagichi  $\omega R$ , birinchi kontur, tezlik bo'yicha bikr tekkari aloqani amalga oshiruvchi tezlik datchigi o'rnatilgan motor kiradi. ( $\varphi R$ ) holat rostlagichining chiqish signali ikkinchi konturga vazifalovchi signal bo'ladi.

Ikkinchisiga bo'ysunadigan uchinchi (asosiy) kontur-bu boshqaruv ob'ektining s vali holatini rostlovchi kontur. Unga holat rostlagichi ( $\varphi R$ ), ikkinchi kontur, dvigatel vali va boshqaruv ob'ekti (W03) orasidagi kinematik uzatma, bo'yicha bikr aloqani amalga oshirish uchun holat datchigi ( $\varphi D$ ) kiradi.

BBT-ning afzalliklari quyidagi protseduralarni amalga oshirish imkoniyati bilan belgilanadi: 1) birinchi ichki sxemadan boshlab konturlarni alohida sozlash;

2) tizimning amaliy konfiguratsiyasini sezilarli darajada soddalashtiradigan har bir sxemada vaqtinchalik jarayonlarni alohida tuzatish; 3) o'zgaruvchilarni alohida tartibga solish. Konturni sozlash regulyator turini tanlash va uning parametrlarini aniqlashni o'z ichiga oladi. [3].

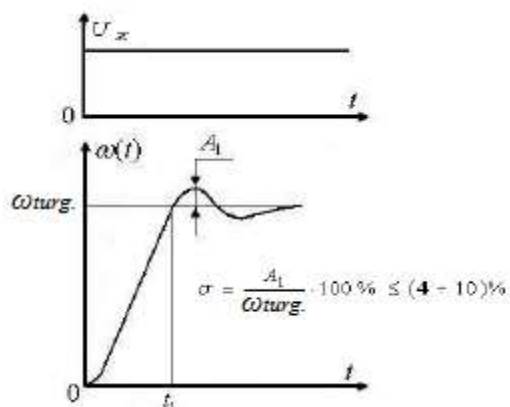
Regulyator turini tanlash boshqaruv ob'ektining tuzilishi va parametrlariga, sxemaning statik va dinamik xususiyatlariga qo'yiladigan talablarga qarab amalga oshiriladi. Quyidagi turdagi kontrollerlar BBTda eng keng qo'llanilishini topdi: proporsional (P-rostlagichlar), proporsional-integral (PI-rostlagichlar), proporsional-integral-lotinlar (PID-rostlagichlar).

Servo yuritmalar uchun :

- PI rostlagichlar momentni boshqarish siklida MR sifatida ishlatiladi;
- PID-rostlagichlar tezlikni boshqarish siklida  $\omega R$  sifatida ishlatiladi;
- PI-rostlagichlar joylashuvni boshqarish siklida PII sifatida ishlatiladi.

$1t$  –vaqt ichida rostlanayotgan kattalikni 0 dan 1turg'turg'unlashgan qiymatgacha o'zgaririshidagi o'tarostlanish 4-10% dan oshmasa bunday o'tkinchi jarayon optimal xisoblanadi 3-rasm. [5; 12].





3-rasm. Texnik optimumga sozlashda.

Har bir servo yuritmaning boshqaruv tizimi alohida kompyuter bilan jihozlangan, unga MotoMaster © dasturi o'rnatilgan bo'lib, servo diskni sozlash va harakat dasturlarini ishlab chiqish uchun mo'ljallangan.

### Xulosa

O'tkazilgan nazariy tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar holatini tahlil qilish natijasida quyidagi asosiy xulosalar chiqarildi:

1. Lazer stanoklarida fokuslash jarayonining avtomatlashtirilishi nafaqat ishlab chiqarish sifatini oshirish, balki energiya tejamliligini ta'minlash va operatorlarning ish qulayligini yaxshilash uchun ham muhim ekani qayd etildi. Fokuslash jarayonida ishlatiladigan datchiklar, aktuatorlar va avtomatik boshqaruv tizimlari orqali optimal natijalarga erishish mumkin.

2. Kelajakda fokuslash tizimlarini yanada takomillashtirish uchun sun'iy intellekt asosida ishlovchi adaptiv boshqaruv algoritmlarini joriy etish va aqlli tizimlar bilan integratsiya qilish bo'yicha izlanishlar olib borilishi lozim.

— 3. Shuningdek, xavfsizlik mexanizmlarini to'g'ri yo'lga qo'yish operatorlar uchun qulay va xavfsiz ish muhitini yaratildi. Sensor va signalizatsiya tizimlarini integratsiya qilish, ortiqcha yuklanish va avariya holatlarini oldindan aniqlash ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, qurilmalarning xizmat muddatini ham uzaytirildi.

### Adabiyotlar

1. Bose B. K. Modern power electronics and ac drive. // Bimal Bose - 2001. - 710 с.
2. Глазырин А.С. Бездатчиковое управление асинхронным электроприводом с синергетическим регулятором // Известия Томского политехнического университета. - Т. 321. № 4, 2012. С. 107-111.
3. А.А.Хашимов. М.М.Мирхайдаров. Электр юритма асослари. Дарслик. - Тошкент - 2021, 357с.
4. М.М.Мирхайдаров. Электрмеханик тизимларнинг аппаратлари, элементлари ва узгартгич техникаси. 1-қисм. Дарслик. -Тошкент - 2022, 223б.
5. Харченко А.О. Станки с ЧПУ и оборудование гибких производственных систем: Учебное пособие для студентов вузов. К.: ИД «Профессионал», 2004. 304 с.
6. Зюзев А.М., Нестеров К.Е. К построению бездатчикового электропривода системы ТПН – АД // Электротехника. - № 9, 2005, С. 38-41.
7. Браславский И.Я., Костылев А.В., Мезеушева Д.В. Цифровое прогнозирующее управление с использованием нейронных предсказателей // Электротехника. - № 11, 2007, С. 43-47.
8. Application of numerical optimization methods for solving the problems of researching the reliability of electric drives control. Murot Tulyaganov, Mirabid Mirkhaydarov, Shokhrukh Atajiev, et al. Cite as: AIP Conference Proceedings 2552, 040013 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0111953> Published Online: 05 January 2023.
9. Устройство плавного пуска SIRIUS 3RW30/3RW40 // справочник по аппарату 10/2010 URL: [www.siemens-files\\_1351171684\\_manual\\_sirius\\_softstarter\\_ru-ru.pdf](http://www.siemens-files_1351171684_manual_sirius_softstarter_ru-ru.pdf) (дата обращения: 10.07.2014).
10. Устройство плавного пуска PSR, PSS и PSTB: технический каталог. URL: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/ac41faca923829e0c1257ce40047a4a8/\\$file/25137\\_abb\\_upp\\_2.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/ac41faca923829e0c1257ce40047a4a8/$file/25137_abb_upp_2.pdf) (дата обращения: 10.07.2014).
11. Timoshkin V., Glazyrin A., Kozlova L. Reasoning of the use of TVR-IM electric drives of closed-loop type by the angular velocity observer for solving technological problems // Applied Mechanics and Materials Vol. 698 (2015) pp. 131-135.
12. Евсиков, А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением : учебное пособие / А.А. Евсиков, В. А. Коковин, А. П. Леонов. — Дубна : Гос. ун-т «Дубна», 2020.