

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

генератора низької частоти, то на давачах, що випробовуються, (вагою до 50 Г) виникають вібраційні прискорення до 1,2g.

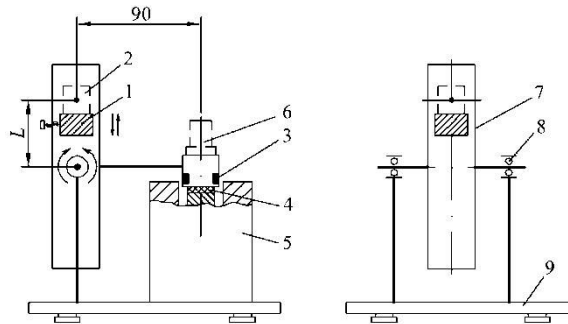


Рис. 4. Схема стану з двома опорами портального типу: 1 – каретка; 2 – давач, що випробовується; 3 – силова обмотка; 4 – пластична прокладка; 5 – постійний магніт; 6 – контрольний давач; 7 – напрямна; 8 – підшипник кочення; 9 – основа

Давачі, які випробовуються, закріплюються на станді за допомогою спеціального шарнірного перехідника. Це забезпечує необхідну юстировку "вимірювальної" точки давача з віссю обертання. Для виявлення ефекту подвоєння частот гармонічних коливань до комплексу вимірювальної апаратури повинен входити аналізатор спектру частот.

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що:

1) за стандартної довжини коливного плеча 100 мм у не центрованих п'єзоелектричних перетворювачах відносна ротаційна чутливість приблизно має ту ж величину, що й поперечна чутливість;

2) у центрованих давачах ротаційна чутливість у 2-4 рази менша, ніж у не центрованих.

Інформаційні джерела

1. Поліщук С.С., Дорожовець М.М., Яцук В.О. та ін. Метрологія та вимірювальна техніка: Підручник. – Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2003. – 544 с.
2. Осипович Л.А. Датчики физических величин. – М.: Машиностроение, 1979. – 159 с.

УДК 621.385

Вісін О.О.

Луцький національний технічний університет

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЛАЗЕРІВ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ

В статті висвітлено основні питання безпечної експлуатації лазерних установок в приладобудуванні. Проведена гігієнічна оцінка лазерного випромінювання та розглянуто його вплив на органи зору. Для забезпечення безпеки робіт необхідно, перш за все, визначити всі необхідні захисні заходи, враховуючи специфіку лазерного устаткування та аналіз можливих потенційних небезпек. Ступінь потенційної небезпеки лазерів пов'язаний з дією лазерного випромінювання та інших несприятливих чинників.

Ключові слова: лазери, лазерне випромінювання, техніка безпеки, лазерні установки, безпечні умови праці.

В статье представлены основные вопросы безопасной эксплуатации лазерных установок в приборостроении. Проведена гигиеническая оценка лазерного излучения и рассмотрено его влияние на органы зрения. Для обеспечения безопасности работ необходимо, прежде всего, определить все нужные защитные меры, учитывая специфику лазерного оборудования и анализ возможных потенциальных опасностей. Степень потенциальной опасности лазеров связан с действием лазерного излучения и других неблагоприятных факторов.

Ключевые слова: лазеры, лазерное излучение, техника безопасности, лазерные установки, безопасные условия труда.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

The paper highlights the key issues of safe operation of laser systems in the instrument. The hygienic assessment of laser and examined its effect on the organs of vision. To ensure the safety of work is necessary, above all, to define the necessary protective measures, given the specificity of laser equipment and analysis of possible potential hazards. The degree of potential hazards associated with the operation of lasers laser and other adverse factors.

Keywords: laser, laser radiation safety, laser equipment, safe work environment.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Останні 10 років спостерігається тенденція до значного збільшення застосування лазерних установок. Галузь приладобудування одна із тих галузей де використання лазерів є досить значним. Тому питання безпеки набуває більш важливого значення. Під лазерною безпекою розуміють низку технічних, санітарно-гігієнічних і організаційних заходів, які гарантують безпечні умови праці персоналу при використанні лазерів.

Аналіз останніх досліджень. Перші авторські роботи щодо застосування лазерів були описані авторами В. П. Тичинським, К. І. Криловим, В. Т. Прокопенком, О. С. Митрофановим, Л. В. Тарасовим [1-3]. Питання безпечного застосування лазерів були частково описані Є.О. Гевриком [4]. Досить змістовною, щодо гігієнічної оцінки лазерних випромінювань є глава у навчальному посібнику В.В. Березуцького [5]. Автор також звертає увагу на шкідливий вплив лазерів на органи зору. В.М. Москальова більш детально наводить методи захисту від шкідливого впливу лазерного випромінювання [6].

Постановка завдання. Ступінь потенційної небезпеки від застосування лазерів залежить від потужності джерела, довжини хвилі, тривалості імпульсу, відбиття та розсіювання променів, оточуючих умов і т. ін. Цей перелік факторів може бути значно довгим. Тому лише чітке дотримання правил техніки безпеки при роботі з лазерними установками, дасть змогу уникнути травматизму, та підвищити продуктивність праці.

Виклад основного матеріалу. Чудові властивості лазерів, а саме: виключно висока когерентність і спрямованість випромінювання, можливість генерування когерентних хвиль великої інтенсивності у видимій, інфрачервоній і ультрафіолетовій областях спектру, отримання високої щільності енергії як в безперервному, так і в імпульсному режимі - вже на зорі квантової електроніки вказувало на можливість широкого їх застосування для практичних цілей. З початку свого виникнення лазерна техніка розвивається виключно високими темпами. З'являються нові типи лазерів і одночасно вдосконалюються старі: створюються лазерні установки з необхідним для різних конкретних цілей комплексом характеристик, а також різного роду прилади керування променем, все більш і більш удосконалюється вимірювальна техніка. Це послужило причиною широкого застосування лазерів в багатьох галузях народного господарства, а особливо в приладобудуванні.

Лазерна установка включає активне (лазерне) середовище з оптичним резонатором, джерело енергії його збудження і, як правило, систему охолодження.

За рахунок монохроматичності лазерного променя та його малої розбіжності (високого ступеня калібровки) утворюються винятково високі енергетичні експозиції, які дають змогу отримати локальний термoeфект. Це є основою використання лазерних установок для обробки матеріалів (різання, свердління, поверхневе загартування тощо), в хірургії та інших галузях. Лазерне випромінювання здатне поширюватися на значні відстані і відбиватися від межі розподілу двох середовищ, що дає змогу застосовувати цю властивість з метою локації, навігації, зв'язку та ін [3].

Шляхом підбору тих чи інших речовин активного середовища лазера можна індукувати випромінювання практично на всіх довжинах хвиль, починаючи з ультрафіолетових і закінчуючи довгохвильовими інфрачервоними.

Найбільше розповсюдження на цей час у народному господарстві отримали лазери, які генерують електромагнітні випромінювання з довжиною хвилі 0,33; 0,49; 0,63; 0,69; 1,06; 10,6 мкм, тобто діапазон довжин хвиль електромагнітного випромінювання включає такі сфери:

ультрафіолетову (0,2 - 0,4 мкм);

оптичну (0,4 - 0,75 мкм);

ближню інфрачервону (0,75 - 1,4 мкм);

дальню інфрачервону (понад 1,4 мкм).

Основними фізичними величинами, що характеризують лазерне випромінювання, є:

довжина хвилі λ , мкм;

енергетична освітленість (густина потужності W_i), Вт/см² – відношення потоку випромінювання, що падає на ділянку поверхні, яка розглядається, до площі цієї ділянки;

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

енергетична експозиція H , Дж/см² - відношення енергії випромінювання, що падає на ділянку поверхні, яка розглядається, до площі цієї ділянки;

тривалість імпульсу t_i , с;

тривалість впливу t_c , с - час впливу лазерного випромінювання на людину протягом робочої зміни;

частота повторення імпульсів f_i , Гц - кількість імпульсів за 1 с.

При роботі з лазерними установками персонал, що їх обслуговує, може зазнавати впливу випромінювання прямого (яке виходить безпосередньо з лазера), розсіяного (розсіяного середовищем, крізь яке проходить випромінювання) і відбитого. Відбите лазерне випромінювання може бути дзеркальним (у цьому випадку кут відбиття променя від поверхні дорівнює куту падіння на неї), а також дифузним (випромінювання, відбите в межах півсфери від поверхні за різними напрямками). Необхідно підкреслити, що при експлуатації лазерів у закритих приміщеннях на персонал, як правило, діють розсіяне і відбите випромінювання; в умовах відкритого простору виникає реальна небезпека впливу прямих променів.

При дії прямих променів на організм людини можливий розвиток так званих первинних і вторинних біологічних ефектів. Первинні ефекти - це органічні зміни, що виникають безпосередньо в тканинах, які опромінюються; вторинні - неспецифічні зміни, що виникають в організмі у відповідь на опромінювання [1, 4].

Органами-мішенями для лазерного випромінювання є шкіра й очі. Лазерне випромінювання оптичної і ближньої інфрачервоної зон спектра при потраплянні в орган зору досягає сітківки, а випромінювання ультрафіолетової і дальньої інфрачервоної зон спектра поглинається кон'юнктивою, рогівкою, кришталіком.

Для створення безпечних умов праці і попередження професійних уражень персоналу при обслуговуванні лазерних установок органи санітарного нагляду здійснюють дозиметричний контроль.

Дозиметричний контроль - вимірювання за допомогою різних приладів рівнів лазерного випромінювання і порівняння отриманих величин з ГДР (гранично допустимі рівні).

Для проведення дозиметричного контролю на цей час розроблені спеціальні засоби вимірювання - лазерні дозиметри. Використовувані прилади відрізняються високою чутливістю та універсальністю, що дає можливість контролювати як направлене (пряме), так і розсіяне безперервне, імпульсне й імпульсно-модульоване випромінювання більшості застосовуваних на практиці лазерів.

Найширшого застосування отримав вимірювач для лазерної дозиметрії ЛД-2М, який забезпечує вимірювання параметрів лазерного випромінювання в спектральних діапазонах 0,49-1,15 і 2-11 мкм. ЛД-2М дає змогу вимірювати енергію й енергетичну експозицію від моноімпульсного та імпульсно-модульованого випромінювань, а також потужність безперервного випромінювання.

Компактнішим і легшим є дозиметр лазерного випромінювання ЛДМ-2. Дозиметр ЛДМ-2 також вимірює енергетичну експозицію від моноімпульсного та імпульсно-модульованого, а також безперервного випромінювання. Але це єдиний прилад для дозиметричного контролю тривалої дії - від 1 до 104 с.

На основі дозиметра ЛДМ-2 розроблено дозиметр ЛДМ-3, спектральний діапазон якого поширюється на УФ-зону спектра (0,2-0,5 мкм).

Лазерний дозиметр оперативного контролю ЛДК призначений для експрес-контролю рівнів лазерного випромінювання на робочих місцях операторів.

Дозиметричний контроль лазерного випромінювання залежно від його спектра, виду дії на персонал (пряме, розсіяне), наявності відомостей про параметри випромінювання (відомі, невідомі) має певні особливості, які викладені в розділі «Проведення контролю» ГОСТу 12.1.031-81 «Методи дозиметричного контролю лазерного излучения».

Однак існують загальні вимоги, дотримання яких при дозиметрії лазерного випромінювання обов'язкове. Зокрема, після установки дозиметра в заданій точці контролю і напрямку отвору вхідної діафрагми його приймального пристрою на можливе джерело випромінювання реєструється максимальне показання приладу [3].

У порядку поточного санітарного нагляду визначення рівня опромінювання персоналу при обслуговуванні лазерів (установок) класів II-IV проводиться не рідше одного разу на рік.

Крім того, дозиметричний контроль виконується при внесенні будь-яких змін у конструкцію діючих лазерів (установок), зміні конструкції засобів захисту, організації нових робочих місць і встановленні нових лазерів (установок) класів II-IV.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Перед упровадженням в експлуатацію лазери класів безпеки II-IV приймаються комісією, яка призначається адміністрацією закладу зі включенням до її складу представника Держсаннагляду.

Результати дозиметричного контролю лазерного випромінювання вносяться до протоколу, який має містити такі відомості: місце і дату проведення контролю; тип і заводський номер дозиметра; нульовий режим вимірювання; значення параметрів випромінювання λ , t_i , t , f_i (у лазерів із відомими параметрами); діаметр і площу обраної вхідної діафрагми приймального пристрою дозиметра; температуру навколишнього середовища.

При проведенні дозиметричного контролю за лазерами (установками) необхідно дотримуватися вимог безпеки. Штатив із приймальним пристроєм дозиметра повинен мати непрозорий екран для захисту оператора під час дозиметрії. Крім того, забороняється дивитися в бік можливого випромінювання без спеціальних захисних окулярів. До проведення дозиметричного контролю допускаються особи, що отримали спеціальне посвідчення відповідної кваліфікаційної групи на право роботи з електроустановками напругою вище 1000 В.

При роботі лазерів (установок) можливе генерування комплексу фізичних і хімічних факторів, які можуть не тільки підсилювати несприятливий вплив випромінювання, а й мати самостійне значення. У зв'язку з цим лікар з гігієни праці зобов'язаний не тільки проводити дозиметрію лазерного випромінювання, а й давати оцінку супутнім факторам. При гігієнічній оцінці лазерного випромінювання отримані при дозиметрії значення величин необхідно порівняти з ГДР. За ГДР лазерного випромінювання беруться енергетичні експозиції (Дж/см²) тканин, що опромінювалися.

Обґрунтовані нині ГДР лазерного випромінювання належать до спектрального діапазону від 0,2 до 20 мкм і регламентуються на рогівці, сітківці та шкірі.

Гранично допустимий рівень впливу лазерного випромінювання залежить від довжини хвилі λ , тривалості τ і частоти повтору імпульсів f , тривалості дії t . У діапазоні 0,4-1,4 мкм цей рівень додатково залежить від кутового розміру джерела випромінювання α , рад, або від діаметра плями, що освітлена на сітківці d_s , см, у діапазоні 0,4 - 0,75 мкм - від фонові освітленості рогівки Φ_r , лк.

ГДР лазерного випромінювання надається в «Санітарних нормах і правилах улаштування й експлуатації лазерів» № 2392-81.

Основний елемент зорового апарату людини - сітківка ока, яка може бути уражена лише випромінюванням видимого (від 0,4 мкм) і ближнього УЧ-діапазонів (до 1,4 мкм), що пояснюється спектральними характеристиками людського ока. При цьому кришталік та очне яблуко, котрі діють як додаткова фокусуюча оптика, суттєво підвищують концентрацію енергії на сітківці. Це, у свою чергу, на кілька порядків знижує максимально допустимий рівень (МДР) опромінювання зіниці. Світловий діаметр зіниці при розрахунку МДР опромінювання приймають звичайно таким, що дорівнює 7 мм. Це не завжди відповідає дійсності, наприклад, при великій світлоті (фізіологічна оцінка яскравості) фону - через зменшення чутливості світлових рецепторів [4].

Вимоги до виробників лазерних приладів у зв'язку із забезпеченням безпеки користувачів. Оскільки ступінь ураження залежить від інтенсивності випромінювання, тривалості впливу, довжини хвилі, особливостей тканин і органів, що опромінюються, то рекомендується розподілити лазерні прилади на чотири класи з точки зору небезпеки лазерного опромінювання для користувачів.

Лазерні випромінювачі класу I. Найбільш безпечними як за своєю природою (МДР опромінювання не може бути перевищеним), так і за конструктивним виконанням є лазерні прилади класу I. У зв'язку з таким подвійним підходом допустимі межі випромінювання (ДМВ) лазерних приладів класу I у спектральній зоні від 0,4 до 1,4 мкм, для якої можливе як точкове, так і протяжне ушкодження сітківки, які характеризуються значеннями у двох аспектах - енергетичному (в ватах або джоулях) та так званому яскравісному.

Лазерні випромінювачі класу II. Це малопотужні лазерні прилади, що випромінюють тільки у видимому ($0,4 < \lambda < 0,7$ мкм) діапазоні, їх безперервна потужність обмежена 1 мВт, оскільки припускається, що людина має природну реакцію захисту своїх очей від впливу безперервного випромінювання (рефлекс миготіння). У разі короткочасних опромінювань ($\Delta t < 0,25$ хв) енергетика лазерних випромінювачів класу II не має перевищувати відповідні ДМВ для приладів класу I. Таким чином, лазерні випромінювачі класу II не можуть нанести шкоду людині всупереч її бажанню [3].

Лазерні випромінювачі класу III. Випромінювачі цього класу займають перехідне положення між безпечними приладами класу I, II та лазерами класу IV (які, безумовно, потребують вживання заходів із захисту персоналу).

Лазерні випромінювачі підкласу IIIA. До них належать умовно безпечні випромінювачі. Вони не здатні ушкодити зір людини, але за умови використання яких-небудь додаткових оптичних приладів для спостереження прямого лазерного випромінювання. Відповідно до цієї умови

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

потужність видимого випромінювання безперервних лазерів підкласу IIIA не повинна перевищувати 5 мВт (тобто п'ятиразового значення ДМВ для класу II), а опромінювання – 25 Вт/м².

Лазерні випромінювачі підкласу IIIB. До них належать випромінювачі середньої потужності, безпосереднє спостереження яких навіть неозброєним (без оптичної фокусувальної системи) оком небезпечно для зору. Однак при дотриманні певних умов - віддаленні ока більше ніж на 13 см від розсіювача і часу впливу не більше 10 с - допустиме спостереження дифузно-розсіяного випромінювання. Таким чином, безперервна потужність таких лазерів не може перевищувати 0,5 Вт, а енергетична експозиція - 100 кДж/м².

Лазерні випромінювачі класу IV. Це потужні лазерні установки, здатні ушкодити зір і шкірні покриви людини не тільки прямим, а й дифузним розсіяним випромінюванням. Значення ДМВ у цьому випадку перевищують значення, прийняті для підкласу IIIB. Робота з лазерними випромінювачами класу IV потребує обов'язкового дотримання відповідних захисних заходів.

Дія лазерів на організм залежить від параметрів випромінювання (потужності) і енергії опромінювання на одиницю поверхні, довжини хвилі, тривалості імпульсу, частоти імпульсів, часу опромінювання, площини поверхні, що опромінюється), локалізації впливу і анатомо-фізіологічних особливостей об'єкта, що опромінюється.

Залежно від специфіки технологічного процесу робота з лазерним обладнанням може супроводжуватися дією на персонал головним чином відбитого і розсіяного випромінювання.

Потужний потік лазерної енергії, що потрапляє на біологічні тканини, може спричинити серйозні ураження. Лазерне випромінювання впливає на живий організм шляхом теплової механічної та електричної дії. Опромінювання лазерними променями може викликати функціональні порушення у діяльності ЦНС, серцево-судинної системи, ендокринних залоз. Опромінювання може призвести до згортання або розпаду крові, пошкодження очей, шкіри, спричинити генетичні зміни, головний біль, розлади сну, слабкість і т. ін [6].

Біологічна дія лазерного випромінювання виникає внаслідок поглинання організмом його енергії, що спричиняє тепловий ефект. Термічний ефект лазерного випромінювання залежить від фізичної характеристики променів спектральної характеристики відкритих ділянок шкіри, стану кровообігу і т. ін.

Здатність організму поглинати енергію залежить від характеру тканин. Жирова тканина організму взагалі не поглинає енергію. Тепловіддача внутрішніх частин тіла дуже незначна, що спричиняє локальне нагрівання а також концентрацію поглинутої енергії в невеликому об'ємі. Цим пояснюється ураження головного мозку, внутрішніх органів і т. ін.

Під дією лазерного опромінювання рідина, що оточує біологічні структури, миттєво випаровується, призводячи до різкого підвищення тиску, виникнення, внаслідок цього, ударної хвилі та механічної травми. Відбувається не тільки опік, але й розрив тканин, що становить велику небезпеку для зорового аналізатора.

Найбільшу частину лазерного випромінювання сприймає шкіряний покрив, що являє собою природний екран для захисту внутрішніх органів. Унаслідок опромінювання виникають опіки і набряки шкіри різних ступенів - від почервоніння до некрозу (омертвіння шкіри). Глибина проникнення променів залежить від пігментації шкіри. Чим шкіра темніша тим меншою є глибина проникнення променів. Поріг пошкодження темно-пігментної шкіри значно менший, ніж світло-пігментної.

Розрізняють 4 ступені ураження шкіри лазерним випромінюванням:

I ступінь - опіки епідермісу;

II ступінь - опіки дерми (пухирі поверхневих шарів дерми);

III ступінь — опіки дерми до глибоких шарів;

IV ступінь - деструкція всієї товщини шкіри, підшкірної клітковини і прилягаючих шарів.

Особливо небезпечною є дія лазерного випромінювання на очі, через які воно проходить без втрат, досягаючи сітківки. Щільність енергії на сітківці ока зростає при збільшенні діаметра зіниці, тому пошкодження ока, адаптованого до темряви є значно більшим, ніж при яскравому освітленні. Чим темніша сітківка, тим менший поріг пошкоджуючої щільності енергії. Віддалення джерела лазерного випромінювання не гарантує безпеку очей.

Біологічний ефект дії лазерного випромінювання посилюється внаслідок його багаторазового впливу, а також через комбінацію з іншими чинниками виробничого середовища [6].

При використанні лазерів II-III класів з метою захисту персоналу від опромінювання застосовують огороження лазерної зони або екранування пучка випромінювання. Огородження і екрани мають виготовлятися з матеріалів, які мають незначний коефіцієнт віддзеркалювання, високу вогнестійкість і не виділяють токсичних речовин при дії на них лазерного випромінювання.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Лазери IV класу небезпеки розмішують в окремих ізольованих приміщеннях і забезпечують дистанційне управління їх роботою.

Обов'язково потрібно враховувати утворення супутніх чинників. Їх виникнення залежить від потужності випромінювання конструктивних особливостей лазерних установок, фізико-хімічних властивостей матеріалів, що обробляються, санітарно-технічного обладнання технологічних лазерних установок і виробничих приміщень. Робота лазерних установок супроводжується шумом, який може досягати 70-80 дБ, а також мають місце звукові імпульси з рівнем інтенсивності 100-120 дБ, які виникають внаслідок переходу світлової енергії в механічну в місцях дотику променя з поверхнею, що обробляється, або за рахунок роботи механічних елементів установки.

У приміщеннях, де розміщені лазери, влаштовують механічну припливно-витяжну вентиляцію для видалення можливих токсичних газів, пари і пилу. Для захисту від шуму використовують заходи звукопоглинання і звукоізоляції установок.

Якщо заходи колективного захисту не дають повної гарантії від опромінення і не забезпечують вимог санітарних правил, вдаються до засобів індивідуального захисту. До 313, що забезпечують безпечні умови праці при роботі з лазерами, відносяться спеціальні окуляри, щитки, що забезпечують зниження опромінення очей до ГДР.

При роботі з лазерами необхідно забезпечити такі умови праці, за яких не перевищуються гранично допустимі рівні опромінення очей і шкіри. Заходи безпеки полягають у влаштуванні захисних екранів, каналізації лазерного випромінювання по світловодах, використанні захисних окулярів. Захисні окуляри слід ретельно підбирати залежно від робочої довжини хвилі лазерного світла, а їх спектр пропускання необхідно перевіряти. Окуляри мають ефективно стримувати випромінювання лазера, однак не бути надто темними. Для захисту від розсіяного випромінювання, крім використання окулярів, застосовують спеціальне фарбування або обробку стін лабораторії, а також огороження екранами [5].

При використанні лазерів видимого діапазону потрібні спеціальні попереджувальні світлові табло або надписи під час роботи з лазерами. Для безперервних лазерів потужністю 1-5 мВт бажане виконання ряду заходів, серед яких: захист очей; робота в спеціальному приміщенні; обмеження шляху променя; попереджувальні світлові табло. При застосуванні лазерів середньої потужності ці заходи є обов'язковими, а для потужних лазерів, крім названих заходів, необхідно контролювати приміщення і систему оповіщення, забезпечувати дистанційне вмикання, управління роботою і блокування живлення.

Для гігієнічної оцінки умов праці за шкідливістю виробничих чинників при роботі з джерелами лазерного випромінювання, керуються нормативними документами, що регламентують величину ГДК або ГДР відповідних чинників [5].

Основними законодавчими документами при оцінці умов праці з оптичними квантовими генераторами є: "Санітарні норми і правила улаштування і експлуатації лазерів"; методичні рекомендації "Гігієна праці при роботі з лазерами" і т. ін.

Всі лазери мають бути марковані знаком лазерної безпеки за ГОСТ 12.1.040-83 "Лазерна безпека. Загальні положення".

Методи і апаратура дозиметричного контролю лазерного випромінювання наведені в ГОСТ 12.1.031-81 "ССБТ. Лазери. Методи дозиметричного контролю лазерного випромінювання".

Роботи, щодо обслуговування лазерних установок відносяться до робіт з шкідливими умовами праці. Відповідно до наказу МОЗ, працюючі на цих видах робіт мають проходити попередні і періодичні медичні огляди 1 раз на рік.

Безпечні умови праці з лазерним устаткуванням забезпечуються сукупністю заходів, які залежать в першу чергу від класу лазера.

Щодо профілактики ураження лазерним випромінюванням, то вона включає систему заходів інженерно-технічного, планувального, організаційного і санітарно-гігієнічного характеру.

Наростаючі темпи досліджень в галузі лазерної техніки відкриють можливості створення нових типів лазерів зі значно поліпшеними характеристиками, що дозволить розширити області їх застосування в приладобудуванні. Але паралельно потрібно враховувати й безпечність таких нових технологій.

Інформаційні джерела

1. Застосування лазерів. За редакцією д-ра техн. Наук В.П. Тичинського, видавництво "Світ", Москва 1974.
2. Крилов К.І. Застосування лазерів у машинобудуванні та приладобудуванні. / Крилов К.І., Прокопенко В.Т., Митрофанов О.С. - Л.: Машинобудування. Ленінгр.отд-ня, 1978.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

3. Тарасов Л.В. Лазери і їх застосування. / Тарасов Л.В. Навчальний посібник для ПТУ. М.: Радіо і зв'язок, 1983.
4. Основи охорони праці. / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін. - За заг. ред. В. В. Березуцького. Навч. посіб. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.
5. Геврик Є. О. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / Геврик Є. О. - К.: Ельга, Ніка-Центр, 2003. - 280 с.
6. Москальова В. М. Основи охорони праці. Підручник. / Москальова В. М./ - К.: Професіонал, 2005.- 666 с.

УДК 621.906

Гордєєв О.Ф., Четвержук Т.І.

Луцький національний технічний університет

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧІСНОЇ НАДІЙНОСТІ ВУЗЛІВ ВЕРСТАТА

Стики в верстатних системах визначають до 80% точнісну надійність верстата. В роботі викладені підходи щодо оцінки стиків на якісні показники верстатної системи(ВС). Запропонована математична модель ідентифікації впливу стиків на похибку обробки. Розроблено програмне забезпечення STYK, яке дозволяє визначати диференційний вплив всіх стиків на точність обробки.

Розглянута методика моделювання та автоматизації процесів ідентифікації деформаційних характеристик стиків металорізальних верстатів за їх характеристикам в технологічному робочому просторі. Реалізований принцип дозволяє зменшити загальні витрати і час на забезпечення технологічної надійності верстата в процесі його експлуатації. Запропонована методика визначення балансу зміщень елементів пружної системи забезпечує зручну і надійну ідентифікацію деформаційних властивостей стиків вузлів верстата.

Ключові слова: надійність, жорсткість, похибка, стик, моделювання, ідентифікація, деформації, баланс.

Стыки в станочных системах определяют до 80 % точностную надежность станка. В работе изложены подходы к оценке стыков на качественные показатели станочной системы (СС). Предложенная математическая модель идентификации влияния стыков на погрешность обработки. Разработано программное обеспечение STYK, которое позволяет определять дифференциальное влияние всех стыков на точность обработки.

Рассмотренная методика моделирования и автоматизации процессов идентификации деформационных характеристик стыков металлорежущих станков, по их характеристикам в технологическом рабочем пространстве. Реализованный принцип позволяет уменьшить общие затраты и время на обеспечение технологической надежности станка в процессе его эксплуатации. Предложенная методика определения баланса смещений элементов упругой системы обеспечивает удобную и надежную идентификацию деформационных свойств стыков узлов станка.

Ключевые слова: надежность, жесткость, погрешность, стык, моделирование, идентификация, деформации, баланс.

The joints in machine tool system determine the accuracy to 80 % reliability of the machine. The article approaches in evaluating joints on quality indicators Machining System (MS). A mathematical model to identify the influence of joints on error processing. The software STYK, which allows to determine the differential impact of all joints for precision machining.

The technique of modeling and automated identification of deformation behavior of joints of machine tools for its technological characteristics of the workspace. Realized principle can reduce overall costs and time to ensure the technological reliability of the machine during its operation. The proposed method of determining the balance shifts elements elastic system provides a convenient and reliable identification of the deformation properties of joints nodes machine.

Keywords: reliability, rigidity, accuracy, joint, modeling, identification, strain, balance.

Постановка проблеми. Розглянемо проблему на прикладі визначення погрішності розміру деталі при обробці різцем з револьверного супорта на токарно-револьверному автоматі мод. 1Б118. Для аналізу використаємо результати дослідження технологічної надійності токарно-револьверних