

УДК 62-783.68

Система обеспечения лазерной безопасности

Рослов Павел Евгеньевич

pavel.roslov2016@yandex.ru

Марков Никита Алексеевич

mnikita.markovm@gmail.com

SPIN-код: 1792-1479

Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, Россия

Аннотация. Разработана и введена в тестовую эксплуатацию система обеспечения лазерной безопасности согласно ГОСТ IEC 60825, ГОСТ 31581–2012. Предлагаемая система исключает возможность проникновения пучка лазерного излучения сквозь ограждающие конструкции защитной кабины. Особенностью разработанного решения является применение скрытых бескаркасных фотодетекторов, что снижает габариты конструкции и упрощает монтаж системы. Система характеризуется работоспособностью в условиях прямого попадания пучка лазерного излучения непосредственно в фотодетектор. Интегрированные в систему модули позволяют многократно повысить безопасность для оператора и пользователей.

Ключевые слова: САОЛИ, лазерного излучение, датчик безопасности, лазерный барьер, световая колонна

Laser safety system

Roslov Pavel Evgenievich

pavel.roslov2016@yandex.ru

Markov Nikita Alekseevich

mnikita.markovm@gmail.com

SPIN-code: 1792-1479

Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov, Vladimir, Russia

Abstract. A laser safety system has been developed and put into test operation in accordance with GOST IEC 60825, GOST 31581–2012. The proposed system eliminates the possibility of a laser beam penetrating through the enclosing structures of the protective cabin. A special feature of the developed solution is the use of hidden frameless photodetectors, which reduces the size of the structure and simplifies the installation of the system. The system is characterized by operability in conditions of direct hit of a laser beam directly into a photodetector. The modules integrated into the system make it possible to significantly increase safety for the operator and users.

Keywords: SAOLI, laser radiation, safety sensor, laser barrier, light column

Введение. В статье представлена концепция системы, обеспечивающая активную лазерную безопасность аварийным отключением лазерного излучения (ЛИ), а также результаты ее испытаний и пример внедрения системы.

При эксплуатации роботизированных лазерных комплексов (РЛК) существует вероятность возникновения опасных и аварийных ситуаций: образование мощного отраженного ЛИ от обрабатываемой поверхности; выход ЛИ

за пределы обрабатываемой детали/области обработки в сторону вероятного нахождения персонала (прожиг обрабатываемой детали, неточность позиционирования, сбой программы управления). При возникновении аварийных ситуаций высока вероятности причинения тяжелого вреда здоровью рабочего персонала лазерным излучением.

Разработанная система лазерной безопасности обеспечивает выполнение требований к активной лазерной безопасности источников лазерного излучения 4 класса опасности [1] входящих в состав лазерных технологических комплексов.

Материалы и методы. Системой активной лазерной безопасности оснащается двух объемная защитная кабина в бескаркасном исполнении [2, 3]. Для исключения ложных срабатываний при проведении различного рода лазерной обработки, чувствительный элемент расположен во внутреннем объеме защитной панели (рис. 1).

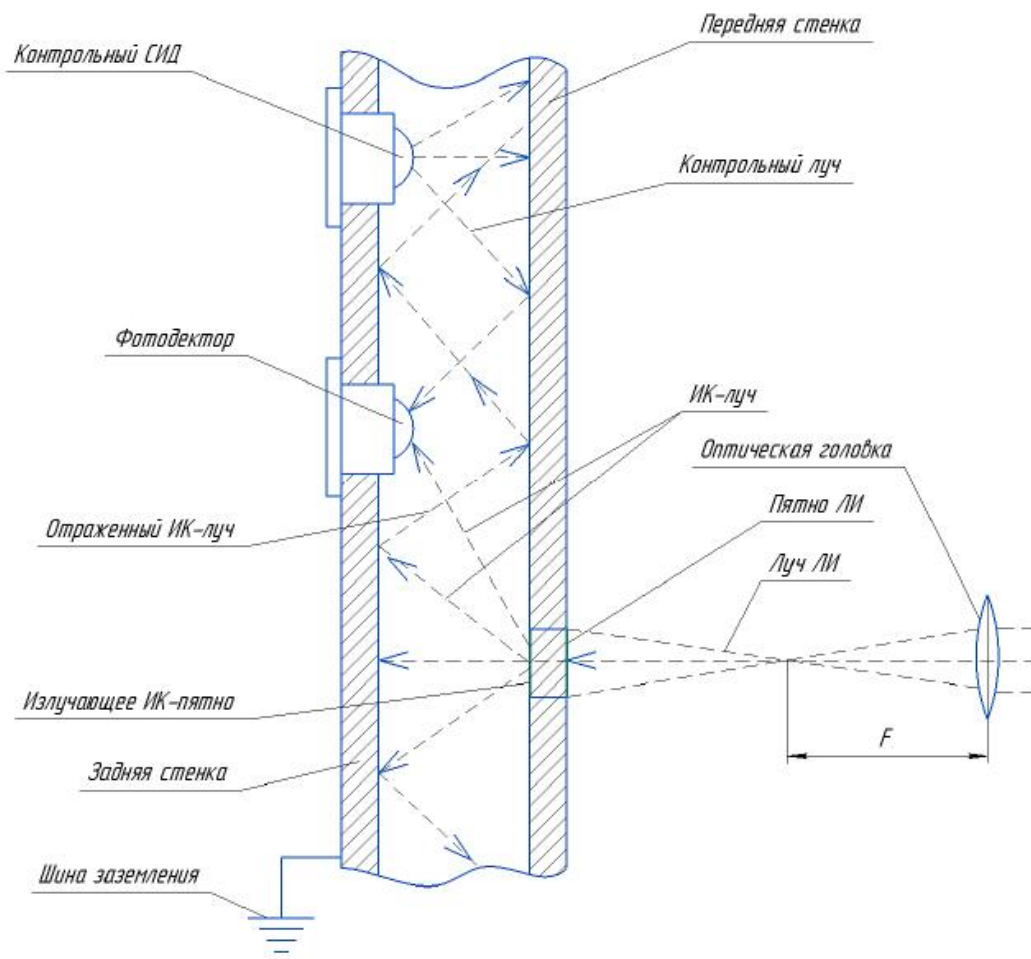


Рис. 1. Схема установки и срабатывания САОЛИ внутри двух объемной защитной кабины

Благодаря оригинальной конструкции стыковых соединений панелей отсутствуют «слепые зоны». Срабатывание системы активной защиты происходит при разрушении лазерным излучением любой малейшей области поверхности внутренней панели. Также конструкция обеспечивает отключение

источника ЛИ при выходе из строя любых компонентов Системы, разрушении фотоприемника, потере связи с датчиком как в случае лазерного воздействия, так и при механическом повреждении узлами РЛК.

САОЛИ интегрируется в общую систему безопасности лазерного роботизированного комплекса. Вероятность безотказной работы удовлетворяет требованиям [4–6] к элементам систем безопасности. В разработке САОЛИ учтены недостатки схожих существующих систем активной лазерной безопасности [7, 8], например диапазон чувствительности датчиков составляет 850–1200 нм, вследствие чего исключены ложные срабатывания от паразитных тепловых и световых источников; регистрация ЛИ проводится как в прямом, так и в случае многократного отражения.

Также в систему активной лазерной безопасности входит лазерный барьер. При проникновении через контролируемую плоскость объекта воздействия (например, руки человека) происходит срабатывание коммутационного элемента защитного барьера и отключение установки.

Все описанные устройства подключаются к контроллеру безопасности. Контроллер безопасности обладает многочисленными преимуществами по сравнению с решениями в области безопасности на основе традиционных компонентов, в частности модулей безопасности релейного типа, поскольку он:

- сокращает количество компонентов;
- обеспечивает более быструю сборку электрошкафа;
- упрощает модернизацию разработчиками машины;
- позволяет устанавливать системы безопасности с защитой от несанкционированного вмешательства;
- упрощает техобслуживание машины.

В систему также интегрирована световая колонна. Устройства позволяют получать световую или звуковую сигнализацию состояния оборудования на расстоянии от 5 до 100 м в любом направлении. Устройство можно использовать в любых условиях окружающей среды.

В общем виде предложенная система выглядит следующим образом (рис. 2).

Результаты. На рис. 3 представлены результаты при срабатывании САОЛИ, полученные при воздействии лазерного излучения различной мощности (от 1 до 5 кВт) при расстоянии оптической головки до модуля от $f = 1$ до $f = 5$ и длительности импульса излучения t .

Обсуждение полученных результатов. Проведенные испытания подтвердили эффективность разработанной системы безопасности, основанной на использовании специализированных датчиков. Ключевым результатом является полное исключение возможности прохождения лазерного пучка через стенки защитной панели, независимо от его мощности. Это достигается за счет своевременного срабатывания датчиков, блокирующих излучение при обнаружении потенциально опасных условий.

Особое внимание уделено предотвращению попадания лазерного пучка на датчик, что критически важно для обеспечения безопасности оператора и сохранности оборудования. Полученные данные свидетельствуют о том,

что система надежно функционирует в широком диапазоне мощностей лазерного излучения, что подтверждает ее универсальность и устойчивость к внешним воздействиям.

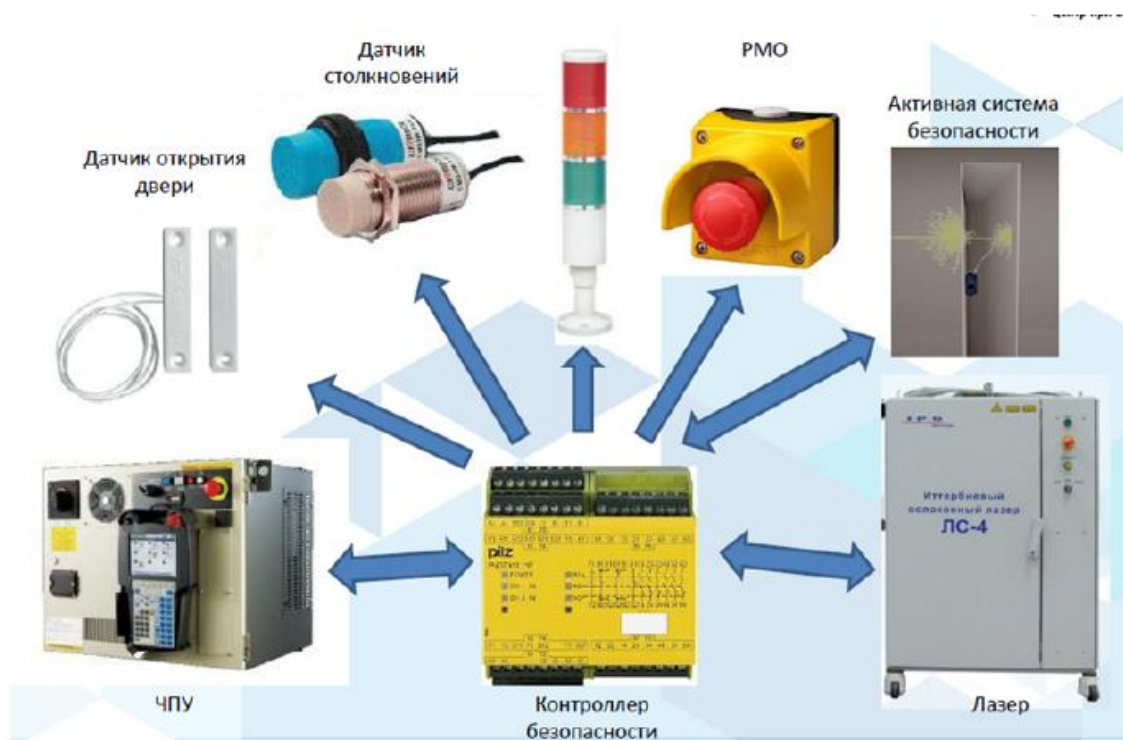


Рис. 2. Общая структура системы



Рис. 3. Результаты испытаний САОЛИ

Таким образом, реализованное решение демонстрирует высокую степень защиты и может быть рекомендовано для применения в лазерных установках, где требуется строгий контроль за распространением излучения. Дальнейшие исследования системы могут быть направлены на расширение ее функциональных возможностей для работы с различными типами лазеров.

Заключение. Разработанная система демонстрирует существенные преимущества перед существующими техническими решениями в области безопасности при работе с лазерным оборудованием. Особенности системы заключаются в применении скрытых датчиков САОЛИ, интегрированных в бескаркасные панели защитной кабины, позволяющие значительно сократить габариты системы и повысить ее надежность.

Архитектурная гибкость системы позволяет легко интегрировать дополнительные средства активной защиты без необходимости существенной модернизации существующей конфигурации.

Эти технические решения в совокупности обеспечивают системе значительные конкурентные преимущества, включающие повышенную надежность, масштабируемость, простоту монтажа и обслуживания, соответствие требованиям промышленной безопасности при работе с лазерным оборудованием высоких классов опасности.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема FZUN-2024-0004, Госзадание ВлГУ).

Список источников

- [1] ГОСТ ИЕС 60825. Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей. Москва, Стандартинформ, 2014, 77 с.
- [2] Люхтер А.Б., Валуйских В.П., Сурниченко К.А. Модульная защитная кабина. Патент № 165500 РФ, бюл. № 29, 2016, 2 с.
- [3] Люхтер А.Б., Валуйских В.П. Модульная защитная кабина. Патент № 183756 РФ, бюл. № 28, 2018, 9 с.
- [4] ГОСТ 31581–2012. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий. Москва, Стандартинформ, 2013, 20 с.
- [5] ГОСТ ISO 13849-1–2014. Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью. Часть 1. Общие принципы конструирования. Москва, Стандартинформ, 2015, 71 с.
- [6] ГОСТ Р МЭК 62061–2013. Безопасность оборудования. Функциональная безопасность систем управления электрических, электронных и программируемых электронных, связанных с безопасностью. Москва, Стандартинформ, 2013, 71 с.
- [7] Goebel K.R. *Method and arrangement for recognition of optical radiation*. Patent no. 8 013 998, USA, 2011.
- [8] Goebel K.R. et al. *Assembly and method for detecting radiation*. Patent no. US 2012/0312970, USA, 2012.