

## СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ В СИСТЕМАХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.П. Сулим (ООО "ДатаСкан")

*Рассмотрены особенности применения световых завес: принцип работы, категории безопасности, правила установки и режимы функционирования. Приведены технические характеристики световых завес компании DataLogic Automation.*

*Ключевые слова: световые завесы, приемник, излучатель, безопасное расстояние.*

Для предотвращения несчастных случаев и защиты персонала на производстве используются различные технические средства и системы, широкое распространение среди которых получили системы на базе световых завес, называемых также световыми барьерами.

Световые завесы — это оптоэлектронные многолучевые устройства, предназначенные для предотвращения несчастных случаев на производстве. Световые завесы устанавливаются в зонах, которые могут представлять опасность для людей в случае их контакта с движущимися частями работающих механизмов, роботов, автоматических систем.

В состав световой завесы (рис. 1) входят излучатель (TX) и приемник (RX), синхронизируемые друг с другом оптическим способом. Излучатель и приемник работают в инфракрасном диапазоне, невидимом человеческим глазом. При пересечении непрозрачным объектом одного или нескольких световых лучей, соединяющих излучатель и приемник, происходит обрыв оптической связи и срабатывание выходных цепей световой завесы.

Световые завесы функционируют в составе систем безопасности, осуществляющих экстренный останов работающих механизмов при возникновении угрозы здоровью и жизни людей. Необходимость установки световых завес имеется в таких сферах и на таких участках производства, как автоматические упаковочные машины, прессы, металлообрабатывающие станки, конвейеры, автоматические склады, паллетайзеры, роботизированные сборочные линии, автоматические двери и ворота и т.д.

Одним из известных европейских поставщиков световых завес, которые выпускаются под торговой маркой SAFEasy, является компания DataLogic Automation. Световые завесы SAFEasy характеризуются высокой надежностью и продолжительным сроком службы. Поставку, установку и техническое сопровождение в России осуществляет компания "ДатаСкан", работающая на рынке оптических датчиков и систем с их использованием уже 20 лет.

### Категории безопасности

Разработка и производство систем безопасности и их компонентов, предназначенных для охраны труда и защиты персонала, осуществляется в соответствии с международными стандартами EN 61496-1-2004 ("Безопасность оборудования. Электрочувствительные предохранительные устройства. Общие требования и тес-

ты") и EN 61496-2-2006 ("Безопасность оборудования. Электрочувствительные средства защиты. Частные требования к средствам защиты, использующим активные оптоэлектронные защитные приборы").

Серьезность угрозы безопасности и здоровью человека при работе на производстве оценивается в соответствии со стандартом EN 13849-1-2006, пришедшим на смену стандарту EN 954-1-1996. В России действует стандарт ГОСТ Р ИСО 13849-1-2003: "Безопасность оборудования. Элементы систем управления, связанные с безопасностью", являющимся аналогом версии стандарта EN 13849-1-1999.

Серьезность угрозы здоровью человека определяется вероятностью возникновения угрозы, продолжительностью опасного воздействия и серьезностью возможных травм при работе персонала с производственным оборудованием.

С точки зрения применения световых завес SAFEasy для защиты персонала от опасного воздействия механизмов световые завесы по категориям безопасности подразделяются на типы 2 и 4. В соответствии со стандартом EN 13849-1 (EN 954-1) применение завес типа 2 регламентировано для опасных ситуаций, сопровождаемых легкими травмами, либо серьезными, но маловероятными (в случае редко возникающей или кратковременной опасности). Применение завес типа 4 необходимо в случаях часто возникающих или продолжительных опасных ситуаций, которые могут сопровождаться необратимыми травмами или летальным исходом. Завесы типа 4 могут использоваться во всех случаях построения систем безопасности, как удовлетворяющие более жестким требованиям безопасности.

Для корректного выбора световой завесы типа 2 или 4 в каждом конкретном случае применения в условиях того или иного предприятия необходимо руководствоваться положениями стандарта.

Примером установки световых завес типа 2 может быть установка завес для защиты тела и предотвращения доступа в опасную зону на автоматических складах, а примером установки световых завес типа 4 для защиты пальцев — металлорежущие и сверлильные станки или прессы.

Примером установки световых завес типа 2 может быть установка завес для защиты тела и предотвращения доступа в опасную зону на автоматических складах, а примером установки световых завес типа 4 для защиты пальцев — металлорежущие и сверлильные станки или прессы.

### Условия установки световых завес

При выборе и установке конкретной модели световой завесы требуемой категории безопасности необходимо учитывать следующие ключевые факторы: тре-

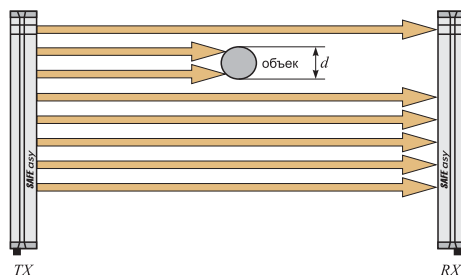


Рис. 1. Световая завеса

## В знойный полдень тень сомнений - надежная защита от солнечного удара.

Ю. Татаркин

буемое разрешение, размер контролируемой зоны, безопасное расстояние установки световой завесы.

Под *разрешением* световой завесы понимается минимальный размер непрозрачного объекта, при котором будет перекрыт хотя бы один луч зоны чувствительности завесы. Требуемое разрешение напрямую зависит от защищаемого объекта, то есть части тела человека — пальцев, руки, корпуса (тела).

Значение разрешения световых завес, равное 14 мм, соответствует световым завесам, предназначенным для защиты пальцев (тип 4), значение разрешения 20...40 мм — для защиты рук (тип 2 и 4), более 40 мм (обычно 50 и 90 мм) — тела (тип 2 и 4). Кроме того, для обнаружения присутствия человека в опасной зоне могут применяться также завесы, формирующие несколько оптических лучей (как правило, 2...4 ед.), расположенных на расстоянии 300, 400 и 500 мм

друг от друга. При этом обязательно рассмотрению подлежат условия попадания человека в опасную зону через области выше верхнего луча или ниже нижнего, а также между двумя соседними лучами.

Разрешение световой завесы зависит от диаметра линз (апертуры) и расстояния между оптическими осями лучей и определяется как сумма этих двух значений.

*Высота контролируемой зоны* — это фактическая высота зоны, в которой объект размером, соответствующим значению разрешения световой завесы, может быть обнаружен. Высота контролируемой зоны несколько больше, чем расстояние между наиболее удаленными лучами завесы (высота зоны).

*Безопасное расстояние установки* световой завесы представляет собой минимально допустимое с точки зрения безопасности расстояние между местом установки завесы и опасной зоной. Данное расстояние определяется в соответствии со стандартом EN 999 (аналогичный российский стандарт — ГОСТ ИСО 13855-2006 "Безопасность оборудования. Расположение защитных устройств с учетом скоростей приближения частей тела человека").

Определение места установки световой завесы — важная и ответственная задача. Поэтому установка световых завес должна производиться только квалифицированными специалистами.

Безопасное расстояние (мм) согласно EN999 определяется в соответствии со следующей формулой:

$$S = K(t_1 + t_2) + C,$$

где  $K$  — скорость приближения человека или части его тела к опасной зоне (мм/с),  $t_1$  и  $t_2$  — время срабатывания выходных цепей световой завесы и время, необходимое для полного останова движущейся части механизма (с) соответственно;  $C$  — параметр, определяемый топологией световой завесы и ее разрешением.

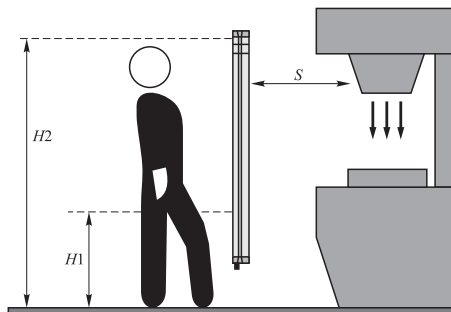


Рис. 2. Вертикальная световая завеса

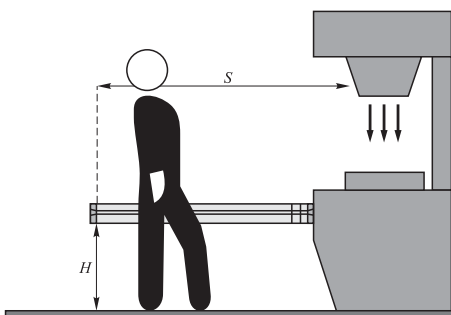


Рис. 3. Горизонтальная световая завеса

При вертикально установленной световой завесе (рис. 2) и разрешении  $d \leq 40$  мм:  $C = 8 * (d - 14)$  мм. Значение  $K$  принимается равным 2000 мм/с. Если вычисленное значение  $S > 500$  мм, то значение  $K$  принимается равным 1600 мм/с.

При разрешении световой завесы  $40 \text{ мм} < d \leq 70$  мм или в случае использования завесы из нескольких лучей (обычно 2, 3 или 4 ед.):  $C = 850$  мм, а  $K = 1600$  мм/с.

Кроме того, в случае защиты тела человека световая завеса должна быть расположена таким образом, чтобы нижний луч находился над уровнем пола на высоте  $H_1 \leq 300$  мм, а верхний — на высоте  $H_2 \geq 900$  мм.

При горизонтальном расположении световой завесы (рис. 3)  $K = 1600$  мм/с,  $C = 1200$  мм — 0,4

$H$  (но  $\geq 850$  мм),  $H$  — высота лучей над уровнем пола:  $H_{\max} = 1000$  мм,  $H_{\min} = 15(d - 50)$  мм).

Для исключения возможности попадания оператора в опасную зону с боковой стороны световой завесы рекомендуется использовать две световые завесы, установленные в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Необходимо учесть, что наличие вблизи световой завесы каких-либо отражающих предметов, действующих подобно вторичному излучателю, может приводить к неправильному функционированию и снижению эффективности или даже к блокировке защиты. Для типов 2 и 4 световых завес рассчитано минимальное безопасное расстояние, на котором допускается нахождение отражающих предметов, не влияющее на характеристики завес. Минимальное безопасное расстояние зависит от расстояния между излучателем и приемником и различается для типов 2 и 4.

Повышенная запыленность или возможность образования конденсата, условия сильной вибрации, интерференция, возникающая между несколькими световыми завесами, установленными неподалеку друг от друга, использование отклоняющих зеркал в составе световой завесы — эти и другие факторы могут накладывать свои ограничения и предъявлять дополнительные требования к процедуре установки.

Функционирование световых завес происходит в одном из следующих режимов, доступных в зависимости от

Таблица 1

Модель	Категория безопасности	Объект защиты	Разрешение, мм	Высота зоны, мм	Число лучей, ед.	Дальность, м	Расстояние между соседними лучами, мм	Время отклика, мс
SF2-30	Тип 2	рука	30	150...1500	8...80	0,2...15	18,4	14...24
SF2-50; SF2-90		тело	50; 90	300...1500	9...41; 5...21	0,2...15	37,5; 74	15...24
SE2-P		тело	515/415/ 315/415	500...1200	2/3/4/4	0,5...50	500/400/ 300/400	14
SE4-14Plus	Тип 4	пальцы	14	150...1200	21...168	0,2...6	7	14...41
SE4-30Plus		рука	30	150...1650	8...88	0,2...15	18,4	12...26
SE4-P; SE4-Q		тело	515/415/ 315/415	500...1200	2/3/4/4	4...50; 0,5...25	500/400/ 300/400	14

Таблица 2

Модель	Категория безопасности	Объект защиты	Разрешение, мм	Высота зоны, мм	Число лучей, ед.	Дальность, м	Расстояние между соседними лучами, мм	Время отклика, мс
SG2-30	Тип 2	рука	30	150...1800	8... 96	0,2...19	19*	8...24
SG2-50; SG2-90		тело	50; 90	300...1800	9...49; 5...25		38; 76*	9...20
SG2-B		тело	520/420/ 320/420	500...1200	2/3/4/4	6...60	500/400/ 300/400	11...13
SG4-14	Тип 4	пальцы	14	150...1800	16 ... 192	0,2...6	10*	11...50
SG4-30		рука	30	150...1800	8 ... 96	0,2...19	19*	9...28
SG4-B	Тип 4	тело	520/420/ 320/420	500...1200	2/3/4/4	6 - 60	500/400/ 300/400	11...13

**Примечание.** \*Оценка. Значение параметра в доступной технической документации не указано.

Таблица 3

Серия световой завесы SAFEasy	Напряжение питания, В	Потребляемая мощность, Вт	Длина волны ИК-излучения, нм	Угол расхождения луча, гр	Тип выходной цепи	Материал корпуса	Класс защиты	Рабочая температура, °С
SF2	24 В ± 20%	TX: 1; RX: 2,5	880	± 5	2 транзистора PNP	алюминий	IP65	0...55
SE2		TX: 2,1; RX: 3		± 5				-10...55
SE4		TX: 2,1; RX: 3		± 2,5				-10...55
SE4-Plus		TX: 1,5; RX: 3,75	± 2,5	-10...55				
SG2		TX: 2; RX: 3,5	950	± 5				0...55
SG4		TX: 2,5; RX: 4		± 2,5				0...55

выбранной модели: рабочий, сброс/перезапуск, подавление/деактивация, юстировка, управление внешним устройством, ведущий/ведомый.

#### Технические характеристики

Основные технические параметры некоторых традиционно используемых и хорошо зарекомендовавших себя световых завес SAFEasy серий SF и SE (рис. 4) сведены в табл. 1.

Компания DataLogic Automation разработала и поставляет также световые завесы нового поколения серии SG с улучшенными техническими характеристиками и дополнительными функциями. Завесы серии SG снабжены антиинтерференционной системой, дисплеем для отображения текущего состояния и возникающих ошибок, имеют большую



Рис. 4

высоту зоны и дальность, меньшее время срабатывания, упрощенную юстировку излучателя и приемника. Срок службы световых завес серии SG составляет 20 лет, а наработка на опасный отказ (MTTFD) – >300 лет. Основные технические параметры световых завес серии SG сведены в табл. 2, световых завес серий SF, SE и SG – в табл. 3.

#### Аксессуары

Построение систем безопасности на базе световых завес производится с использованием широкого спектра различных аксессуаров (рис. 5): SE-DM – отклоняющие зеркала, применяемые для организации защиты различных сторон опасной зоны; SE-LP, SG-LP – лазерный указатель, работающий в ви-

димом красном диапазоне и используемый для юстировки излучателя и приемника; SE-SR2, SC-ME – реле безопасности категории 2 или 4, подключаемые к выходным цепям световой завесы; TP – тестовые образцы, используемые для контроля разрешения световых завес и проверки работоспособности; SE-S – крепежные стойки, предназначенные для механической фиксации излучателя и приемника или отклоняющих зеркал к заданной поверхности (например, к полу); SE-P, SG-PS – защитные стойки, предназначенные для предохранения излучателя и приемника от механических воздействий; ST-K – крепежные приспособления различного назначения (с регулируемым наклоном, антивибрационные и т.д.); SG-LS – защитный экран для линз излучателя и приемника; SG-IP – защитный чехол, предназначенный для повышения класса защиты с IP65 до IP67, IP68, IP69K; CV – экранированные кабели с разъемами для электрического подключения излучателя и приемника; SE-SRT, LMS – монтажный электронный модуль и сигнальные лампы для режима



Рис. 5. Аксессуары

подавления/деактивации; SB-BWS, SG-BWS – блок управления, предназначенный для электрического подключения одной или двух световых завес, содержащий реле, контакты которых при переключении управляют цепями останова механизма.

#### Заключение

Системы производственной безопасности, построенные на базе световых завес SAFEasy и предлагаемой номенклатуры ак-

ссессуаров, представляют собой полнофункциональные надежные системы, эффективно решающие задачу по предотвращению несчастных случаев и защите персонала на производстве.

Безусловно, внедрение и поддержка систем производственной безопасности требуют от руководителей предприятий дополнительных расходов. Однако эти инвестиции оправданы. Использование подобных систем безопасности позволяет руководителям предприятий избежать штрафов и компенсационных выплат пострадавшему персоналу, а также предотвратить расходы, связанные с остановкой производства.

*Валерий Петрович Сулим – директор технического центра ООО "ДатаСкан".*

*Контактный телефон (495) 782-11-05. E-Mail: sulim@datascan.ru*

## SIMATIC S7 Fail-SAFE – ОСНОВА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ

С.Ю. Кухаренко (ООО "Сименс")

Представлена концепция построения интегрированной системы противоаварийной защиты, объединяющей в единой системе функции обычной системы управления ТП и противоаварийной защиты. Рассмотрены основные программно-технические компоненты серии Failsafe от фирмы Сименс.

Ключевые слова: противоаварийная защита, интеграция, безопасность, повышенная надежность.

Безопасность оборудования – один из наиболее быстро развивающихся сегментов автоматизации. Безопасность в терминах "здоровья" человека и оборудования и защиты окружающей среды выдвигается на передний план среди критических тем для производителей вследствие роста понимания ее важности.

Интегрированная безопасность (Safety Integrated) – портфель технических решений для построения систем безопасности (систем противоаварийной защиты ПАЗ) от Сименса является уникальным в промышленности, так как он предлагает обширный комплект компонентов от датчиков и исполнительных элементов до контроллеров, законченных решений и связанных служб, которые отвечают требованиям как производителей непрерывных процессов, так и дискретных установок.

Традиционный подход к архитектуре системы безопасности разделяет управление и контроль функций безопасности от остального приложения. Для специфических приложений, таких как прессы и кра-

ны, системы управления и безопасности часто сертифицируются вместе, как системное решение. Производители систем управления дискретных установок часто применяют контроллеры безопасности и шины безопасности параллельно с ПЛК. Необходимая информация управления или диагностики из контроллера безопасности в главный контроллер может быть передана посредством сетевой коммуникации, но два контроллера работают независимо.

Философия раздельного решения на данный момент изменяется. Технологические разработки сделали возможным использование одного контроллера для управления обеими задачами, что имеет огромное влияние на сокращение стоимости разработки и эксплуатации. Сименс предлагает использовать системы управления, способные обрабатывать как функции безопасности, так и стандартные задачи управления на одном ЦПУ.

На уровне систем управления компоненты безопасности от устройств ввода/вывода до контроллеров