

А. В. ДУБЕШКО, Д. А. МИХАЕВИЧ

Республика Беларусь, г. Минск, Институт физики
им. Б. И. Степанова НАН Беларуси
E-mail: kvf@volgodonsk.ru

Дата поступления в редакцию
20.12.2007—21.02 2008 г.

Оппонент д. т. н. С. Г. АНТОЩУК
(ОНПУ, г. Одесса)

ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ГАБАРИТОВ ГРУЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СОСТАВА

Описан принцип работы и основные параметры оптического электронного устройства контроля габаритов. Область применения — системы контроля габаритов груза железнодорожного состава.

Автоматизированные опτικο-электронные приборы и системы контроля могут эффективно повышать производительность труда во многих отраслях народного хозяйства. Их преимущества — это бесконтактность, инвариантность к материалу контролируемого объекта, помехоустойчивость, точность.

Известно [1] достаточно большое число приборов для бесконтактного измерения технических объектов, наиболее распространенными из которых являются оптические и опτικο-электронные датчики и устройства. Применение тех или иных видов или моделей оптических приборов в большинстве случаев связано со спецификой измеряемого или контролируемого технического объекта. Поэтому всегда существует потребность в новых, более совершенных устройствах или в устройствах специального назначения. Наиболее часто основными требованиями к ним являются низкая себестоимость, малые габаритные размеры, высокая помехозащищенность и надежность.

Опτικο-электронные устройства в системе контроля габаритов груза железнодорожного состава должны иметь небольшие размеры, работать в условиях плохой видимости (туман) и внешней (солнечной) засветки, обеспечивать контроль габаритов груза в боковой и верхней зоне негабаритности (рис. 1) с шагом 25 мм при скорости движения состава до 100 км/ч.

Установлены три основные зоны негабаритности в зависимости от высоты (измеряемой от уровня головок рельсов), на которой груз выходит за основной габарит:

— зона нижней негабаритности — на высоте от 480 до 1229 мм при расстоянии от оси пути 1626–1760 мм и на высоте от 1230 до 1399 мм — при расстоянии 1626–2240 мм;

— зона боковой негабаритности — на высоте от 1400 до 4000 мм (включительно);

— зона верхней негабаритности — на высоте от 4001 до 5300 мм.

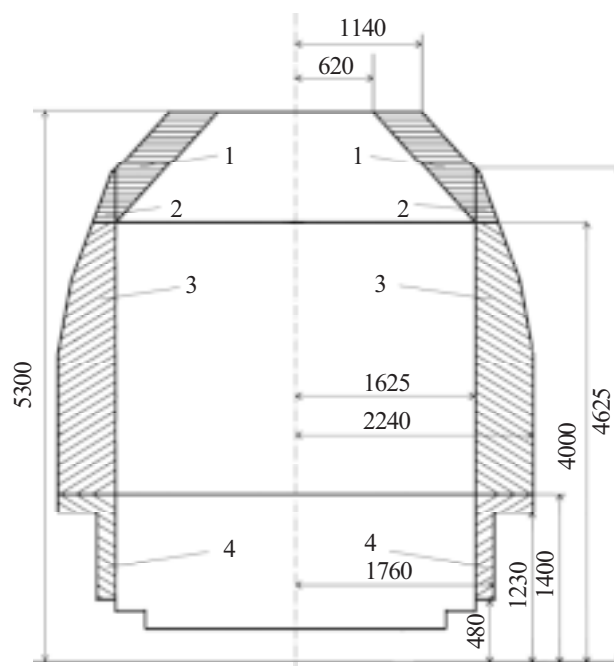


Рис. 1. Очертания основного габарита груза и зон негабаритности:

1 — зона верхней негабаритности; 2 — зона совместной верхней и боковой негабаритности; 3 — зона боковой негабаритности; 4 — зона нижней негабаритности

Кроме того, для определения условий пропуска грузов верхней негабаритности на двухпутных линиях дополнительно введена условная зона совместной боковой и верхней негабаритности: на высоте от уровня головок рельсов от 4001 до 4625 мм на расстоянии от оси пути от 1625 мм до границы зоны негабаритности.

В зависимости от величины выхода негабаритных грузов за очертания основного габарита в указанных выше основных зонах установлены следующие степени негабаритности грузов:

- в зоне нижней негабаритности — шесть степеней;
- в зоне боковой негабаритности — шесть степеней;
- в зоне верхней негабаритности — три степени.

Очертания степеней негабаритности показаны заштрихованными площадями (рис. 1).

Авторами разработан базовый модуль оптического электронного устройства, на основе которого разработа-

на система контроля габаритов транспортных средств,двигающихся к местам, где действуют ограничения на максимальные размеры (тоннели, мосты и т. п.). Устройство отличается небольшими габаритами, высоким быстродействием и низкой себестоимостью. Кроме того, оптоэлектронное устройство контроля габаритов может работать и при сильной внешней засветке (солнце), и в условиях плохой видимости (туман, дождь, снег).

Датчик имеет два функциональных устройства (излучатель и приемник) и на выходе фиксирует два состояния – наличие или отсутствие объекта в зоне видимости датчика. Излучение лазера 1 (рис. 2) мощностью 3 мВт, модулированное частотой 100 кГц, попадает на коллимирующую линзу 2, которая формирует плоскопараллельный пучок. В приемной части излучение фокусируется линзой 3 на фотодиоде. Сигнал с фотодиода поступает в модуль обработки, который представляет собой повторитель со следящей связью, что позволяет убрать постоянную составляющую сигнала. Это, в свою очередь, убирает влияние внешней засветки. Номинал нагрузочного резистора фотодиода выбран небольшим для того, чтобы сигнал не входил в насыщение при попадании солнечного излучения в приемник.



Рис. 2. Функциональная схема оптоэлектронного устройства:

1 — лазер с модуляцией; 2 — коллимирующая линза; 3 — фокусирующая линза; 4 — фотодиод; 5 — модуль обработки

Далее сигнал поступает на усилитель мощности переменного сигнала с коэффициентом усиления 100. Полосовой фильтр выделяет из сигнала рабочую частоту 100 кГц, которая усиливается следующим каскадом. После этого усиленный переменный сигнал представляет собой меандр с частотой 100 кГц и скважностью 50% в широком диапазоне входных сигналов. Большой коэффициент усиления обеспечивает надежную работу датчика в сложных погодных условиях (туман, дождь, снег). Меандр заряжает конденсатор до уровня 2,5 В при наличии сигнала, а при отсутствии сигнала напряжение на конденсаторе составляет 200 мВ. При помощи компаратора формируются логические уровни. Выход компаратора – открытый коллектор, что позволяет получить любой логический уровень (5, 12 или 24 В). Быстродействие датчика составляет 1500 Гц при минимальном значении входного сигнала (в условиях плохой видимости) и 3000 Гц при нормальных условиях, что позволяет контролировать объекты размером 5 мм, двигающиеся со скоростью 120 и 240 км/ч, соответственно. Расстояние между приемником и излучателем 10 м.

Разработанное устройство нашло применение в системе контроля габаритов груза железнодорожного состава. Грузы, подлежащие перевозке на открытом подвижном составе на общих условиях в преде-

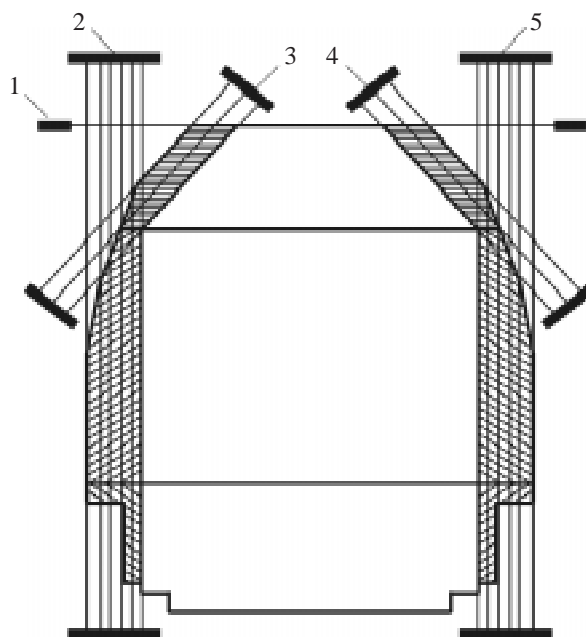


Рис. 3. Схема установки оптоэлектронных модулей

лах сети железных дорог колеи 1520 мм государств — стран СНГ и стран Балтии не должны выходить за очертания основного габарита груза (рис. 1).

Согласно установленным степеням негабаритности груза состава в зоне боковой негабаритности используются по 6 оптоэлектронных устройств с каждой стороны (блоки 2 и 5, рис. 3), а в зоне верхней негабаритности — по 3 устройства с каждой стороны (блоки 3 и 4, рис. 3). Кроме того, одно устройство обеспечивает контроль максимальной высоты груза (блок 1, рис. 3).

Таким образом, оптоэлектронная часть системы состоит из 19 недорогих, простых в сборке и наладке устройств, обеспечивает контроль габаритов груза железнодорожного состава в боковой и верхней зоне негабаритности при скорости движения состава до 120 км/ч – в условиях плохой видимости, и до 240 км/ч – в условиях хорошей видимости с погрешностью 5 мм, что в несколько раз точнее, чем требуется для железной дороги. Кроме того, устройство разработано на основе простых элементов (операционные усилители и компаратор), не содержит сложных схем, подверженных влиянию электрических помех. Мощность входного сигнала зависит от прозрачности атмосферы и может значительно варьироваться с изменением погодных условий. Применяемая схема позволяет выделить полезную составляющую в широком диапазоне мощности входного сигнала даже при освещении приемной части мощными источниками света (прожектор или солнечное излучение). Этим обеспечивается высокая защищенность от оптических помех.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Ильин В. Н., Галушко Е. И. Оптоэлектронные измерительные преобразователи. — Минск: ИПП Минэкономики РБ, 1996.