

Вибрационные извещатели для защиты строительных конструкций и сейфов

А.К. Малышев

Предпосылки для создания

В середине 80-х годов заметно возросла частота краж с разрушением стен, потолочных перекрытий и пола охраняемых помещений. В то же время, традиционно использовавшийся в охране вышеназванных рубежей проводной датчик типа "путанка" не обеспечивал необходимой достоверности обнаружения, имел малый срок службы, большую трудоемкость монтажных работ, малую криптостойкость. В связи с этим возникла острая потребность в создании надежных и эффективных технических средств охранной сигнализации. В начале 90-х годов в России появились извещатели, основанные на вибрационном (сейсмическом) методе контроля целостности охраняемой конструкции и успевшие неплохо зарекомендовать себя особенно с точки зрения повышения эффективности централизованной охраны объектов. Ведь эти извещатели обнаруживают не само проникновение нарушителя на объект, когда счет идет на секунды, а только лишь попытку взломщика преодолеть преграду на своем пути. Нарушитель не успевает не то, что проникнуть в помещение и вынести материальные ценности, но даже взломать до конца дверь или пробить отверстие в стене. Уже в первые секунды его действий извещатель передает сигнал тревоги на пульт вневедомственной охраны. Группе задержания остается только прибыть на объект и задержать воришку-неудачника "тепленьким", с целым набором вещественных доказательств.

В настоящее время на охраняемых объектах используются извещатели "Шорох-1", "Шорох-1-1", "Шорох-2", "Грань-2", "Грань-2М". Основные тактико-технические характеристики этих извещателей приведены в **табл. 1**.

Применение

Основное назначение вибрационных извещателей - это защита различных строительных конструкций, средств инженерной укреплённости и хранилищ материальных ценностей. Они обнаруживают преднамеренное разрушение бетонных стен и перекрытий, стальных дверей, шкафов и сейфов, в том числе - бронированных, засыпных, с железобетонным заполнением внутреннего объема двустенной оболочки. С помощью таких извещателей можно также защитить от вандализма лицевые панели банкоматов, организовать охрану конструкций, выполненных с применением многослойных защитных стекол и стеклоблоков, кирпичных стен и перегородок, стальных

Таблица 1

Характеристики извещателя	Шорох-1	Шорох-1-1	Шорох-2	Грань-2	Грань-2М
Число зон обнаружения	1	1	1	от 1 до 10	от 1 до 10
Максимальная охраняемая площадь, м² при установке на:					
- бетонной конструкции	12	12	12	15	15
- кирпичной конструкции	12	12	12	15	15
- монолитной деревянной конструкции, фанере, ДСП	12	12	12	15	15
- металлической конструкции (шкафе)	6	6	6	8	8
- засыпном (бронированном) металлическом сейфе	3	3	3	-	-
- банкомате	3	3	3	-	-
Напряжение питания, В, постоянного (пульсирующего) тока	от 10(15) до 30	от 9 до 17	от 9 до 17	от 10,2 до 15	от 10 до 17
Потребляемый ток, мА не более	1	20	25	80	75
- в дежурном режиме	35	20	25	200	135
- в тревожном режиме					
Максимальные коммутируемые исполнительным реле:					
- ток, мА	-	30	30	50	30
- напряжение, В	-	72	72	72	72
Длительность тревожного извещения, с	фиксиров.	≥2	≥2	≥2	≥2
Рабочая температура, °С	-10...+50	-30...+50	-30...+50	10...+50	10...+50
Относительная влажность воздуха, %	≤90	≤90	≤90	≤90	≤90
Габаритные размеры, мм	26х58х123	26х58х123	25х40х110	45х155х190 (БОС) 31х42х80 (ДСВ)	27х65х95 (БОС) 27х37х65 (ДСВ)

решеток, деревянных дверей, оконных рам (при небольшом размере многосекционных остекленных проемов), стен, перекрытий, перегородок, конструкций из фанеры и древесностружечных плит.

Электропитание

Для электропитания извещателей "Шорох-1-1", "Шорох-2", "Грань-2", "Грань-2М" используется постоянное напряжение 12 В.

Имеющие сравнительно небольшой ток потребления извещатели "Шорох-1-1", "Шорох-2" можно питать, например, от малогабаритного блока типа МИП-Р, который специально предназначен для работы с техническими средствами охранной сигнализации, а также - от приемно-контрольных приборов (ПКП) имеющих выходы для электропитания периферийных устройств небольшой мощности.

Для электропитания многопозиционного извещателя "Грань-2М" придется воспользоваться более мощным источником типа МИП-Р-1 или МБП-12, а для извеща-

теля "Грань-2" - источником питания типа РИП.

Извещатель "Шорох-1" в этом плане отличается от остальных тем, что для него не требуется отдельного источника питания, так как эту функцию выполняет ПКП, от шлейфа сигнализации (ШС) которого и питается датчик. При этом, напряжение в ШС может быть как постоянным (от 10 до 30 В), так и пульсирующим (от 15 до 30 В) с частотой пульсаций не менее 150 Гц и скважностью не более двух.

Для исключения возможной потери контроля охраняемого объекта при аварийном или умышленном (с целью саботажа) снижении напряжения питания ниже допустимого уровня в извещателях "Шорох-1-1", "Шорох-2", "Грань-2", "Грань-2М" заложена функция отслеживания этого напряжения с выдачей соответствующего извещения. Для датчика "Шорох-1" этого не требуется, так как контроль напряжения в ШС, от которого питается извещатель, осуществляет ПКП.

Особенности

Принцип действия рассматриваемых извещателей основан на анализе вибрационных сигналов, возникающих в строительных конструкциях при нанесении разрушающих воздействий с целью проникновения в охраняемое помещение. Принцип действия чувствительного элемента требует непосредственного механического контакта с охраняемой поверхностью. Он представляет собой пьезоэлектрический акселерометр, преобразующий механические вибрации в переменный электрический сигнал, амплитуда которого в каждый момент времени пропорциональна величине виброускорения. Переменное напряжение с чувствительного элемента поступает на электронную схему из-вещателя, которая в соответствии с заложенным в нее алгоритмом производит обработку сигнала в установленном диапазоне (диапазонах) частот, анализирует его параметры на соответствие заданным критериям и формирует тревожное извещение. В многопозиционных извещателях сигнал с чувствительного элемента поступает на предусилитель и фильтр ДСВ, выходной каскад которого пропорционально изменяет ток потребления в линии соединения с БОС и таким образом передает аналоговый сигнал на электронную схему БОС для дальнейшей аналого-цифровой обработки и формирования извещений.

В основу алгоритма обнаружения рассматриваемых извещателей положены:

- спектральный анализ ускорений вибрации, возникающих в охраняемой строительной конструкции при различных видах воздействий, направленных на разрушения того или иного вида материала;
- амплитудный анализ виброускорений на различных частотах в заданном диапазоне (диапазонах) с выбором характерных для разрушения распределений амплитуд по частотным диапазонам;
- временной анализ вибрации от длительного воздействия и последовательности коротких одиночных (ударных) воздействий с определенными параметрами.

В извещателях "Шорох-2", "Грань-2" и "Грань-2М" сигнал тревоги формируется посредством коммутации контактов исполнительного реле, в сигнализаторе "Шорох-1" -увеличением тока, потребляемого им от ШС ПКП, при фиксированном остаточ-

ном напряжении (5,2 В).

Во всех представленных вибрационных извещателях реализована способность различать виды помеховых воздействий. Таким образом, чтобы не реагировать на помехи случайного характера или естественного происхождения и выдавать извещение о тревоге только при умышленно созданной помехе, направленной на снижение чувствительности извещателя.

Извещатели "Шорох-2" и "Грань-2М" являются новейшими разработками в этой области. По сравнению с аналогами в них:

- расширен перечень охраняемых конструкций и обнаруживаемых способов их разрушения (взлома), в том числе с использованием современных высокопроизводительных средств (ацетиленовый резак, кислородное копье, гидрорежущие инструменты, алмазные буры и т.п.);
- введен второй информационный канал обработки сигналов;
- применена многоуровневая микропроцессорная обработка сигналов с автоматическим распознаванием образа воздействия и выбором критериев анализа и принятия решений. Это позволило повысить обнаруживающую способность извещателей и их помехозащищенность;
- введен многопозиционный режим тестирования для различных категорий охраняемых конструкций, позволяющий оптимально настроить чувствительность извещателя на объекте под особенности той конструкции, на которую он установлен, с учетом наиболее вероятных способов ее разрушения;
- расширена информативность: введены три разноцветных индикатора (вместо одного), обеспечивающих удобную для пользователя индикацию режимов "Норма", "Тревога", "Неисправность", "Тест" и помеховых вибраций охраняемой конструкции;
- введена возможность управления режимами индикации извещателя в зависимости от принятой тактики охраны на объекте (автоматически восстанавливаемая или фиксированная индикация извещения о тревоге, отключение индикации для обеспечения режима маскирования);
- уменьшены габариты и масса.

Алгоритм микропроцессорной обработки сигналов в извещателях "Шорох-2" и "Грань-2М" различает три группы стандартных воздействий, представленных в **таблице 2**.

Конструкция

Если датчик вибрации и блок обработки сигналов заключены в единую оболочку, то такой извещатель принято называть од-нопозиционным. Он имеет одну зону обнаружения - как в приборах серии "Шорох".

Если же извещатель состоит из отдельного блока обработки сигналов (БОС) и выносных датчиков сигналов вибрации (ДСВ), то он является многопозиционным и имеет, соответственно, несколько зон обнаружения, число которых определяется количеством ДСВ. К извещателям такого типа относятся "Грань-2" и "Грань-2М".

К блоку обработки сигналов извещателей серии "Грань" можно подключить от

Таблица 2

Группа воздействий	Характеристики инструментов по ГОСТ Р 50862-96		
	Группа инструментов	Тип инструмента	Виды инструмента
I	4	Ручной режущий	Ручные коловороты, дрели с ручным приводом
	11	Термический режущий	Газорежущее, электродуговое оборудование
II	4	Ручной режущий	Пилы, напильники
	7	Электрический неударный	Электродрели
	8	Электрический вращательный с ударом	Электродрели с перфорацией, перфораторы
III	5	Ручной ударный	Молотки, кувалды, ломы, колуны, кирки
	9	Электрический ударный	Отбойные молотки
	10	Электрический режущий	Электрические дисковые пилы

одного до десяти ДСВ. В комплект этих датчиков входят все необходимые детали для их надежного крепления на охраняемую конструкцию и передачу сигналов вибрации на чувствительный элемент. Таким образом, с помощью выносных ДСВ, подключаемых параллельно в один внутренний шлейф БОС, извещатель создает от одной до десяти охраняемых зон.

В извещателе "Грань-2" информационная линия, соединяющая комплект ДСВ с БОС защищена от обрыва и короткого замыкания. Однако, если произойдет потеря связи, например, с одним из десяти подключенных ДСВ, извещатель никак на это не среагирует.

Этот недостаток устранен в извещателе "Грань-2М". В нем реализован более надежный метод контроля внутреннего интерфейса. При включении извещателя БОС анализирует состояние и параметры линии соединения его со всеми подключенными ДСВ и запоминает число подключенных датчиков. Во время работы прибора нельзя незаметно не то, что оборвать или замкнуть информационную линию, но даже отключить хотя бы один ДСВ или включить в линию какое-либо внешнее электронное устройство, мешающее нормальной работе извещателя.

Все рассматриваемые приборы имеют встроенные индикаторы для визуального контроля их состояния.

В извещателях "Шорох-1", "Шорох-1-1" и "Грань-2" используется один индикатор (красного цвета), свечение которого в течение не менее 2 с означает переход в режим "Тревога".

В извещателях "Шорох-2" и "Грань-2М" установлено три разноцветных индикатора. Красный светодиод индицирует режимы "Норма" (погашен), "Тревога" (горит непрерывно) и "Неисправность" (мигает). Включение зеленого светодиода свидетельствует о наличии регистрируемой величины вибрации охраняемой конструкции. Желтый светодиод осуществляет индикацию режимов тестирования для различных групп обнаруживаемых воздействий.

Размещение

Вибрационные извещатели устанавливаются внутри охраняемого помещения в местах, защищенных от случайных механических повреждений и доступа посторонних лиц (по возможности). При выборе места крепления датчика необходимо ознакомиться со специфическими особенностями охраняемого объекта (формой и размером помещения, расположением дверных и оконных проемов, толщиной и материалом стен, перекрытий и других конструкций, подлежащих защите от попытки пролома, расположением водопроводных труб и элементов системы центрального отопления).

Охраняемая зона, создаваемая извещателем на монолитной конструкции, как правило, представляет собой круг, радиус которого определяется как дальность действия датчика (**рис. 1**).

Вибрационные извещатели закрепляются на бетонной или кирпичной конструкции с помощью специального крепежного устройства - металлического сборного дюбеля (**рис. 2**), входящего в комплект их поставки; на деревянную или фанерную конструкцию - шурупом (4 мм; на металлическую конструкцию, шкаф или сейф - винтом М4, на стекло - с помощью клея. Для установки извещателей "Шорох-1", "Шорох-1-1" и ДСВ "Грань-2" используется одно крепежное устройство, для крепления извещателей "Шорох-2" и ДСВ "Грань-2М" - два, что является более надежным, как с точки зрения эксплуатации, так и передачи сигналов вибрации.

При использовании вибрационного извещателя для охраны широко распространенных деревянных пустотелых дверей специалисты рекомендуют обить такую дверь с внутренней стороны листом фанеры и закрепить на нем датчик как можно ближе к запорному механизму (**рис. 3**).

Монтаж извещателей на строительных конструкциях, выполненных с использованием стеклоблоков (**рис. 4**), осуществляется аналогично установке их на бетонную

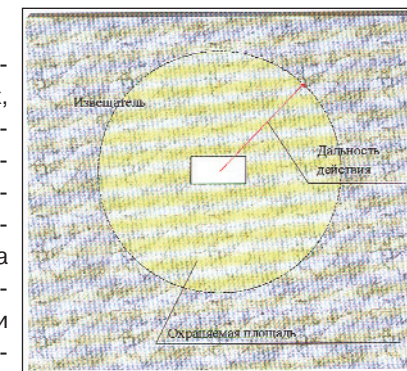


Рис. 1 Охраняемая зона извещателя (ДСВ)

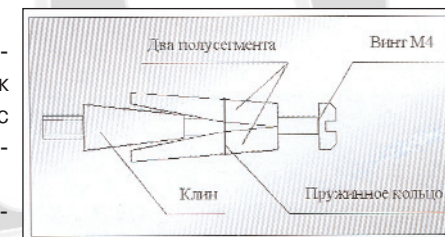


Рис. 2 Крепежное устройство

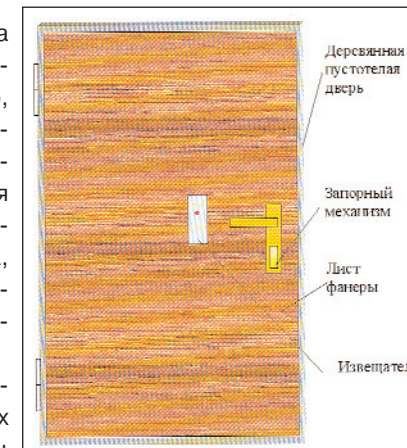


Рис. 3 Пример установки извещателя на деревянной пустотелой двери

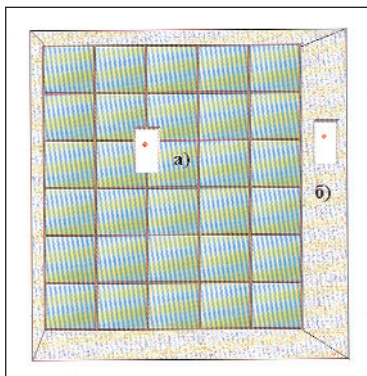


Рис.4 Варианты установки извещателя для охраны стеклоблоков:
а) на охраняемую поверхность,
б) на примыкающую к ней конструкцию

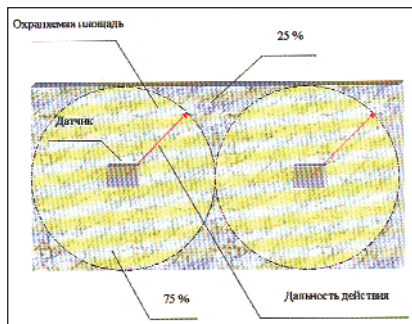


Рис.5 Основной вид блокировки конструкции

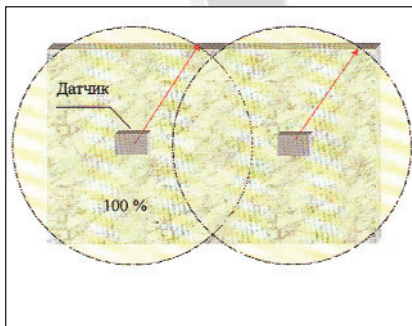


Рис.6 Полная блокировка конструкции

или кирпичную стену. При этом датчик допускается крепить как непосредственно на охраняемую поверхность, так и на смежную с ней конструкцию (кирпичную или бетонную стену, потолок), при наличии между ними жесткой акустической связи (плотного механического соединения). В первом случае крепежное устройство удобно размещать на пересечении цементных армированных швов, соединяющих стеклоблоки между собой. Второй способ целесообразно использовать при установке извещателя для охраны многослойных защитных стекол.

Допускается применение извещателей для блокировки как всей поверхности помещения (охраняемой конструкции), так и отдельных ее участков, наиболее уязвимых для пролома. При этом есть возможность организовать либо основной вид блокировки конструкции с охватом не менее 75 % охраняемой зоны (рис.5), либо - если это принципиально важно - полную блокировку поверхности со 100 % перекрытием контролируемой площади (рис.6).

Зона обнаружения извещателя может охватывать смежные сооружения, например, часть пола, потолка, примыкающей стены или капитальной перегородки, если угловое соединение является достаточно жестким (рис.7). В этих случаях радиус действия датчика для смежных конструкций уменьшается приблизительно на 25 % от установленного значения (новое значение радиуса действия определяют опытным путем).

Охрана строительной конструкции может производиться посредством установки на ней одного или нескольких однопозиционных извещателей или выносных ДСВ многопозиционного прибора.

Для охраны отдельных элементов интерьера закрытых помещений, шкафов, сейфов вибродатчик обычно устанавливают с внутренней стороны оболочки или в месте, недоступном для посторонних лиц. Если извещатель

требуется установить снаружи, то он должен иметь защиту от несанкционированного

вскрытия корпуса, например, такую как у извещателей "Шорох-1-1" и "Шорох-2".

На строительных конструкциях, состоящих из различных материалов, крепежное устройство извещателя следует устанавливать в материал основного (несущего) слоя, который имеет наибольшую устойчивость к взлому (сквозному проникновению) и является наилучшей средой для передачи вибрационных колебаний. Например, если кирпичная или бетонная стена с внутренней стороны обшита деревянными или пластиковыми панелями, облицована керамической плиткой, необходимо просверлить сквозное отверстие (10...11 мм и установить стальной дюбель в основной слой охраняемой конструкции. При этом сам извещатель может быть закреплен на декоративной оболочке (рис.8).

Подключение

Электрические соединительные линии извещателя следует размещать так, чтобы они имели по возможности минимальную длину, не проходили в непосредственной близости от силовых кабелей или сетевых проводов, а также потенциальных источников искровых разрядов и других электромагнитных помех.

К однопозиционным извещателям подводят две двухпроводные линии (провод типа ТРП): одну - для электропитания, другую - для передачи извещений. Иногда используют третью сигнальную линию для круглосуточной защиты извещателя от несанкционированного вскрытия корпуса. Для подключения многопозиционных извещателей потребуется, кроме всего прочего, провести линию для соединения БОС с выносными ДСВ. Для этих целей рекомендуется использовать экранированный кабель.

Извещатель "Шорох-1" подключают в разрыв ШС, поэтому его удобно использовать и на вновь оборудуемых, и на уже оснащенных сигнализацией объектах для усиления охраны (создания дополнительного рубежа). При этом отпадает необходи-

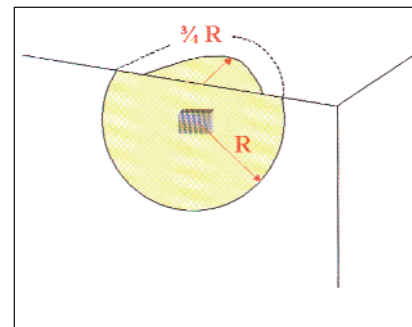


Рис.7 Блокировка конструкции с захватом смежных конструкций

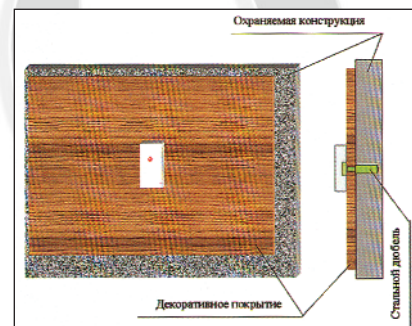


Рис.8 Пример установки извещателя на конструкцию с декоративным покрытием

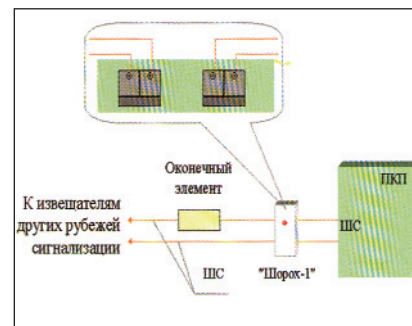


Рис.9 Пример подключения извещателя "Шорох-1" в разрыв ШС ПКП

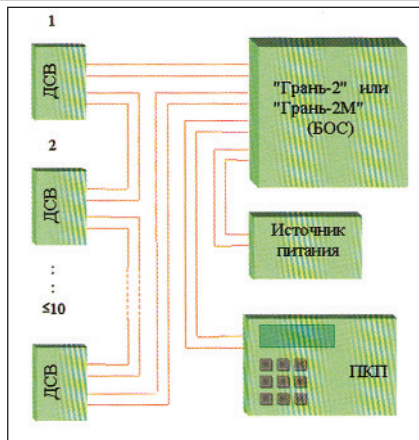


Рис. 10 Схема подключения извещателей "Грань-2" и "Грань-2М"

мость в монтаже новых электрических линий. Пример такого подключения показан на **рис.9**. Схема подключения многопозиционных извещателей "Грань-2" и "Грань-2М" показана на **рис. 10**.

Устойчивость к внешним воздействиям

Для вибрационных извещателей существуют уже сложившиеся требования по помехозащищенности, эффективность которых подтверждена многолетней практикой. Так, например, извещатели серии "Шорох" устойчивы к воздействию одиночного удара по поверхности охраняемой конструкции в виде за-

тухающего колебания, а также к длительным помеховым воздействиям, таким как шум водопроводных труб, работа лифта, вентиляционных агрегатов, вибрация от автотранспорта, железнодорожных составов, самолетов и т.п. Извещатели серии "Грань" имеют аналогичные параметры по помехозащищенности, приводимые для их ДСВ.

Кроме того, в соответствии с требованиями ГОСТ Р извещатели должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных полей, электростатических разрядов, помехам по линиям электропитания и связи, пропадааниям сетевого напряжения. Эти виды воздействий имитируют выверенные многолетним опытом условия эксплуатации охранной техники на реальных объектах. Данные параметры извещателей контролируются при сертификации на соответствие требованиям ГОСТ Р.

Настройка

Важным условием устойчивой работы вибрационных извещателей является их правильная установка (выполнение всех необходимых рекомендаций по монтажу на охраняемой конструкции), а также адаптация под конкретные условия контролируемого объекта. Особенности эксплуатационной регулировки обычно зависят от вида, конфигурации и материала охраняемой конструкции.

Настройка рассматриваемых извещателей осуществляется путем нанесения несложных имитационных воздействий на охраняемую конструкцию в соответствии с методиками, приведенными в эксплуатационной документации. При этом потребитель (монтажник) устанавливает необходимый уровень чувствительности, контролируемый по включению соответствующего индикатора при том или ином тестовом воздействии.