

Тенденции развития автономных пожарных извещателей

В.В. Баканов,
Главный конструктор ЧП «АРТОН»

Пожарная сигнализация, как новое направление в техническом развитии, появилась в середине XIX века. Первое изделие, которое было запатентовано, как устройство пожарной сигнализации, представляло собой груз, подвешенный на веревке, что сгорала при пожаре. При этом груз падал и за счет энергии его падения приводился в действие тревожный звонок. Такой вариант [1], см. рис. 1, был запатентован в середине 19 века в Англии.

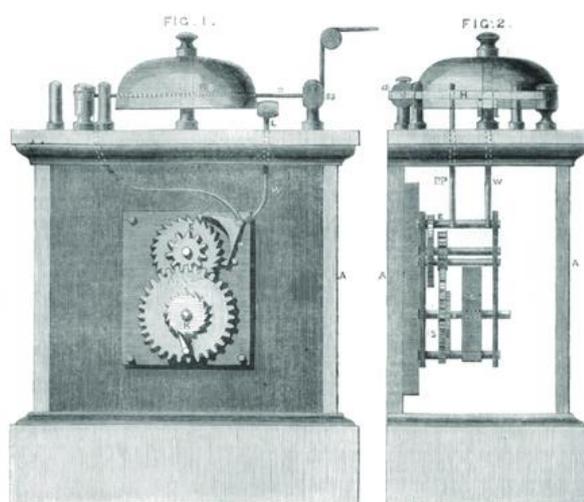


Рис. 1

Более совершенная механическая пожарная сигнализация представляла собой устройство, напоминающее будильник, молоточек которого останавливался шнуром. Шнур простирался во все комнаты здания, вдоль потолков, через шкивы. Изготавливался шнур из плавкого материала или материала, который должен сгореть. На конце шнура находился груз. При сгорании шнура, груз падал, рычаг сигнализатора освобождался, механическое устройство (будильник) выдавал сигнал тревоги. Именно таким был патент США на механическую пожарную сигнализацию на несколько «шлейфов», выданный в 1886 году. На рис. 2 показан механизм такого пожарного «будильника».

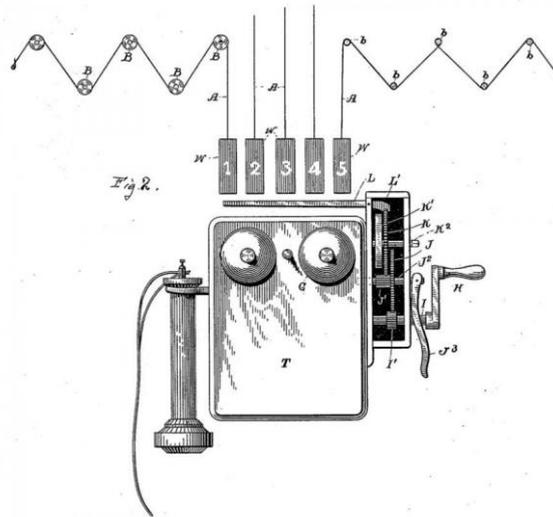


Рис. 2

Уже к концу 19 века механические сигнальные устройства изменили электрические приборы различной конструкции. У многих из них использовались тепловые сенсоры, которые находят применение и в наше время (например, биметаллические пластины и легкоплавкие вставки) [2]. Американские изобретатели Фрэнсис Роббинс Аптон и Фернандо Диббл изобрели первый автоматический пожарный извещатель электрического типа. Они получили патент США (№ 436961) 23 сентября 1890. На рис. 3, можно увидеть рисунок из этого патента под названием «Портативная электрическая пожарная сигнализация».

(No Model.)

F. R. UPTON & F. J. DIBBLE,
PORTABLE ELECTRIC FIRE ALARM.

No. 436,961.

Patented Sept. 23, 1890.

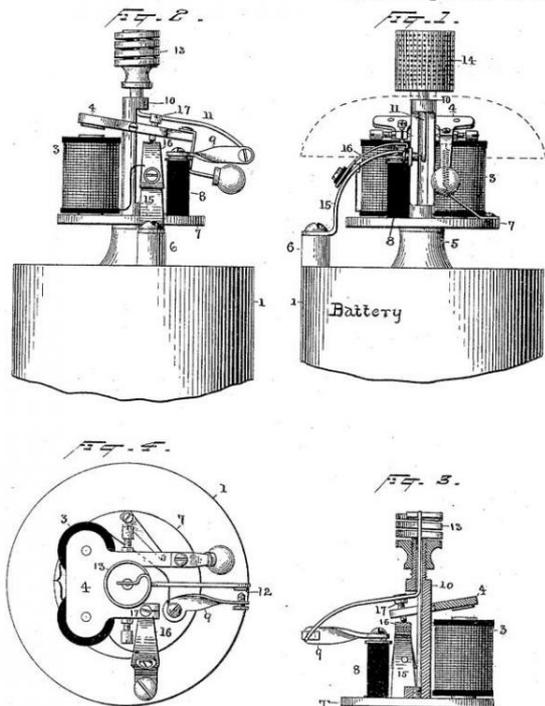


Рис. 3

В оригинальной конструкции, есть четыре основных компонента: электрическая батарея, колокольный купол, электромагнит в разомкнутой цепи и термостатическое устройство. Термостатическое устройство обнаруживает аномальное количество тепла с помощью «термостатической катушки». После того, как устройство зафиксировало превышение максимальной температуры, контур между батареей и электромагнитом замыкается. При этом, молоточек ударяет по колокольному куполу, предупреждая людей, находящихся в помещении. Данное устройство соответствует определению автономного пожарного извещателя из ГОСТ Р 53325 [3]:

«3.6 извещатель пожарный автономный: Автоматический ИП, в корпусе которого конструктивно объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного оповещения о нем».

Совсем иной вопрос: соответствует ли такой тепловой пожарный извещатель современным требованиям по инерционности? Скорее не соответствует из-за значительной массы самого сенсора. Такая сигнализация будет срабатывать значительно позже выделенного стандартом времени особенно для больших скоростей роста температуры во времени.

В конце 1930-х годов, швейцарский физик Вальтер Йегер работал над датчиком для обнаружения ядовитых газов. Он предполагал, что частицы газа, попадая в воздушную камеру датчика, будут связываться с ионизированными молекулами воздуха, в результате чего будет изменяться сила электрического тока внутри сенсора извещателя. К сожалению, он потерпел неудачу: небольшое количество ядовитого газа, концентрации которого было достаточно для того, чтобы нанести вред человеку, было недостаточно, чтобы изменить проводимость чувствительного элемента.

Расстроенный, Йегер закурил сигарету и вскоре с удивлением обнаружил, что стрелка амперметра зафиксировала значительное изменение тока. Очевидно, частицы дыма, смогли сделать то, что не могли молекулы ядовитых газов. Эксперимент Йегера был настоящим открытием, ибо проложил путь для изобретения и развития современных ионизационных дымовых пожарных извещателей.

Первый, по-настоящему доступный, домашний пожарный извещатель был сконструирован Дуэйном Д. Перселла в 1965 году и представлял собой отдельное устройство, которое получало питание от батарейки и обеспечивало ионизацию воздуха с помощью изотопа под названием Америций-241. Такой автономный пожарный извещатель мог легко быть установлен любым человеком. Массовое производство было налажено компанией Перселла, Statirol Corporation, в городе Лейквуд, Колорадо. Первые извещатели изготавливались из стали и напоминали по форме осиное гнездо. Модель 710 ионизационного автономного пожарного извещателя компании Statirol представлена на рис. 4 [1].



Model 710 made for Sears by Statitrol

Рис. 4

Стало это возможным потому, что во время работы над атомной бомбой, Гленн Сиборг с группой других талантливых химиков открыли новые химические элементы с номера 90 по 102 в периодической таблице Менделеева. С помощью изотопа Америций-241 (№ 95 в периодической таблице), они смогли разработать новую конструкцию ионизирующей камеры, без применения полей высокого напряжения. В то время люди применяли достижения, приобретенные в результате работы над проектом «Манхэттен», и не думали о последствиях воздействия радиации. В 1962 году комиссия по ядерной энергии США начала продажу нового товара: Америций-241 по цене 1500 \$ за грамм. Такого количества вещества было достаточно для изготовления примерно 4 миллионов дымовых пожарных извещателей.

Сегодня всем известно, что ионизационные извещатели содержат радиоактивные вещества, а уровень радиации от них превышает фоновый уровень [4]. Поэтому их производство, эксплуатация, а главное, утилизация во всех странах мира сталкивается с множеством трудностей, которые отсутствуют в оптоэлектронных дымовых извещателях. В извещателях этого типа используется эффект рассеивания излучения инфракрасного светодиода частицами дыма. Модель камеры дымового сенсора, действующего на этом принципе, показана на рис. 5.

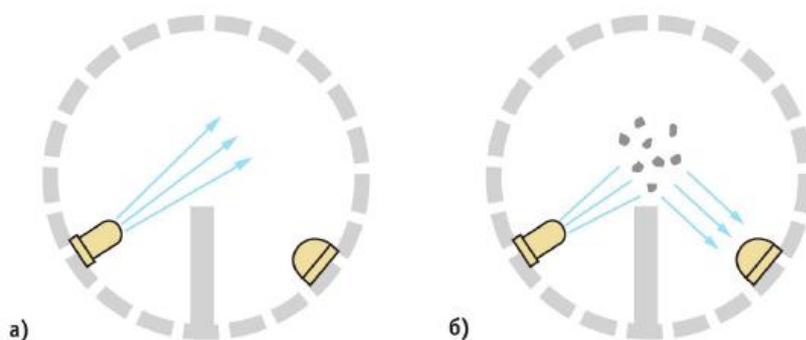


Рис. 5

В этой камере светодиод и фотодиод располагаются таким образом, чтобы исключить прямое попадание излучения на фотодиод (рис. 5, а). С появлением в камере дымового сенсора дыма часть излучения отражается от частиц дыма и попадает на фотодиод (рис. 5, б). Здесь наблюдается так называемый эффект диффузного рассеяния в мутной среде – эффект Джона Тиндалля [5]. Теоретическое обоснование этого эффекта досконально было разработано Густавом Ми в 1908 году и получило название Ми-теория [6] – теория рассеяния (дифракции) плоской электромагнитной волны на однородной сфере произвольного размера. Подобное можно наблюдать при прохождении света от прожектора через облако.

Удельная оптическая плотность среды (в децибелах на метр), при которой извещатель формирует сигнал пожарной тревоги, называется чувствительностью. Чем меньше уровень оптической плотности среды вызывает срабатывание извещателя, тем выше его чувствительность. Иметь чувствительность выше, чем 0,05 дБ/м извещателю запрещено стандартами, иначе очень велика будет вероятность ложных срабатываний такого сигнализатора дыма. Обычно, автономный пожарный извещатель, который соответствует ГОСТ Р 53325 (пожарный сигнализатор дыма по европейскому стандарту EN 14604 [7]), имеет чувствительность около 0,1 дБ/м. А чистое двойное оконное стекло уменьшает световой поток примерно на 1 дБ. Человек своими глазами с фиксированного расстояния 1 м не всегда может заметить разницу в таком ослаблении. Таким образом, автономный пожарный дымовой извещатель может обнаружить изменение оптической плотности воздуха на порядок лучше, чем это может сделать человек невооруженным глазом. Продукция, соответствующая требованиям приведенного стандарта, выпускается как российскими предприятиями, так и зарубежными, которые провели сертификацию на соответствие ГОСТ Р 53325 и поставляют продукцию в Российскую Федерацию. Внешний вид таких изделий (ИПД-3.4, ИП212-43, ИП 212-22, ИП 212-112) представлен на рис. 6-9.



Рис. 6 ИПД3-4



Рис. 7 ИП212-43



Рис. 8 ИП 212-22



Рис. 9 ИП 212-112

Несмотря на то, что ГОСТ Р 53325 предусматривает обязательное наличие автономного источника питания у автономного пожарного извещателя, но не предъявляет к этому источнику практически никаких технических требований. Получается так, что на российском рынке могут быть представлены автономные извещатели, которые могут работать от одного комплекта батарей неважно, как долго: сутки, месяц или год. Специалисты отрасли на форуме [8] высказывают по этому поводу противоречивые мнения.

Если говорить о тенденциях в развитии пожарных сигнализаторов дыма, то следует отметить, что главной задачей остается увеличение длительности работы изделия от одного комплекта батарей. Противовесом этому является применение пожарных сигнализаторов дыма без основного источника питания – с питанием от сети переменного тока.

В таких странах, как США и Израиль, широко применяются сигнализаторы, питающиеся от сети переменного тока с резервным источником, так что при проектировании дома сразу закладывается необходимая проводка для электропитания и солидарного включения таких сигнализаторов для организации локальной сети в пределах одного строения. Примерами такого решения могут служить зарубежные сигнализаторы, фотографии которых представлены на рис. 10-12.



Рис. 10



Рис. 11

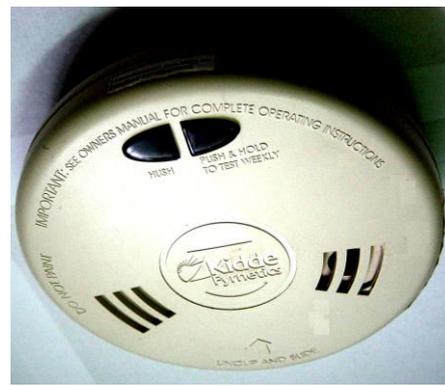


Рис. 12

Ключевое преимущество конструкции таких сигнализаторов – отсутствие необходимости замены батарей, поскольку зарядка встроенного аккумулятора осуществляется от сети переменного тока. Именно эта особенность изложена в европейском стандарте EN14604. Но такой вариант решения имеет и свои недостатки. Для использования подобных сигнализаторов дыма необходимо в проекте каждого жилого помещения предусматривать закрытую электропроводку сети переменного тока к местам расположения сигнализаторов и возможного их объединения в локальную сеть. Существенно поднимает стоимость таких сигнализаторов не только сетевой AC-DC преобразователь, но и герметизированный аккумулятор с гарантированным 10 летним сроком службы, тогда как типовые аккумуляторы отработывают до отказа обычно 3-5 лет. Также появляются на рынке и изделия китайского производства с гальванической батареей, у которой срок службы не превышает одного года, а подключение к сети переменного тока выполнено с грубейшими нарушениями европейских нормативов по электробезопасности. Но, скорее всего, это временная, а не постоянно действующая тенденция.

Поэтому современные реалии таковы, что большинство автономных пожарных извещателей работают от батарей. Когда заряд батареи заканчивается, извещатель начинает выдавать сигнал, напоминая о необходимости замены. При этом владелец устройства может повести себя и таким образом: старую батарею снять, а установку новой «оставить на будущее». Именно поэтому в социальной рекламе (рис. 13) стран, где государство не относится безразлично к гибели сограждан, уделяется определенное место пропаганде проверок работоспособности сигнализаторов дыма, применяемых в жилых помещениях [9].



Рис. 13. Надпись на билборде: «Мертвые батарейки заменить было бы проще».

Сайт World Health Ranking [10] отслеживает статистику гибели населения стран всего мира по разным причинам. В том числе, от пожаров. Так, из 192 стран Россия получила 19 место с показателем 6.0 на каждые 100000 жителей страны. Украина занимает 55 место, так как имеет показатель 4.3. Это меньше, чем у России, но значительно больше, чем у Польши – 1,3 или у Италии – 0,2. По некоторой логике, пожарные стоят перед дилеммой, где лучше установить пожарную сигнализацию – там, где за нее заплатят, или там, где гибнут люди? Отвечая на этот вопрос, приходится констатировать, что, к сожалению, и судя по приведенным цифрам, «дикий капитализм» побеждает. И речь не идет про голый рационализм: сравнение стоимости человеческой жизни и стоимости технических средств пожарной сигнализации. Скорее следует говорить о государственной политике борьбы со стихией, которая уносит жизни людей, и о тех мерах предосторожности, которые просто необходимо использовать каждому, кто реально заботится о пожарной безопасности.

Без государственной политики трудно в корне изменить печальную статистику жертв стихии пожаров. Поэтому уже давно во всех передовых странах существует обязательное нормативное требование по оборудованию жилых помещений пожарными сигнализаторами дыма. В 60-х годах прошлого века после многочисленных пожаров 38 американских штатов приняли законы о пожарных сигнализаторах и обязали устанавливать их во всех домах. К 1995 году около 93% домов в США были уже оборудованы такими изделиями. Аналогичные законы были приняты в Канаде, Австралии, Эстонии, Франции и в других странах.

Так в исследованиях американских ученых [11] указано, что в 2009 году, когда количество оборудованных пожарной сигнализацией зданий достигла значения 95%, уровень гибели людей снизился на 56%, а экономический ущерб от пожаров – на 59% относительно уровня 1977 года. Необходимо отметить, что значительное улучшение этой печальной статистики происходит на фоне значительного ускорения процессов развития пожаров в домах, так как в помещениях все больше и больше применяется искусственных материалов, которые имеют высокие скорости горения и при этом выделяют токсичные вещества. К таким результатам пришли исследователи американской лаборатории UL [12]. Не мешает, на мой взгляд, изучить и опыт стран Прибалтики.

Если говорить о тенденциях развития пожарных сигнализаторов дыма, то следует отметить, что главной задачей остается продолжительность работы изделия от одного комплекта батарей. Основной проблемой домашней пожарной сигнализации является даже не ее отсутствие, а то, что люди часто беспечны и не заботятся о ее работоспособности. Чтобы заменить батарейку, которая «села», необходимо поставить лестницу, снять извещатель с потолка (иногда с помощью отвертки), заменить батарейку, которую заранее купили, а затем установить все на место. Все это требует некоторого времени, труда, квалификации и даже определенного планирования.

Все больше места на мировом рынке автономных дымовых извещателей занимают изделия, которые работают от одного комплекта батарей 5 лет и более.

С таким подходом к организации электропитания был разработан самый маленький в мире автономный пожарный извещатель SLL 602R ATOM (рис. 14), который работает от одного комплекта батарей не менее пяти лет. Диаметр извещателя всего 49 мм, а высота 40 мм. Питается изделие от сменной литиевой батареи напряжением 3 В типоразмера CR2.



Рис. 14

Производит это «чудо техники» совместное датско-новозеландское предприятие. Стоимость изделия составляет около 20 фунтов стерлингов. Изобретатель этого продукта, Питер Смит, видит широкие перспективы развития своего бизнеса [13].

Как показывает мировой опыт, наиболее перспективными среди дымовых пожарных сигнализаторов сегодня сигнализаторы, имеющие встроенный постоянный источник питания не менее чем на 10 лет работы. Всемирно известный немецкий испытательный центр VdS уже провел сертификацию больше двух десятков подобных изделий [14]. Один из них – пожарный извещатель дыма HDv 3000 OSF фирмы detectomat GmbH – в апреле 2012 года демонстрировался в Москве на выставке MIPS 2012. Именно такие изделия являются сегодня наиболее перспективными для защиты жилых помещений, ведь в течение всего срока службы в изделиях не нужно менять батарейки.

Путем создания автономных извещателей с 10-летним сроком работы от одного комплекта батарей пошли также инженеры украинского предприятия «АРТОН». Они создали изделие со встроенной несменной батареей на весь срок эксплуатации изделия.

Внешний вид автономного извещателя ASD-10 [15] от этого производителя представлен на рис. 15 и 16.



Рис. 15



Рис. 16

Размеры ASD-10 значительно меньше известных сегодня сертифицированных изделий с автономным питанием на 10 лет непрерывной работы. Подтверждением уникальности данного извещателя является тот факт, что он занял первое место и получил медаль «Изделие года» в номинации «Охранные системы. Решение для помещений и территорий – пожарная безопасность» на конкурсе «Инновационные разработки» в Литве. Также данное устройство было показано на выставках МИПС-2013 в Москве и «Безпека-2014» в Киеве.

По техническим решениям, используемым в данном сигнализаторе дыма, уже оформлено несколько заявок на объекты интеллектуальной собственности. Получены патенты Украины №81664 и России №144364 на полезную модель, которая применена в этом изделии. Европейские эксперты по пожарной сигнализации признали ASD-10 наименьшим в мире сигнализатором с несменной батареей питания на 10 лет непрерывной работы. С учетом того факта, что моральный срок жизни любых радиоэлектронных устройств составляет 5-7 лет, такие автономные пожарные извещатели будут служить до тех пор, пока новые более совершенные изделия их не заменят.

На данный момент ASD-10 выпускается серийно. Для этого было разработано и внедрено в производство несколько единиц автоматизированного нестандартного оборудования, благодаря которому обеспечивается высокая стабильность параметров изделия в соответствии с требованиями нормативных документов. А выявить образцы со скрытыми дефектами еще до проведения приемо-сдаточных испытаний позволяет автоматизированная система технологической тренировки сигнализаторов. Таким образом, использование современных технологий обеспечивает соответствие качества выпускаемого извещателя европейскому уровню.

Литература

1. Пожарная сигнализация. Из истории изобретения и внедрения в США, By lev on 5.12.2012, <http://pozhproekt.ru/articles/pozharnaya-signalizaciya-iz-istorii-izobreteniya-i-vnedreniya>
2. Баканов В. "Особенности выбора, применения и построения тепловых пожарных извещателей. Часть 3. Пути совершенствования" же. "Пожарная безопасность", № 9, 2011 г., стр. 32, http://www.arton.com.ua/files/publfiles2/publ_pb_9_2011.pdf
3. ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Америций -241 из датчика дыма, <https://www.youtube.com/watch?v=OZSyQ3X5IVo>
5. Большая советская энциклопедия, т. 25, с. 559
6. Борн М., Вольф Э. "Основы оптики", М., Наука, 1970, с. 716
7. EN 14604:2005 Smoke alarm devices.
8. http://forum.sec.ru/index.cfm?thread=1&thread_id=58179
9. Заменяет батарейки <http://pozhproekt.ru/blog/zameni-batarejki>
10. <http://www.worldlifeexpectancy.com/cause-of-death/fires/by-country/>
11. Karter, MJ, "Fire Loss in the United States During 2009," NFPA Fire Analysis and Research Division, Quincy, Mass., August 2010
12. Fabian, TZ, and Gandhi, PD, "Smoke Characterization Project: Technical Report," UL, Northbrook, Ill., April 2007
13. <http://www.stuff.co.nz/technology/gadgets/5296520/Worldssmallesttalarmmgoessoff>
14. <http://vds.de/en/certifications/vds-approved-products-companies-and-experts/smoke-alarm-devices-with-increased-requirements/>
15. http://www.arton.com.ua/products/fire_detectors/smoke_alarms/asd_10/