

ОЛЕГ ЗОТИН
o_zotin@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ ГОРОДСКИМ ОСВЕЩЕНИЕМ. ОТ РЕТРОСПЕКТИВЫ К ПЕРСПЕКТИВЕ

— Виноват, — мягко отозвался неизвестный, — для того, чтобы управлять, нужно, как-никак, иметь точный план на некоторый, хоть сколько-нибудь приличный срок. Позвольте же вас спросить, как же может управлять человек, если он не только лишен возможности составить какой-нибудь план хотя бы на смехотворно короткий срок, ну, лет, скажем, в тысячу, но не может ручаться даже за свой собственный завтрашний день? [1]



ПРЕДИСЛОВИЕ

Тотальная автоматизация всего и вся, охватившая, как пандемия, практически весь цивилизованный мир, проникла во все сферы человеческой деятельности — от компьютерных игр («тетрисы», «стрелялки», «танчики») до управления марсоходами и беспилотными летательными аппаратами, от роботов-пылесосов и холодильников, обеспечивающих автоматический заказ расходимых продуктов питания, до интеллектуальных унитазов, выдающих анализы качества переваривания пищи, от микрочипов и микророботов, внедряемых с различными целями в организм человека, до роботов-воспитателей в детских садах. При этом homo sapiens все отчетливее эволюционирует от высшего достижения биологической революции к субъекту научно-технического прогресса с постепенным превращением в объект, подконтрольный методам манипуляции сознания (Mind Control & Crowd Manipulation) и программирования подсознания (Subconscious Mind Programming).

Лукавое определение «автоматизация» подразумевает, тем не менее, что главой этого проекта и основным выгодополучателем все еще пытается оставаться человек разумный, в чем, однако, возникают все большие сомнения. По всей видимости, попытки взывания к разуму вряд ли помогут затормозить процесс, ибо, как отметил известный эссеист: «люди скорее согласны боясь, чем на асфальтовой мостовой и под электрическими фонарями, чѣм сидѣть въ лѣсу и молиться пню, даже при изобилии» [2].

Автоматизированные системы управления в промышленности и энергетике, в городском хозяйстве [3] и в системах вооружения получили колоссальные вычислительные возможности и стали называться «умными», «интеллектуальными» и сверхточными (умные здания и города, интеллектуальные энергосети, системы высокоточного оружия и т. п.). В рассматриваемой нами области управления городским освещением создаются системы интеллектуального управления, которые по числу управляемых объектов (светильников) и по количеству тегов¹ становятся достойными кандидатами на занесение в Книгу рекордов Гиннеса.

В то же время, несмотря на громогласные заявления о создании стра-

тегий в различных областях освещения (Strategies in Light, SIL) [4], наблюдается, за редким исключением, несколько упрощенный подход к созданию такого рода сложных систем управления, что можно объяснить стремлениями: инвесторов — получить быстрый возврат вложений; менеджеров — застолбить перспективный рынок; разработчиков — обскакать конкурентов.

Этот процесс лишь изредка сопровождается более глубоким изучением системных вопросов, выявлением необходимых и достаточных потребительских требований и анализом взаимодействия прогрессивно развивающихся объектной и программной частей проектов. Реализация же недостаточно продуманных концепций без серьезного исследования названных проблем приводит на практике к излишним затратам, характерным для работы методом перебора и методом проб и ошибок.

В этой связи полезно вспомнить изыскания Эдисона, который, проводя испытания сотен известных в конце XIX в. материалов, определил, что для нити лампы накаливания (ЛН) наиболее подходящим является обугленное бамбуковое волокно. Срок жизни такой вакуумированной лампы при приемлемой эффективности (т. е. достаточно высокой температуре нагрева нити) и всех технологических ухищрениях не удается поднять выше 100 ч. Серьезные исследователи достаточно быстро поняли, что нити накаливания следует изготавливать из тугоплавких металлов (вольфрам, осмий и т. п.). Сложность получения такой нити заключалась в том, что из-за малого удельного электрического сопротивления она должна быть тоньше человеческого волоса, а малая пластичность тугоплавких металлов препятствует изготовлению такой нити стандартным способом волочения, существовавшим в то время. Понадобились усилия российских (Лодыгин и др.), американских (Кулидж и др.) и европейских (Нернст, Блау и др.) ученых и технологов для разработки ключевого для ЛН способа производства вольфрамовой нити. Создание ряда «сопутствующих» технологий, включая метод изготовления тонкой стеклянной колбы, ее вакуумирование и заполнение инертным газом,

внедрение автоматической сборки ламп на конвейере позволили резко снизить себестоимость и довести срок службы ЛН до 1000 ч и даже более.

Такого рода уроками наполнена вся история развития искусственного освещения, которая началась задолго до возникновения первых городов и попыток освещения их улиц.

Ставя перед собой главным образом задачу рассмотрения вопросов автоматизации, которые возникали, возникают и будут возникать в искусственном освещении, попутно затронем и вопросы светотехники, электроэнергетики и системологии, без которых понимание основной темы было бы затруднено.

ЧАСТЬ 1. ОТ НЕОЛИТА ДО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Ретроспектива первых опытов освещения

...взгляд, ориентированный на будущее, всякий раз направляется из настоящего в прошлое, которое, как предыстория, связано с нашей современностью цепью общей сквозной судьбы [5].

Дерзкая идея освещения открытых городских территорий проникла в массовое сознание и стала востребованной практически одновременно с провозглашением лозунгов Великой французской революции. Действительно, если в конце XVIII в. уличное освещение осуществлялось тусклыми масляными светильниками, вызывавшими множество нареканий и неудобств, то с началом XIX в. Париж, Лондон, Санкт-Петербург, а затем другие европейские столицы и крупные города смогли обзавестись более ярким газовым освещением, замененным на электрическое только к началу следующего, XX в.

Изначально же, еще на заре цивилизации, стояла довольно скромная задача исключительно внутреннего освещения первых жилищ — пещер, землянок, шалашей, а затем вигвамов, юрт, яранг и т. п. Единственным средством освещения в то время было открытое пламя костра (очага), которое требовало постоянного надзора для поддержания огня и недопущения пожара. Изредка выходя на открытое пространство в темное

¹Tag (tag) — байт информации, обрабатываемый в системе диспетчерского управления и сбора данных (Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA).



РИС. 1. ▲
Таежная (финская, шведская, индейская) свеча



РИС. 2. ►
Открытый и закрытый масляные светильники



РИС. 3. ►
Масляный светильник с цепочкой

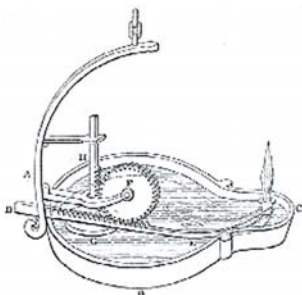


РИС. 4. ►
Реконструкция проекта масляного светильника Герона Александрийского

время суток, человек использовал первые переносные светильники — факелы. Современным преемником этой древней традиции освещения выступает таежная (также называемая финской, шведской и индейской) свеча, применяемая туристами на бивуаках. Она представляет собой выдолбленное (или пропиленное) полено, зажженное изнутри (рис. 1). Таежная свеча дает достаточно яркое вечернее освещение лагеря на время от десятков минут до нескольких часов. При этом использовать ее можно не только как осветительный прибор, но и как плиту для приготовления пищи.

После того как открытое пламя очага в стационарных жилищах было заменено на более безопасное пламя в печи, осветительные приборы выделились в отдельный класс девайсов, обеспечивающих только освещение помещений. Вероятно, одним из первых таких источников света стала чрезвычайно пожароопасная лучина.

Одним из важнейших древних изобретений, сделавших существенный шаг вперед в освещении, и во многом определивших облик эпохи неолита и ряда последующих эпох, стало изобретение фитиля и масляного светильника. Пройдя ряд усовершенствований, эти светильники стали весьма удобными, безопасными и долговечными источниками света (рис. 2). Обслуживать их приходилось лишь изредка — в основном для подрезки (подчистки) фитиля и подлива масла. Кроме этого, существовала еще одна постоянная забота, связанная с тем, что применяемое в целях освещения густое растительное масло (в отличие от появившегося в середине XIX в. минерального масла — керосина) не в состоянии подниматься по капиллярам фитиля выше одной-двух линий². А поскольку уровень масла при горении падает постоянно, то требовалось каким-то образом обеспечить это минимальное выступание фитиля. В противном случае он обгорает, сильно коптит, а яркость пламени падает.

Простейшим приспособлением, облегчающим эту задачу для стационарных открытых светильников,

были каменные столбики-подставки с углублением на верхней плоскости, изредка находимые в раскопках на территории Римской империи. Это углубление обеспечивало простейшую фиксацию наклона светильника, осуществляемую вручную, за счет чего и поддерживался необходимый уровень масла в районе фитиля.

Другим весьма распространенным вариантом масляного светильника был подвесной (рис. 3). В нем наклон светильника можно было вручную регулировать, изменяя, например, число звеньев удерживающей цепочки. Дополнительный эффект предположительно мог достигаться за счет автоматического увеличения наклона светильника, поскольку масло в первую очередь расходовалось из более широкой части сосуда, удаленной и расположенной несколько выше фитиля.

Первые попытки автоматизации этого процесса были предприняты Героном Александрийским. В I в. от Р. Х. он предложил применить реечно-зубчатый механизм с поплавковым датчиком для управления величиной выступления фитиля над поверхностью масла. На рис. 4 приведена реконструкция этого светильника, сделанная в конце XVI в. итальянским переводчиком трактата Герона с арабского языка [6]. Реконструкция эта вызывает большие сомнения не только в соответствии замыслу Герона, но и вообще в ее работоспособности. Скорее всего, светильники такого рода вообще никогда и не изготавливались. По крайней мере, на раскопках, которые датируются временем существования Римской империи, археологи пока ничего похожего не находили.

В конце концов наибольшее распространение получили закрытые светильники, в которых фитиль плотно вставлялся в отверстие сосуда с маслом, которое доливалось до более высокого уровня (вариант на рис. 2 внизу), чем и обеспечивалось небольшое избыточное давление масла и хорошая смачиваемость фитиля. Для увеличения светового потока использовались масляные светильники с двумя, тремя и большим числом фитилей.

² Линия (line, L) — мера длины, равная 1/10 дюйма (inch) или 2,54 мм; до настоящего времени применяется для измерения ширины фитиля керосиновых ламп и калибра огнестрельного оружия; так, калибр патрона винтовки 1891 г. системы Мосина (т. н. «трехлинейки») и автомата АКМ равен 3L.

Применение открытого огня в светильниках и жаровнях приводило к частым пожарам, чему способствовало и пренебрежение элементарной (в современном понимании) пожарной безопасностью. Так, в великом пожаре Рима в 64 г. от Р. Х. за шесть дней полностью сгорели четыре из четырнадцати кварталов этого миллионного города, еще семь сильно пострадали. Римская знать в поджоге города обвинила христиан. По городу прокатилась волна погромов и казней. Тацит описывает эти события так: «Итак, сначала были схвачены те, кто открыто признавал себя принадлежащими к этой секте, а затем по их указаниям и великое множество прочих, изобличенных не столько в злодейском поджоге, сколько в ненависти к роду людскому. Их умерщвление сопровождалось издевательствами, ибо их облачали в шкуры диких зверей, дабы они были растерзаны насмерть собаками, распинали на крестах, или обреченных на смерть в огне поджигали с наступлением темноты ради ночного освещения» [7].

О свечном освещении

Параллельно с масляным освещением развивалось более удобное и менее пожароопасное, но и более дорогое свечное освещение. В лекциях, посвященных свече [8], Майкл Фарадей восхищался «слаженностью ее работы», в основе которой лежит принцип, названный позже обратной связью. Он заключается (рис. 5) во взаимовлиянии фаз последовательных физико-химических превращений твердого вещества свечи (в современных свечах это парафин с добавкой стеарина). На первой стадии процесса происходит растапливание парафина в зоне I под воздействием горящего пламени. Жидкий парафин поднимается по капиллярам фитиля и активно испаряется. В зоне II этот горючий газ вступает в реакцию с кислородом, концентрация которого в этой части пламени весьма высока. Эти два фазовых превращения парафина являются еще только первыми подготовительными шагами для получения горючей газовой смеси. За счет восходящего конвективного потока воздуха обеспечиваются следующие два шага: смешение испаренного горючего с кислородом воздуха с дополнительным подогревом в несветящейся зоне

IV и пиролиз (расщепление молекул углеводородов) в зоне V при температуре, превышающей +1000 °С. Еще выше располагается ярко-желтая зона VI, в которой, в основном, сгорает (вступает в реакцию с кислородом) полученный при пиролизе водород и «осколки» молекул (т. н. «свободные радикалы»). Одновременно в этой зоне происходит полимеризация наночастиц углерода с увеличением их размера до ≈100 нм. Вот эти раскаленные частицы и создают основной световой поток свечи. В верхней части пламени они сгорают при температуре около +1200 °С. Если температура будет недостаточна, то частички углерода не успеют полностью сгореть и образуют микрохлопья сажи, которые разнесутся конвективными потоками по помещению, попадут на окружающие предметы и в дыхательные пути.

Цепные химические реакции горения углеводородов во всем их разнообразии были изучены только во второй половине XX в. Что касается масляного (лампадного) пламени, то его структура во многом оказывается подобна структуре пламени свечи. Основными отличиями являются применение несгорающего фитиля и большая летучесть жидких углеводородов, состоящих из молекул, содержащих цепочки из 5–15 атомов углерода вместо 18–35 [9]. В результате зона пиролиза в пламени светильников на жидком горючем минимальна и обеспечивается более полное сгорание топлива с меньшим количеством копоти. Эти две технологии освещения с полным основанием можно считать одними из первых рукотворных нанотехнологий.

Интересным фактом является то, что в условиях отсутствия конвекции (например, в невесомости) устойчивые условия для пиролиза в пламени свечи можно создать только искусственным путем (к примеру, специальным вентилятором), поэтому на МКС космонавтам не удастся наблюдать естественный яркий свет свечи.

Нераспространение пламени свечи ниже зоны II, отдельно отмеченное Фарадеем, объясняется малой плотностью паров парафина над его расплавленной поверхностью и охлаждением потоком воздуха, не позволяющим достигнуть температуры зажигания.

В течение всего процесса горения свечи обеспечивается равномерная

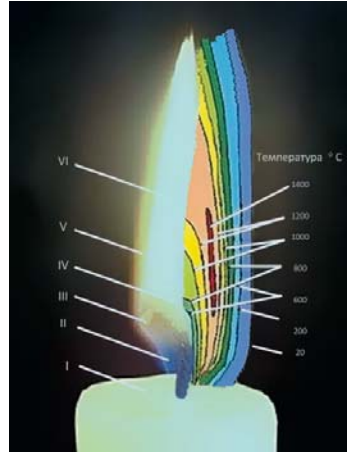


РИС. 5. ◀ Структура пламени свечи

подача топлива и устойчивость пламени до полного ее сгорания без применения каких-либо специальных средств автоматики. Позднейшие изобретения (тугоплавкая корочка на поверхности свечи и асимметрично плетенный спиральный фитиль, пропитанный борной кислотой) внесли дополнительные усовершенствования. Уменьшилась вероятность возникновения наплывов парафина на внешней стороне свечи, которые снижают эффективность свечного освещения. Была также замкнута еще одна петля обратной связи, которая обеспечила автоматическое укорачивание фитиля (сгорание его в наружной части пламени, в т. н. «фронте горения» — зоне III). Это практически исключило ручную операцию по обрезанию излишне коптящего кончика специальными фитильными ножницами, применение которых известно еще по Ветхому Завету. На рис. 6 показана одна из наиболее совершенных моделей фитильных ножниц конца XIX в., позволяющая подрезать фитили последовательно у большого количества свечей. При этом обрезанные кончики попадали в закрываемую емкость и там гасли.

РИС. 6. ▼ Фитильные ножницы





РИС. 7. ▲
Современная конструкция колпачка для гашения свечи

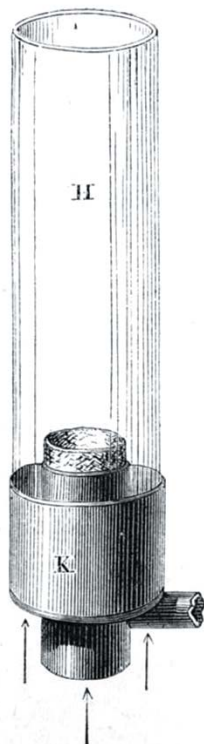


РИС. 8. ►
Горелка Арганда

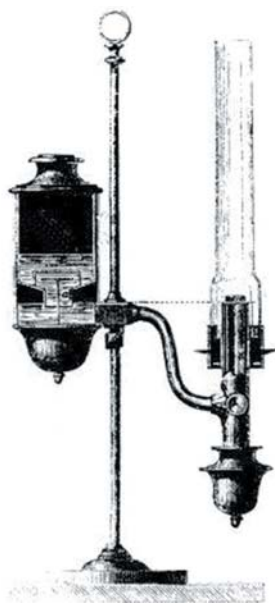


РИС. 9. ►
Масляная лампа с поплавковым автоматом

Однако в деле свечного освещения остались еще две довольно простые операции, которые до настоящего времени не поддались автоматизации. Первая — это зажигание свечи, осуществляемое спичкой, зажигалкой или пламенем другой свечи. Вторая — тушение горящего фитиля, который чаще всего принято задувать или просто зажимать подушечками большого и указательного пальцев. Более культурным считается использование специального колпачка (рис. 7), обеспечивающего полное перекрытие доступа кислорода воздуха. Он исключает разбрызгивание расплавленного парафина в первом варианте тушения или получение ожога — во втором, а также упрощает гашение высоко расположенных свечей.

Важнейшим недостатком свечи является естественный предел ее яркости. Действительно, количество испаряемого фитилем топлива определяется площадью его активной поверхности, т. е., в основном, диаметром. Увеличение же диаметра фитиля сверх критического приводит к его неполному сгоранию, появлению копоти и неприятных запахов.

Попытки увеличения освещенности с помощью многофитильных свечей были обречены на неудачу ввиду невозможности обеспечения устойчивости горения такого девайса. В богатых домах, дворцах и общественных зданиях для этих целей обычным было применение многосвечных люстр, к которым для обслуживания приходилось подниматься по стремянке или (при высоких потолках) спускать их на тросе до уровня пола.

Характерно, что популярная во времена свечного освещения мода на разведение фикусов имела определенное рациональное зерно, заключавшееся в том, что эти растения являются одним из лучших природных фильтров, способных поглощать из воздуха продукты горения и даже такие вредные химические вещества, как формальдегид, аммиак и пр. В то же время вещества, которые выделяет фикус, являются биологически активными и улучшают воздушную среду, что положительно сказывается на организме человека.

Дальнейший прогресс масляного освещения

Масляный светильник имеет важное преимущество перед свечой, поскольку его фитиль делается

из устойчивого к пламени материала, что позволяет получить большую поверхность испарения топлива (например, используя плоский широкий фитиль) и увеличить, таким образом, яркость лампы. Ряд изобретений эпохи Возрождения позволили увеличить приток воздуха к фитилю (прообраз лампового стекла — Леонардо да Винчи) и улучшить подачу масла (за счет расположения емкости с маслом выше фитиля — Дж. Кардан). Однако отсутствие системного подхода в проектировании светильников зачастую приводило к созданию хоть и работоспособных, но страдающих эксплуатационными огрехами конструкций. Один из них был едко высмеян Н. В. Гоголем: «Далее, ради Бога, далее от фонаря! И скорее, сколько можно скорее, проходите мимо. Это счастье еще, если отделаетесь тем, что он зальет щегольской сюртук ваш воюющим своим маслом. Но и кроме фонаря, все дышит обманом» [10]. Так классик живописал типовую неисправность масляного уличного светильника, вызванную прогоранием фитиля и выливанием горячего масла, что, вероятно, было довольно частым событием при создании избыточного давления резервуаром, расположенным выше фитиля (по Дж. Кардану).

Важнейшим изобретением, существенно увеличившим яркость масляного источника света, следует признать горелку Ами Арганда (1783 г.). Ему удалось совершить переворот в эффективности и надежности масляного освещения за счет применения кольцевого фитиля в сочетании с ламповым стеклом (рис. 8), что увеличило приток воздуха к пламени. В дальнейшем было найдено и адекватное решение задачи, поставленной еще Героном: изобретен поплавковый автомат (рис. 9), обеспечивший постоянную смачиваемость фитиля. Все это повысило яркость масляной лампы по сравнению с типовой свечой более чем в десять раз и улучшило ее эксплуатационные характеристики.

В начале XIX в. французские изобретатели модернизировали автомат подачи масла, что позволило уменьшить габариты лампы и повысить пожарную безопасность. Примененные поршня, создающего давление на масло под воздействием часового механизма (Карсель, 1800 г.), или специальной пружины (Франшо,

1837 г.) обеспечило длительное горение масла с уменьшением его расхода. Эти конструкции послужили основой при создании более совершенных масляных уличных светильников.

К кардинальному разрешению многовековой проблемы масляного освещения, заключающейся в необходимости уменьшения вязкости горючего, наука подошла только к середине XIX в. Вначале была предложена замена масла на спирто-скипидарную смесь, а затем из нефти был получен керосин, который обеспечил лучшее смачивание фитиля, изготавливаемого в это время уже из негорючей стеклоткани. В результате было получено стабильное горение без использования каких-либо элементов автоматизации, конструкция светильников упростилась, уменьшились затраты на обслуживание. Несмотря на довольно неприятный запах керосина, эти лампы стали вытеснять традиционные масляные светильники как во внутреннем освещении зданий, так и в наружном освещении (НО).

Характерно, что керосин позволил впервые реализовать простое и эффективное управление яркостью лампы. Это достигнуто изменением поверхности испарения, а именно — регулировкой выступа фитиля над плотным держателем, который блокирует распространение пламени на нижнюю часть фитиля и емкость с керосином.

В дальнейшем эффективная регулировка яркости света, т. н. «диммирование» (dimming), в какой-то степени была реализована в газовой технологии освещения за счет изменения подачи газа, но при освещении ЛН, т. е. именно тогда, когда появился сам термин «диммирование», оказалось, что при уменьшении яркости эффективность ЛН резко падала. Впервые в электрическом освещении более-менее удовлетворительно эта задача была решена на газоразрядных лампах [9]. Наиболее эффективная регулировка яркости была реализована при появлении светодиодной технологии.

Таким образом, применение методов автоматического управления первоначально сводилось к автоматизации отдельных процедур, носило вспомогательный характер и определялось необходимостью уменьшения трудоемкости обслуживания и улуч-

шения отдельных характеристик светильников. Многие из этих методов в ходе эволюционно-революционного развития отмирали сами по себе, другие были похоронены инноваторами, которые начали применять новые вещества и изобретать всевозможные конструкторские изыски.

Автоматизация в газовой технологии освещения

Еще до появления керосина начала развиваться газовая технология, которой было суждено совершить революционный переворот в НО. Важным элементом этого переворота была полная автоматизация процессов доставки топлива к светильникам, их централизованное гашение и даже зажигание, что в предшествующих технологиях принципиально не могло быть получено. Это позволило уменьшить трудоемкость обслуживания и избавиться от большого количества фонаричков. Для работы на газовых заводах и обслуживания газовых сетей и светильников требовалось уже гораздо меньшее число рабочих и техников. На рис. 10 в качестве примера показан один из первых экспериментальных образцов систем газового освещения, который мог работать на десятках другой газовых рожков. Получение газа происходило при сторании угля без доступа воздуха (возгонке) в т. н. «ретортах» печи (1). Затем газ поступал через трубы в фильтр (2), далее в накопитель-газгольдер (gas holder) (3) и, наконец, в газовые горелки рожки (4). Потребность в большом количестве газа в освещении и в промышленности привела к стремительному росту и широкому рас-

пространению газовых технологий. К концу XIX в. крупные промышленные центры обзавелись гигантскими газовыми заводами с газгольдерами, размером с современный хоккейный стадион.

По всей видимости, именно экономичность доставки газового топлива до конечного потребителя стала решающим фактором в этой светотехнической революции.

Во время многие считали газовое освещение технологией не только светлого настоящего, но и будущего. Жюль Верн в своем знаменитом фантастическом романе даже оснастил им обитаемый снаряд, летящий к Луне. Характерно, что такой источник света за счет естественного напора газа, в отличие от свечи, действительно мог функционировать в невесомости (которую, впрочем, великий фантаст так и не описал). В земных условиях (в уличных светильниках) газовое пламя даже чаще направляют сверху вниз для получения лучшего светораспределения. А вот то, что такой источник света ненасытно пожирает кислород, необходимый для дыхания, великого фантаста совершенно не волновало.

Применение газового освещения в жилых помещениях одно время стало весьма престижным. Так, в известном рассказе А. Конан-Дойля в качестве признака отсутствия газового освещения в доме подозреваемого, казалось бы, высоким статусом фигурируют капли стеарина на его шляпе.

Таким образом, если в первых технологиях НО перед автоматизацией по большей части стояли задачи исправления отдельных недостатков светильников, то при внедрении газовой технологии она вышла на более

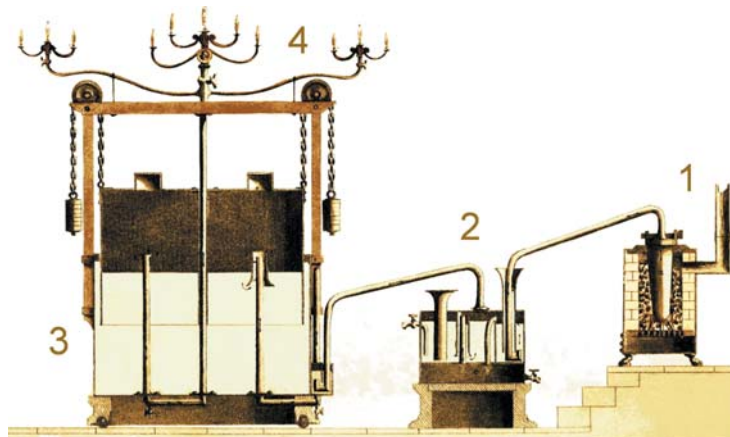


РИС. 10. ◀ Мини-система газового освещения с газгольдером Лавуазье

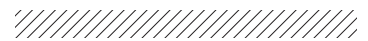


РИС. 11. ►

Устройство современного
уличного газового
ретросветильника

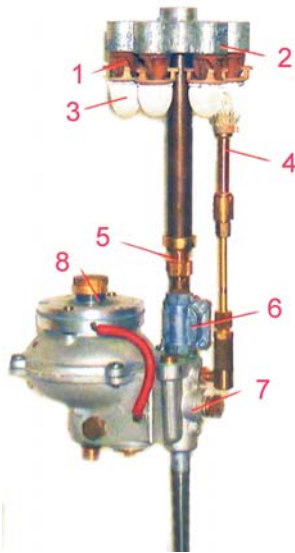


РИС. 12. ►

Современный
газокалильный
светильник



РИС. 13. ►

Современный
керосинокалильный
светильник



высокий, системный уровень. При этом удалось практически полностью автоматизировать весь технологический процесс городского освещения, резко сократив долю повседневного ручного труда. В дальнейшем автоматизация затрагивала как модернизацию технологий НО в целом, так и улучшение характеристик отдельных элементов. Началось активное использование передовых достижений физических и химических наук. Так, одним из знаковых изобретений конца XIX в. в светотехнике стали калильные сетки (колпачки) Ауэра фон Вельсбаха, которые за счет нагрева в высокотемпературном пламени смеси редкоземельного металла тория (99,1%) и окиси церия (0,9%) позволяли увеличить яркость светильника в несколько раз.

В городах керосиновое освещение было изжито в первой половине XX в., а газокалильное освещение в ряде европейских городов осталось до настоящего времени по большей части в качестве ретроэкспонатов. Устройство современного автоматического газового уличного светильника показано на рис. 11. Дозировка газовой смеси осуществляется с помощью смесителя (8), соединителя (7), регулятора давления (6) и смесительной трубки с фиксированным соплом (5). Зажигание смеси осуществляется в камере (2), после чего пламя через патрубок (1) попадает в сменный калильный колпачок (3). В дневное время, за счет централизованного уменьшения давления поступающего газа, регулятор (6) отсекает подачу газа в колпачки (3) и остается гореть только запальный огонек (4) — с тем чтобы по возобновлении подачи газа автоматически зажечь горелки.

Наибольшее количество газокалильных светильников (около 40 тыс.) до сих пор сохранилось в западной части Берлина, что превышает их суммарное количество во всей остальной Европе. По версии журнала «Шпигель», это является своеобразным наследием времен холодной войны, поскольку на случай возможного прекращения поставки электроэнергии и природного газа в Западный Берлин из ГДР предусматривался запуск газовых заводов, которые работали на угле. Представляется, однако, что вряд ли такая политизированная версия сможет выдержать проверку про-

стейшим технико-экономическим расчетом. Скорее всего, она является еще одним аргументом в борьбе с общественным движением берлинцев за сохранение уникального, но весьма неэкономичного городского газового освещения. Так, только текущие расходы на газовое освещение превышают расходы на электрическое освещение вчетверо, что объясняется не столько ценой на газ, сколько необходимостью частой замены перегорающих колпачков.

Портативные газовые и керосиновые лампы (рис. 12 и 13) до сих пор весьма популярны среди продвинутых туристов, а также во многих районах Африки и Азии, где нет централизованного газо- и электроснабжения. Эти современные девайсы являются, по сути, модернизированными повторениями конструкций ламп с горелкой Арганда и сеткой фон Вельсбаха.

Внимательный читатель наверняка обратит внимание на то, что предпринятая автором попытка развенчания сакральности масляного и свечного освещения с представлением их в качестве сложных объектов управления, достигших своего совершенства в процессе многовекового эволюционно-революционного развития (при участии выдающихся изобретателей), оказалась не очень-то и успешной. Действительно, одно то, что многие из этих изобретателей творили, оставаясь инкогнито, говорит об их особом отношении к этим источникам света.

Недаром выдающийся отечественный философ Алексей Лосев, сравнивая эти два вида светильников горения с появившимся в начале XX в. электрическим светом ламп накаливания, писал: «Электрический свет — не интимен, не имеет третьего измерения, не индивидуален. В нем есть безразличие всего ко всему, вечная и неизменная плоскость; в нем отсутствуют границы, светотени, интимные уголки, целомудренные взоры. В нем нет сладости видения, нет перспективы... Это — общение душ, выраженное пудами и сажением, жалкие потуги плохо одаренного недоучки стать гением и светочем жизни... Зажигать перед иконами электрический свет так же нелепо и есть такой же нигилизм для православного, как летать на аэропланах или наливать в лампаду не древесное³

³ Древесное, или деревянное масло (или елей) — оливковое масло высшего сорта, при горении не выделяющее вредных веществ и не образующее нагара. Более дешевое рапсовое очищенное масло, называемое «северным оливковым» маслом, незначительно уступает ему по всем характеристикам.

масло, а керосин... нелепо, а главное нигилистично... — живой и трепещущий пламень свечи или лампы заменить тривиальной абстракцией и холодным блюдом пошлого электрического освещения». [11]

Первые электрические технологии освещения

Электрический свет есть единственный источник, свет которого основан не на горении, который не нуждается в непрерывном присутствии кислорода воздуха и ... способен действовать на людей и на растения так же живо, как и солнечный [12].

Тем временем прогрессу, достигнутому электрическому освещению, также потребовалась автоматизация для обеспечения работоспособности и улучшения характеристик источников света; первоначально этому служили электромеханические и электромагнитные регуляторы. Первая электрическая технология — дуговое освещение — использовала горение угольных электродов в т. н. «вольтовой» дуге, впервые полученной В. Н. Петровым в 1802 г. Для устранения ручного регулирования расстояния между сгорающими электродами приходилось изобретать различные хитроумные электромеханические автоматические устройства. Из всех этих многочисленных устройств наиболее примечательным следует признать дифференциальную лампу В. Н. Чиколева (рис. 14). Решение задачи стабилизации расстояния между электродами с обеспечением безостановочного горения было им достигнуто после пересмотрения конструкций ряда ламп европейских изобретателей. Новинкой стало использование в электродвигателе, который перемещал электроды, двух обмоток возбуждения, подключенных параллельно и последовательно с электродами. Такая конструкция обеспечила также стабильность вольт-амперной характеристики лампы до полного сгорания электродов и разрешила задачу т. н. «дробления тока» — одновременной работы любого числа ламп от одного источника питания. В дальнейшем П. Н. Яблочков модернизировал дуговое освеще-

ние, расположив электроды параллельно и использовав для их изоляции сгорающую каолиновую обмазку (т. н. «свеча Яблочкова»), устранив, таким образом, необходимость автоматизации. При этом для обеспечения равномерного обгорания электродов он впервые применил генератор переменного напряжения. Но даже такое выдающееся изобретение не вывело дуговое освещение на уровень основной технологии НО ввиду малого срока жизни сгорающих электродов. Попытки введения автоматической замены свечей Яблочкова с использованием в светильниках карусельных автоматов не имели успеха ввиду существенного усложнения конструкции и снижения надежности.

Только в следующей светотехнической революции произошел переход на лампы, не требующие для своего горения кислорода, — лампы накаливания (ЛН). Большую роль на начальном этапе этой революции выпало сыграть А. Н. Лодыгину, который использовал нагрев угольных стерженьков теплом, создаваемым протекающим током (согласно закону Джоуля–Ленца), а затем и Т. А. Эдисону, внесшему большой вклад в создание технологии серийного производства ЛН. В дальнейшей модернизации ЛН, как это было отмечено в предисловии, произошло окончательное расставание с углеродом как главным светоизлучающим материалом и переход на тугоплавкий вольфрам. Результатом этой светотехнической революции стало постепенное и почти полное вытеснение всех конкурирующих технологий освещения, существовавших на начало XX в., что привело к унификации источников света и собственно технологий освещения, в том числе и в НО.

Характерно, что структура построения электрического освещения на ЛН первоначально копировала структуру газового освещения; так триада газовый завод–газовая распределительная сеть–газовые светильники–рожки превратилась в триаду электростанция–электрическая сеть–светильники с ЛН. Даже терминология электрических сетей освещения во многом копировала терминологию газовых сетей, исходя из чисто маркетинговых соображений завоевания широкого

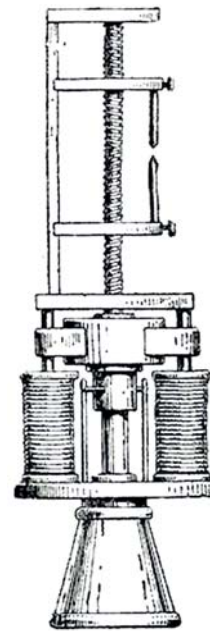


РИС. 14. ◀
Дуговая лампа
В. Н. Чиколева

потребительского рынка. Это свидетельствует о том, что централизация доставки энергии и централизация управления городским освещением приобрела весьма существенное и даже решающее значение.

Самим же светильникам с ЛН ввиду их совершенства (как казалось в то время) вообще не требовалась никакая автоматизация.

Впрочем, обсуждению вопросов автоматизации в электрическом освещении и его дальнейшему прогрессу будет посвящена вторая часть настоящей статьи. ●

ЛИТЕРАТУРА.

1. Булгаков М. А. Мастер и Маргарита.
2. Амфитеатров А. Женское нестроение. Типография т-ва «Общественная Польза». 1907.
3. Федоров Е. «Город будущего» — энергоэффективность, безопасность и комфорт // Control Engineering Россия. 2015. № 2.
4. DOE SSL R&D Plan http://energy.gov/sites/prod/files/2015/06/f22/ssl_rd_plan_may2015_0.pdf
5. Хабермас Ю. Философский дискурс о модерне. Пер. с нем. М.: Издательство «Весь Мир», 2003.
6. Heron (Alexandrinus), Bernardino Baldi. Degli automati, overo macchine se moventi. Girolamo Porro. 1589.
7. Тацит. Анналы XV. 44.
8. Фарадей М. История свечи. М.: «Наука». 1980.
9. Зотин О. Управление освещением открытых пространств // Полупроводниковая светотехника. 2014. № 1–3.
10. Гоголь Н. В. Невский проспект.
11. Лосев А. Ф. Диалектика мифа. М.: Мысль. 2001.
12. Чиколев В. Н. Сравнение истории осветителей: газового и электрического // Электричество. 1880. № 1.