

запасными частями. С этой целью эффективно действуют оснащенные современным оборудованием, склады нескольких уровней по перечню и запасам, начиная от центрального склада до складов, расположенных в зонах деятельности ремонтных бригад. Учитывая сравнительно высокую надежность лифтов крупных фирм и использование современных форм организаций эксплуатационных технических мероприятий, позволяющих предупредить внезапные отказы, их работа удовлетворяет весьма требовательных заказчиков. Таким образом, работа фирмы по техническому обслуживанию своих лифтов тесно увязана и с интересами потребителя и интересами фирмы, реализуемыми в условиях конкуренции. Учитывая, что техническое обслуживание проводится на последнем этапе взаимодействия с потребителем, продолжающимся многие годы, то от его качества во многом зависит лицо фирмы. Поэтому фирма за-

ботится о создании хороших условий для работы службы эксплуатации. От этого выигрывают и потребитель и фирма, которая в благоприятных условиях продвигает на рынок свои лифты.

Теперь опустимся на землю Республики Беларусь. Иметь подобные фирмы можно только мечтать, но на сегодняшний день у нас есть РУП «Завод «Могилевлифтмаш», выпускающий конкурентно-способные лифты в СНГ. Больше половины лифтов в республике находятся на техническом обслуживании РУП «Беллифт», которое является официальным дилером завода, а также выполняет в республике гарантийное сервисное обслуживание вновь смонтированных лифтов производства РУП «Завода «Могилевлифтмаш». Остается наладить четкое снабжение эксплуатационников запасными частями завода-изготовителя лифтов и можно объединяться в фирму, конкурентно-способную и с европейскими.

## ПРАВИЛА НОВЫЕ, А ПРИЧИНЫ ВЗРЫВОВ СТАРЫЕ

*Д.И. Корольков, председатель ЦП ОО «БОИМ», зав. кафедрой МИПК и ПК БНТУ*

Неоценима роль водяного пара в развитии человеческого общества. Источник энергии в паровых машинах, паровых турбинах, в аппаратах по тепловой обработке различных материалов, в различных теплотехнических устройствах и так далее. И во всех случаях основным источником пара является паровой котел - устройство, имеющее топку, обогреваемую продуктами сжигаемого в ней топлива и предназначенное для получения пара с давлением выше атмосферного, используемого вне самого устройства.

После изобретения в 1784 году Дж. Уаттом паровой машины она стала широко внедряться на транспорте и в промышленности многих стран, в том числе и в России. На территории Беларуси в первой половине XIX столетия паровые машины стали применяться на заводах, мельницах, в 1850 году на реке Припять появился первый пароход.

С увеличением числа паровых машин участились взрывы паровых котлов с травматизмом и гибелью людей, особенно в странах с быстро развивающейся промышленностью. Так, в США за 1816 – 1848 годы произошли взрывы котлов на 233 пароходах, из-за чего погибло 2560 человек. Возрастающее число аварий вызывало беспокойство в

правительствах развитых стран и необходимость принятия мер по обеспечению безопасности котлов. В результате в 1843 году появились первые правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов в России, в 1857 г. — в Англии.

Указанные выше российские правила назывались «Правила предосторожности, кои должны быть соблюдены при введении в употребление паровых машин высокого давления» и были приняты Правительством России 8 февраля 1843 года в качестве приложения к статье 44 Устава о промышленности фабричной и заводской. Правила состояли из 10 пунктов, требования которых под воздействием 160 - летнего развития общества и технического прогресса в котлостроении претерпели некоторые изменения, но остаются в настоящее время актуальными и находят отражение в многократно расширившемся тексте современных Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов как российских, так и белорусских.

Небольшой объем первых правил определяется уровнем развития науки и практики в области котлостроения и ограниченной областью их распространения. Они допускали изготовление котлов

для максимального, избыточного давления 5 ати и внутренним диаметром не более трех футов.

В Правилах определялись требования к материалам для изготовления котлов, в частности пункт 2 гласил: «Котлы делать из меди или из котельного железа, цилиндрические с круглыми оконечностями; употребление же чугуна на сделание котлов и пламенных ходов вовсе воспрещается».

Пункт 3 содержал требования к толщине стенки котлов: «Толщину стен котлов определять соответственно диаметру их и принятой степени упругости пара по формуле...». Формула отражала основную зависимость:  $C = 1/100 p \cdot r$  и предусматривала некоторую незначительную добавку. Как видно, в отличие от формулы, применяемой в настоящее время, допустимый предел прочности материала отражается коэффициентом  $1/100$ ;  $p$  — действительное (абсолютное — авт.) давление на квадратный дюйм в пудах;  $r$  — внутренний радиус котла в дюймах.

В примечании 1 к пункту 3 указано: «Формула сия служит для определения толщины стен котла, не большей 0,45 или  $9/20$  дюйма. При сей толщине и давлении  $81 \frac{1}{4}$  фунтов на квадратный дюйм соответствующий радиус котла будет почти 18 дюймов, следовательно, ... диаметр котла не должен быть более трех футов».

При указанных параметрах по действующим в настоящее время формулам расчетная толщина стенки обечайки котла из современной стали 20 должна быть равна не менее 2 мм без учета прибавки на погрешности изготовления, на коррозионный износ и другие факторы, что вместе с расчетной толщиной может составлять примерно 4-5 мм.

Таким образом, формула из Правил 1843 года обеспечивала достаточную прочность котлов при изготовлении.

В связи с тем, что котлы все же могли и фактически взрывались, по эксплуатационным причинам, Правила предусматривали оснащение котлов достаточно точными и надежными приборами и устройствами безопасности. В пункте 4 указывалось: «Разрывы котлов паровых машин происходят главнейше от понижения горизонта воды ниже определенной высоты, и потому осторожность требует, чтобы котлы были снабжены приборами, дознанными из оных за вернейшие указатели состояния горизонта воды в котлах. На каждом котле иметь мерительные трубки и сверх того указательные стеклянные трубки. Трубки сии должны быть из зеленого стекла, лучше сохраняющего

свою прочность при повышенной температуре. Сверх сих приборов иметь на котлах постоянных паровых машин высокого давления поплавков с отвесом, по системе Шоссено ...».

Далее, в пункте 5 указывается: «при каждом котле иметь по два монометра, с воздухом и пружиною, и по два предохранительных клапана, измерений сообразных с величиною котлов. Один из сих клапанов должен быть под решеткою и замкнут ключом так, чтобы быть недоступным рабочим, другой же в распоряжении машиниста... Независимо от предохранительных клапанов, иметь на котлах по одной плавящейся пробке...». В этом пункте приводится формула расчета проходного сечения клапана и требования к материалу и месту размещения плавящихся пробок.

Наличие на котлах указанных приборов и устройств или автоматических устройств того же назначения требуется и современными нормативными документами.

В первых Правилах 1843 года содержалось одно из важнейших и в настоящее время требований по проведению испытаний котлов на прочность. В пункте 6 Правил указывалось: «Для удостоверения в прочности устройства котлов, подвергать оные, прежде их употребления, давлению втрое более действительного, которому будут они постоянно подвержены. Для производства сего испытания закрывать предохранительные клапаны и посредством гидравлического пресси вдавливывать воду в котел до тех пор, пока клапаны, нагруженные пробным весом, соразмерным сказанному выше давлению, начнут подыматься со своих мест. Кипятильники должны испытывать точно так же. После испытания должно заклеить как котел, так и кипятильники; клеймо должно изображать принятое давление пара без вычета атмосферного внешнего давления, также год и место произведенной пробы. Испытанию подвергать котлы и кипятильники только тогда, когда они имеют положенную пунктом 3 толщину. Не испытанные же котлы и кипятильники не могут получить клейма, а не клейменные отнюдь не должны быть допущены к употреблению. При заклеивании котлов и кипятильников должно выдавать владельцу их или его доверенному, свидетельство за подписью производившего испытание и присутствовавшего при оном члена местной полиции. Свидетельство сие должно всегда храниться у машиниста, управляющего машиною. Такая мера предупредит подделку клейм и учредит ответственность лиц, производивших

испытание. Отнюдь не должно при испытании увеличивать силу давления более положенного сим пунктом, ибо тогда стенки котла могут быть ослаблены так, что сопротивление их уменьшится против бывшего до испытания».

Требования по проведению периодических испытаний котлов на прочность в процессе эксплуатации и обоснование этого требования содержится в пункте 9: «Новейшие опыты Савара и других ученых доказали, что по долговременному выдержанию сильного давления металлы, хотя не изменяют чувствительно в своем наружном виде, теряют часть своей силы сопротивления, и поэтому осторожность требует, чтобы от времени до времени, как, например, через каждые три года, котлы машин высокого давления были вновь подвержены испытанию, подобно первоначальному».

Указанные в пункте 6 и 9 требования к проведению испытаний котлов на прочность в основном действуют и по сегодняшний день, только испытание котлов, работающих под давлением до 5 атм проводится не трехкратным давлением, а полуторакратным и периодически не в три года раз, а не реже одного раза в 8 лет. При испытаниях сегодня не присутствует член местной полиции, а проводит испытание эксперт Проматомнадзора с участием ответственных лиц владельца. Кроме того, конечно, современные правила содержат ряд дополнительных требований к проведению испытаний котлов.

Пункт 7 первых Правил аналогично разделу 7.3. ныне действующих правил содержит следующие требования к размещению котлов: «Покой, где размещается котел паровой машины высокого давления, должен содержать объем воздуха, превышающий объем котла не менее, как в 27 раз. Покои сии должны иметь с двух противоположных сторон широкие окна с легкими рамами, открывающимися наружу. Котлы должны отстоять не менее шести с половиною футов от стен, отделяющих их помещение от других комнат. Толщина сих каменных или кирпичных стен не должна быть менее одного с четвертью аршина. Над покоем, где помещаются котлы, не должно быть жилых комнат».

Как 160 лет назад, так и сегодня безопасность работы паровых котлов в наибольшей мере зависит от обслуживающего персонала и руководителей производства. В ныне действующих правилах содержатся требования к возрасту, здоровью, обученности и исполнительности машинистов (операторов), слесарей, электриков, к квалификации руководителей котельных. И эти требования

также не новы и содержались в пункте 10 первых правил в следующем виде: «Владельцы заводов, в коих употребляются паровые машины высокого давления, обязаны внушать, всеми зависящими от них средствами, машинистам, подмастерьям и в особенности рабочим, что их собственная безопасность зависит от точного соблюдения предписанных правил, ибо всякая неосторожность и небрежение может им стоить жизни. Для лучшего же удостоверения в их повиновении необходимо приставлять к котлам рабочих трезвого и надежного поведения, машинистов же определять испытанными познаниями и нравственностью».

Таким образом, с введением в действие первых правил по котлам в 1843 году государство регламентировало основные требования к безопасности конструкции котлов, их размещения, эксплуатации и установило надзор за соблюдением этих требований. За 160 лет неизмеримо увеличилось количество, выросли параметры и рабочие характеристики котлов, совершенствовались материалы, изобретены и освоены новые технологии их изготовления, однако основные принципы обеспечения безопасности остались фактически прежними. Основными хранителями и проводниками этих принципов были высококвалифицированные специалисты, которые от имени государства выполняли и выполняют функцию контроля за соблюдением норм и правил безопасности и в своей профессиональной совокупности образуют известный многим десятилетия котлонадзор.

Предъявляемые котлонадзором жесткие требования к проектированию, качеству изготовления, организации эксплуатации котлов во все времена оправдывали и оправдывают себя достаточной эффективностью сдерживания, предупреждения аварий и случаев травматизма людей.

Взрывы котлов в последние годы происходят не часто, однако не исключены как в Беларуси, России, так и в других технически развитых странах мира. За последние 15 лет (1988-2002 г.г.) в Беларуси при эксплуатации зарегистрированных в Проматомнадзоре котлов произошло 14 взрывов с разрушением барабанов или кипячительных труб котлов, при этом погибло 4 человека и 2 тяжело травмировано. В девяти из указанных случаев (64,3 %) основной причиной аварии был выпуск воды, на что указывалось в пункте 4 Правил 1843 года, как на основную причину взрывов. А выпуски воды ниже допустимого уровня, приводящие к взрывам, на современных котлах возможны только при неисправности автоматики безопасности и невнимания

тельности, безответственности и безграмотности машинистов котлов. На устранение этого слабого места в котельных и должны, видимо, сосредоточить свои усилия руководители предприятий - владельцы котлов и инспекторы котлонадзора.

*Примечание.* Используемые в Правилах 1843 года единицы измерения имеют следующие значения: 1 фут = 30,48 см; 1 пуд = 16 кг; 1 дюйм = 2,54 см; 1 фунт (российский) = 409,5 грамм; 1 аршин = 71 см.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

*А.В. Вавилов, д.т.н., М.М. Гарост, к.т.н., А.А. Бежик, инженер  
Белорусский национальный технический университет*

Повышение эффективности дорожной и строительной отрасли во многом зависит от ее технической оснащенности. Однако в последние годы из-за сокращения инвестиций значительно устарел парк дорожно-строительных машин, обновление его затормозилось, резко уменьшились надежность, показатели работоспособности машин, экономичность, ухудшились другие параметры технического состояния, экологическая безопасность. Один из главных недостатков, который сказывается на готовности парка, практически повсеместное несоблюдение плано-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта дорожно-строительных машин. Раньше до 80% самых сложных видов технического сервиса, включая ремонт машин, а также двигателей, топливной аппаратуры, гидротрансмиссий и т.п. выполняли спецмастерские и ремонтные заводы. Теперь все это делается кустарно, в условиях эксплуатирующих организаций, что часто приводит к длительным простоям машин: и как следствие этого — вмешательству машиниста для устранения возникающих неисправностей непосредственно на линии.

Для организации эксплуатации дорожно-строительных машин, включающей приемку, обкатку, ввод в эксплуатацию, транспортировку, хранение, диагностирование, техническое обслуживание, ремонт, учет наработки, списание и т.п. [1], необходимы документы различного уровня: стандарты, нормы, правила, руководства, рекомендации. Документы должны обеспечивать своевременно все категории работников информацией, позволяющей

качественно выполнять работы при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов.

Фонд таких документов создавался в течение ряда лет, однако состояние его в настоящее время неудовлетворительно. Ряд документов потерял актуальность и не находит применения в дорожно-строительных организациях. Некоторые документы устарели и требуют переработки [2 – 8].

Анализ действующих стандартов, относящихся к дорожно-строительным машинам и их комплектам, свидетельствует, что более половины имеют 20 – 30 - летний «возраст», около 20% не обновлялись 10 лет.

Из-за отсутствия и несовершенства некоторых документов в дорожно-строительных организациях невозможно организовать рациональную эксплуатацию машин: установить оптимальные объемы запасов топливо-смазочных материалов, запасных частей и других ресурсов, составить графики диагностирования, оценить техническое состояние и остаточный ресурс; вести учет наработки машин. В частности «Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин» [2] изданы в 1978 г. и в Республике Беларусь до настоящего времени используются при планировании, организации снабжения, выполнении и учете технических обслуживаний и ремонтов. Разработчики руководств по эксплуатации в части показателей трудоемкости и продолжительности технического обслуживания руководствуются устаревшими рекомендациями, и, как правило, без учета со-