621.13
П16

АВАРИИ НА ОБЪЕКТАХ КОТЛОНАДЗОРА И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ

НЕДРА • 1966

6.3

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ РСФСР
ПО НАДЗОРУ ЗА БЕЗОПАСНЫМ ВЕДЕНИЕМ РАБОТ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ГОРНОМУ НАДЗОРУ
(ГОСГОРТЕХНАДЗОР РСФСР)

АВАРИИ НА ОБЪЕКТАХ КОТЛОНАДЗОРА И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

Акт

4484 6 #74

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ

Управление химической промышленности
Киевский завод медпрепаратов
г. Киев, ул. Сальянского № 139

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»

Москва 1966

ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА
Киевский завод медпрепаратов
г. Киев, ул. Сакс[illegible]ского № 139

УДК 621.187:658.382.3

АННОТАЦИЯ

Целью издания сборника является ознакомление широкого круга работников предприятий с наиболее характерными причинами аварий объектов котлонадзора и мерами по их предупреждению.

В сборнике приведено описание отдельных случаев аварий паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, и трубопроводов пара и горячей воды, происшедших на предприятиях, подконтрольных Госгортехнадзору РСФСР, в разное время, и меры по обеспечению безопасной работы объектов котлонадзора.

В сборнике помещены информационные и циркулярные письма и решения Госгортехнадзора по вопросам безопасной эксплуатации объектов котлонадзора, а также дан перечень статей, опубликованных в журнале «Безопасность труда в промышленности» по вопросам обеспечения безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, и трубопроводов пара и горячей воды.

Сборник предназначен для руководящих и инженерно-технических работников, ведущих эксплуатацию объектов котлонадзора, для персонала, непосредственно обслуживающего указанные объекты, а также для работников проектных и конструкторских организаций, преподавателей учебных заведений, руководителей семинаров по технике безопасности, технических инспекторов ЦК профсоюзов, общественных инспекторов по технике безопасности и лиц, связанных с обеспечением безопасных условий труда на производстве.

Составители: *В. В. Варфоломеев, А. М. Кондрашов, Н. А. Лясу, Е. Т. Сенькин, Л. Б. Сигалов*

3—1—7
335—66

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО ОБ АВАРИЯХ НА ОБЪЕКТАХ КОТЛОНАДЗОРА

Целью настоящего письма является ознакомление инженерно-технического персонала предприятий, работников, обслуживающих объекты котлонадзора, и контролерского состава управлений округов Госгортехнадзора с обстоятельствами и причинами аварий на объектах котлонадзора с тем, чтобы после изучения указанных обстоятельств и причин были приняты дополнительные меры по предупреждению подобных аварий.

В информационном письме описаны отдельные случаи аварий, происшедшие с паровыми и водогрейными котлами, паропроводами, а также с сосудами, работающими под давлением, которые произошли на протяжении ряда лет главным образом по причинам невыполнения требований Правил котлонадзора и производственных инструкций.

Несмотря на то что случаи аварий редки, они обычно вызывают серьезные повреждения как объектов котлонадзора, так и различного вспомогательного оборудования и разрушение помещений, в которых находятся объекты, а в некоторых случаях они сопровождаются травмированием обслуживающего персонала.

АВАРИИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ, ВЫЗВАННЫЕ УПУСКОМ ВОДЫ

Наибольшее количество аварий, имеющих место при эксплуатации паровых котлов, происходит обычно из-за упуска воды. Так, в 1963 г. количество аварий по этой причине составило 83% от всех аварий паровых котлов. В отдельных случаях упуск воды приводил к взрывам котлов, вызывавшим большие разрушения и несчастные случаи.

Аварии, связанные с упуском воды, происходят главным образом вследствие нарушений обслуживающим персоналом производственных и должностных инструкций, низкой трудовой дисциплины рабочих, а также по причине несоблюдения администрацией предприятий требований Правил безопасности.

В 1963 г. более 50% от общего числа аварий, вызванных упуском воды, произошло из-за оставления кочегарами работающих котлов без надзора (отлучки из котельной — 34,7%, сон во время

дежурства — 16,3%, невнимательность кочегаров при выполнении своих обязанностей — 18,4% и из-за низкой квалификации и неправильных действий кочегаров — 20,5%). При этом следует отметить, что около 20% всех аварий из-за упуска воды произошло при обслуживании котлов кочегарами, находившимися в нетрезвом состоянии.

Наибольшее количество аварий происходит в вечерние и ночные часы работы кочегаров, когда контроль администрации за работой кочегаров ослаблен или совершенно отсутствует.

По времени суток аварии распределяются следующим образом: с 0 до 8 *ч* — 44%; с 8 до 16 *ч* — 23%; с 16 до 24 *ч* — 33%.

За последние годы в связи с оснащением паровых котлов паропроизводительностью 2 *т/час* и более сигнализаторами предельных уровней воды аварии по упуску воды на таких котлах резко сократились.

В 1963 г. упуски воды были лишь на котлах, у которых сигнализаторы отсутствовали или вследствие плохого ухода за ними были неисправны и в момент аварии бездействовали.

В ряде случаев последствия аварий усугублялись неправильными действиями обслуживающего персонала, производившего подпитку котла после обнаружения упуска воды в нарушение требований «Типовой инструкции для персонала котельных», утвержденной Госгортехнадзором РСФСР 8 мая 1959 г., категорически запрещающей при упуске воды производить подпитку котла [1].

Ниже приводятся наиболее характерные аварии по упуску воды.

Авария батарейного котла «Шестерка»

На спиртозаводе в котельной было установлено три батарейных котла «Шестерка». Эксплуатация котлов проводилась с грубыми нарушениями Правил котлонадзора, порядок приема и сдачи смен не соблюдался. В течение трех месяцев до аварии в вахтенный журнал не вносилось никаких записей. Трудовая дисциплина была на низком уровне.

Перед сдачей вечерней смены, в 22 *ч* 30 *мин,* кочегар будучи в нетрезвом состоянии показывал своему ученику порядок продувки водоуказательного стекла и оставил в закрытом состоянии верхний кран колонки. Второе стекло было неисправно. Старший кочегар, полагая, что котел заполнен водой выше верхнего уровня, в течение 1 *ч* 20 *мин* не включал питательных насосов. Когда старший кочегар вечерней смены стал сдавать дежурство кочегару ночной смены, последний обнаружил упуск воды.

[1] В соответствии с «Типовой инструкцией для персонала котельных» администрация предприятия должна разработать, вывесить в котельной, а также выдать на руки кочегарам производственную инструкцию, составленную с учетом местных условий. В дальнейшем будут делаться ссылки на производственную инструкцию.

Вопреки производственной инструкции, требующей в таких случаях немедленного прекращения горения в топке, кочегары стали питать котел водой, однако через некоторое время они вынуждены были прекратить работу котла, так как заметили течь воды в топке.

Вследствие глубокого упуска воды в барабанах котла образовались выпучины, плотность заклепочных швов была нарушена.

Так, вследствие нарушения кочегарами трудовой дисциплины и неправильных действий при обслуживании котла он был надолго выведен из строя.

Авария котла ДКВ-2-8

В котельной строительного треста были установлены два паровых котла системы ДКВ-2-8, из них в работе в день аварии находился только один.

Администрация треста не придавала серьезного значения работе котельной и никогда не проверяла работу кочегаров в вечерние и ночные часы. Пользуясь такой бесконтрольностью дежурные

Рис. 1. Котел ДКВ после аварии

кочегар и слесарь в ночное время часто поочередно уходили спать. Так было и в ту ночь, когда произошла авария. Около двух часов ночи, отпустив слесаря спать в раздевалку, кочегар сел за стол у своего рабочего места и через некоторое время заснул. Проснувшись около четырех часов утра он увидел, что в водоуказательных стеклах котла воды нет. Выключив горелку и заглянув в топку, кочегар обнаружил, что экранные трубы сгорели, а верхний барабан накалился докрасна (рис. 1). Убедившись в том, что котел полностью выведен из строя, кочегар, не дождавшись конца

смены и не предупредив администрацию о случившемся, ушел домой.

В результате упуска воды у котла сгорели экранные и кипятильные трубы, деформирован верхний барабан, контрольные пробки выплавлены и вырваны из стенки барабана.

На котле был установлен сигнализатор предельных уровней воды, однако за ним не было никакого ухода и во время аварии он оказался неисправным, случайно авария не закончилась взрывом с более тяжелыми последствиями.

Упуск воды в котлах типа КРШ-4

В котельной фабрики были установлены два котла типа КРШ-4, работавшие на газе. Обслуживание котлов производилось двумя кочегарами в каждую смену.

Администрация фабрики не принимала мер по укреплению трудовой и производственной дисциплины персонала котельной. Обслуживание котлов поручалось необученным рабочим, а заведывание котельной — неаттестованному работнику, не имевшему специального образования.

Рис. 2. Поврежденные трубы котла

Вследствие неудовлетворительной трудовой дисциплины и слабых знаний кочегарами своих обязанностей в котельной был случай упуска воды на одном из котлов.

После этой аварии инженер-контролер предложил администрации установить на котлах сигнализаторы предельных уровней воды, а также выполнить другие мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации котлов.

Через некоторое время в котельной был допущен второй случай упуска воды уже на двух котлах.

Как показало расследование аварии, упуск воды произошел в ночную смену из-за низкой трудовой дисциплины.

Звуковой сигнал сигнализатора предельных уровней воды по неизвестной причине был отключен кочегарами вечерней смены, а кочегары ночной смены, принимая дежурство, небрежно отнеслись к своим обязанностям и не проверили исправность сигнализатора.

Упуск воды вызвал большие повреждения верхних барабанов котлов и экранных труб (рис. 2).

Котлы были надолго выведены из строя.

Взрыв ланкаширского жаротрубного котла

В городской бане для нужд горячего водоснабжения использовался ланкаширский котел, работавший на газе. Система горячего водоснабжения была смонтирована по схеме: бак холодной воды — центробежный насос — котел — бак горячей воды (расходный), служивший одновременно расширителем.

Рис. 3. Разрыв жаровой трубы

Бак для горячей воды был установлен на чердаке бани на высоте 20 *м* от пола котельной и соединялся с котлом трубой диаметром 76 *мм*, которая была введена в котел через его верхний передний выходной штуцер ниже оси жаровых труб.

Автоматических устройств, отключающих подачу газа к горелкам при повышении температуры воды выше допустимой, на котле не было. Работа котла по вышеописанной схеме не обеспечивала безопасных условий его эксплуатации, так как при остановке насоса и несвоевременном отключении подачи газа к горелкам вода в котле могла нагреваться до температуры кипения, а парообра-

зование в котле и повышение давления пара более 2 *ати* (статическое давление столба воды между котлом и расширительным баком) приводило к выдавливанию воды из котла в верхний расходный бак. В этих условиях и произошел взрыв котла.

Незадолго до аварии кочегар остановил насос, и чтобы уменьшить горение в топке, убавил подачу газа к горелке, после чего оставил котел без наблюдения. Через некоторое время после выключения насоса в котле началось парообразование. Под давлением пара вода из котла стала выходить в расходный бак.

В дальнейшем, в результате снижения уровня воды в котле произошел перегрев и разрыв стенки левой жаровой трубы (рис. 3). Длина разрыва по окружности составила 1650 *м*. Взрывной волной сорвало фронтовую топочную плиту с горелкой и отбросило их далеко за пределы котельной.

При взрыве котла были разрушены часть здания котельной и ряд строений, расположенных в зоне действия взрывной волны. Лишь благодаря случайности пострадавших при взрыве не было.

Взрыв паровозного котла

Вследствие недостаточной паропроизводительности котлов, установленных в котельной сахарного завода, администрация решила использовать в качестве дополнительного источника получения пара паровоз серии ФД.

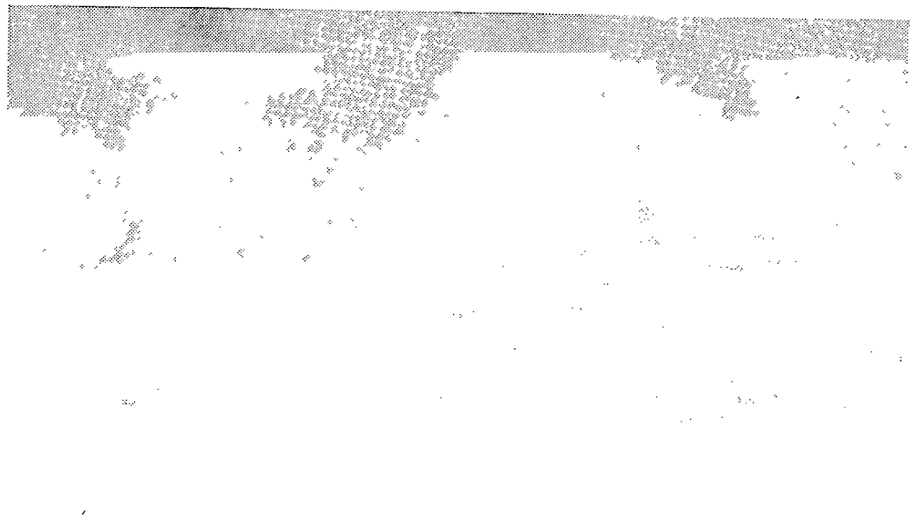


Рис. 4. Паровоз после взрыва котла

Паровоз был установлен на железнодорожных путях в 75 *м* от котельной и введен в эксплуатацию без разрешения и предварительного освидетельствования инженером-контролером Госгортехнадзора.

Для снабжения котла паровоза водой его питательная линия была подключена к общей питательной магистрали котельной, не рассчитанной на суммарный расход воды всеми котлами.

По этой причине питание водой паровозного котла осуществлялось с перебоями и кочегары вынуждены были оставлять котел без надзора и уходить в котельную, чтобы заявить дежурному теплотехнику о необходимости подачи воды в котел.

В таких случаях питание паровозного котла производилось за счет сокращения подачи ее к другим котлам.

При таких условиях произошел взрыв котла. Силой взрыва котел был сорван с рамы паровоза (рис. 4) и упал в котельную через ее крышу. Отдельные части котла паровоза были найдены после взрыва на расстоянии 360 *м* от места его установки.

В результате взрыва котла и произведенных им разрушений завод длительное время не работал.

При расследовании аварии было установлено, что причиной взрыва котла явился упуск воды, вызвавший в условиях высоких тепловых напряжений в топке (котел работал на жидком топливе) и при наличии накипи на стенках разрыв верхней части топки на длине 2,9 *м*.

Контрольные предохранительные пробки, установленные в потолке топки, оказались заглушенными.

Авария котла типа «Бабкок-Вилькокс»

В котельной завода было установлено несколько паровых котлов типа «Бабкок-Вилькокс», каждый из которых обслуживался кочегаром и его помощником.

Все котлы были оборудованы сигнализаторами предельных уровней воды, сигнальные лампочки которых были установлены на одной общей для всех котлов приборной доске.

Инженер-контролер предложил установить, кроме световых, также и звуковые сигнальные устройства. Администрация завода не выполнила указания инженера-контролера, считая это требование излишним и не обязательным.

В котельной не редко отмечались случаи нарушений кочегарами должностных инструкций, не проверялась исправность действия приборов безопасности, не соблюдался установленный Инструкцией порядок продувки котлов. Администрация завода, зная об этих нарушениях, не придавала им большого значения.

Беспечное отношение администрации и кочегаров к выполнению требований Правил безопасности привело к аварии котла и несчастному случаю.

Через два часа после начала смены кочегар начал производить продувку котла, не предупредив об этом своего помощника. Не видя уровня воды в котле и светового табло сигнализатора, кочегар упустил воду ниже допустимого уровня, в результате чего произошел разрыв двух экранных труб (рис. 5).

В момент разрыва труб помощник кочегара открыл дверцу топки, чтобы проверить горение топлива. Выброшенным из топки пламенем и паром он был травмирован.

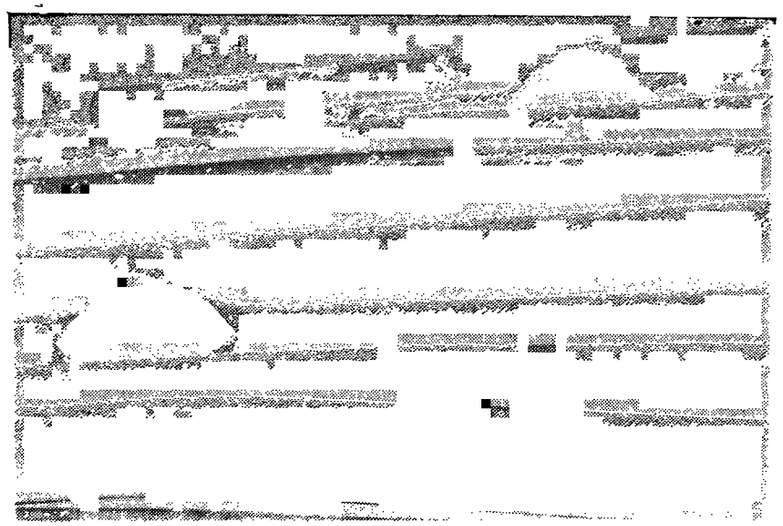


Рис. 5. Разрыв экранных труб

Авария котла системы Шухова — Берлина (А-7)

В котельной ТЭС наблюдение за уровнем воды четырех котлов системы Шухова — Берлина поручалось одному водосмотру Рабочее место водосмотра находилось на отметке +2,7 м а водоуказательные стекла котлов на отметке +6,75 *м*.

При монтаже котлов площадку для обслуживания водоуказательных стекол установили таким образом, что продувка стекол была затруднена и поэтому из-за боязни получить ожоги кочегары продувку проводили очень редко.

Во время работы котлов в котельной часто бывали посторонние лица, но администрация комбината не обращала на это внимания.

В день аварии, через 2 *ч* 30 *мин* после начала смены, в топке котла № 4 послышался сильный хлопок и из топочной камерь выбросило пламя и пар.

Старший кочегар, не выяснив причины отчего произошел хлопок, дал распоряжение водосмотру включить питательный насос Неправильное распоряжение старшего кочегара было вовремя отменено вошедшим в котельную механиком.

Причиной хлопка и выброса пара и пламени из топки явился разрыв одной из кипятильных труб котла, который произошел вследствие упуска воды. Как выяснилось позднее, эта авария произошла при следующих обстоятельствах. К водосмотру пришел знакомый из соседнего цеха и своими разговорами отвлек его от наблюдения за уровнем воды в котлах. В условиях плохой видимости водоуказательного стекла на котле № 4 водосмотр не заметил опасного понижения уровня воды.

При осмотре котла после аварии, помимо разрыва кипятильной трубы, были обнаружены и другие повреждения: прогиб трубных решеток, пароперегревательных и кипятильных труб, с расстройством их вальцовочных соединений.

Взрыв котла типа ММЗ-0,7/8

В 12 *ч* дня в котельной молокозавода произошел взрыв парового котла типа ММЗ. Силой взрыва здание котельной было разрушено (рис. 6), а котел, отброшенный от места установки на 113 *м*, упал на территорию другого предприятия.

При расследовании причин аварии котла было установлено следующее.

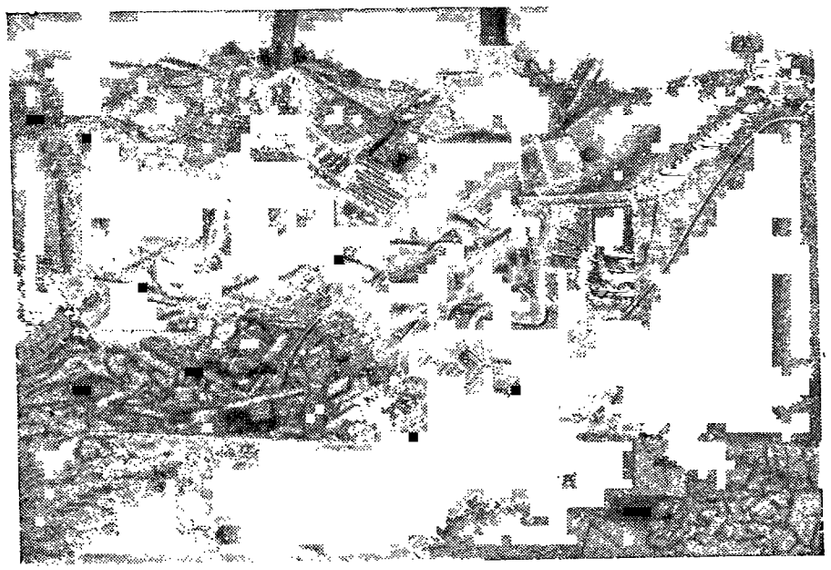


Рис. 6. Вид здания котельной после взрыва котла

Котельная завода имела три однотипных котла, которые вырабатывали пар для технологических нужд завода и отопления жилых домов. Приказом директора завода ответственным за безопасную эксплуатацию этих котлов был назначен заведующий механической мастерской, не имевший специального технического образования и не проходивший проверки знаний Правил безопасности. За время его работы эксплуатация котлов велась с грубыми нарушениями Правил безопасности. Обслуживание котлов поручалось необученным рабочим. Исправность приборов безопасности не проверялась. В котельной неоднократно рабочие нарушали трудовую и производственную дисциплину.

В связи с уходом заведующего механической мастерской в отпуск его обязанности по паросиловому хозяйству завода были

возложены на слесаря, совершенно незнакомого с эксплуатацией котлов.

За несколько дней до взрыва водоуказательное стекло одного из двух находившихся в эксплуатации котлов работало ненадежно и кочегары вели наблюдение за уровнем воды по водопробным кранам.

В день аварии кочегар ночной смены, сдавая дежурство кочегару дневной смены, предупредил его, что водоуказательное стекло не отремонтировано и по-прежнему дает неправильные показания и об этом следует заявить администрации. Однако никакой записи в вахтенном журнале о неисправности водоуказательного стекла кочегары не сделали.

В начале дневной смены по настоянию кочегара для ремонта водоуказательного стекла и других работ в котельную была вызвана бригада слесарей. Котел с неисправным водоуказательным стеклом был отключен от общего паропровода и после снижения давления часть воды из котла была спущена через продувочную линию (до уровня нижнего штуцера водоуказательной колонки). После спуска воды вентиль на продувочной линии из-за небрежности, допущенной слесарем, был закрыт не полностью.

Котел был остановлен для ремонтных работ в период наибольшей потребности цехов в паре. Поэтому эти работы проводились в спешном порядке и по окончании их кочегар, закачав воду в котел, приступил к его растопке. Выполняя указание администрации о скорейшем включении котла в работу, кочегар, занятый форсированной растопкой котла, не обращал внимания на водоуказательное стекло, полагая, что воды в котле достаточно. С повышением давления пара вода через неплотно закрытый вентиль на продувочной линии стала уходить из котла быстрее, и ее уровень резко понизился. При упуске воды из котла стенки топки перегрелись и деформировались по всей высоте. Деформация стенок вызвала в свою очередь отрыв их от уторного кольца и кольца шуровочного отверстия, а это привело к взрыву с тяжелыми последствиями.

АВАРИИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ВСЛЕДСТВИЕ НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНОГО ВОДНОГО РЕЖИМА

Правильный водный режим является одним из наиболее важных факторов, обеспечивающих безаварийную и экономичную работу котельных установок.

Правилами по котлонадзору определены требования по организации водного режима котлов в зависимости от их паропроизводительности и рабочего давления. Для котлов производительностью менее 2 *т/ч* даны рекомендации по остановке их на чистку

в зависимости от толщины накипи в наиболее теплонапряженных участках поверхности нагрева.

Аварии паровых котлов по причине неудовлетворительного водного режима до 1950 г. составляли около 40% по отношению к общему числу аварий с паровыми котлами.

В результате принятых предприятиями мер по улучшению водного режима и усиления контроля со стороны местных органов Госгортехнадзора количество аварий вследствие неудовлетворительного водного режима уменьшилось, но еще полностью не ликвидированы.

Авария котла ТП-35У

После монтажа котел был принят приемной комиссией с большими недоделками, несмотря на возражения администрации предприятия. Наладка оборудования химической очистки воды не произведена, квалифицированных кадров не было, инструкции и химические реактивы отсутствовали, КИП в работу не были включены, для питания котлов водой был установлен только один насос. Котел пущен в работу без разрешения инженера-контролера Госгортехнадзора.

При эксплуатации котла не уделялось должного внимания соблюдению правильного водного режима: в котел часто добавляли сырую неочищенную воду, вследствие недостатка на предприятии тринатрийфосфата фосфатирование воды проводилось нерегулярно, с перерывами до двух недель; деаэрация воды не производилась; непрерывная продувка котла не работала; графика продувки котла не было и сроки периодической продувки не соблюдались. Анализ питательной воды производился неправильно, отбор проб котловой воды в последнее время не делался, так как пробило сальник вентиля для производства отбора и к нему было опасно подходить.

Указанные нарушения водного режима и контроля качества питательной и котловой воды привели к аварии.

Дежурный водосмотр, приступив к работе, обратил внимание на то, что для поддержания нормального уровня воды в котле приходится открывать регулировочный вентиль на питательной линии больше обычного, о чем доложил старшему кочегару, который также заметил, что уровень воды в котле продолжает снижаться, несмотря на усиленное питание. Котел был аварийно остановлен.

При осмотре котла было установлено: 36 экранных труб левого и правого отсеков на $^2/_3$ общей их длины имеют раздутия и свищи, через которые вода уходила из котла; экранные трубы с внутренней стороны покрыты накипью толщиной до 5 *мм;* часть труб в зоне наибольших температур имеет прогиб со стрелой 250—300 *мм;* в барабане котла обнаружен слой накипи толщиной

8—10 *мм* и следы кислородной коррозии; продувочные вентили забиты накипью и шламом.

Так был выведен из строя новый котел после трех месяцев его эксплуатации.

Авария локомобильного котла СТ-100

При обследовании объектов котлонадзора на одном предприятии инженер-контролер запретил эксплуатацию локомобильного котла СТ-100 вследствие несоответствия водного режима требованиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов».

Химическая очистка воды работала нерегулярно, контроль за качеством питательной воды не осуществлялся, продувку котла производили один раз в 4—5 дней, котел промывали редко; при промывках механическую очистку поверхностей нагрева котла от накипи не делали. Однако администрация предприятия не принимала мер по улучшению водного режима котла и, несмотря на запрещение инженера-контролера, продолжала эксплуатацию котла (котел не был опломбирован) до аварийной остановки вследствие возникновения трещин в трубной решетке между трубами, расстройства и течи вальцовочных соединений.

При осмотре котла после остановки на трубной решетке была обнаружена выпучина размером 270×160×22 *мм,* на жаровой трубе слой накипи достигал 10 *мм,* пространство между трубами было забито шламом, на трубах слой накипи достигал 5—6 *мм,* вся нижняя часть барабана была заполнена густой илистой массой.

Разрыв кипятильной трубы котла системы Шухова — Берлина (А-5)

На одном из предприятий Московского совнархоза котел системы Шухова — Берлина А-5 в соответствии с графиком подлежал остановке на промывку и очистку. Однако он не был охлажден в установленный срок и на нем продолжали работать еще в течение трех недель. Слой накипи на кипятильных трубах достиг 4 *мм.* Вследствие плохой теплоотдачи от труб к воде через слой накипи произошел перегрев металла кипятильных труб, одна из которых разорвалась как раз в то время, когда в камеру зольного бункера для удаления золы и шлака вошли зольщик и кочегар.

Смотровой люк размером 400×400 *мм* течки зольного бункера оказался не закрытым. Паром из разорвавшейся кипятильной трубы выбросило пламя, золу и шлак через смотровой люк течки бункера. В результате зольщик и кочегар, вошедшие в камеру, получили тяжелые ожоги.

Причиной этой аварии явилось нарушение администрацией предприятия водного режима котла, выразившееся в несвоевременной остановке котла на промывку и чистку и непринятие мер

к выполнению требований инструкций по содержанию и эксплуатации устройств золоудаления.

При разрыве кипятильной трубы пламя, золу и шлак выбросило также и через не запертые щеколдой топочные дверцы — к рабочему месту обслуживающего персонала — и лишь случайно здесь никто из обслуживающего персонала не пострадал.

Незапирание топочных дверок щеколдой в ряде случаев являлось причиной травмирования обслуживающего персонала в результате разрыва кипятильных труб котла.

За последнее время зарегистрированы случаи травмирования людей, вызванные разрывом лишь одной кипятильной трубы. Все случаи, как правило, происходили вследствие выбрасывания пара и горящего топлива через шуровочное отверстие, дверцы которого не имели требуемого правилами прочного запора или не запирались.

АВАРИИ, СВЯЗАННЫЕ С ЯВЛЕНИЯМИ ЩЕЛОЧНОЙ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛОВ

В практике эксплуатации котельных установок неоднократно имели место случаи появления межкристаллитных трещин («хрупкие» разрушения) в заклепочных и вальцовочных соединениях котлов, работающих на безнакипном щелочном режиме.

Ввиду большой опасности таких повреждений знание причин, отличительных признаков, а также способов своевременного их выявления имеет исключительное значение для инженеров-контролеров по котлонадзору, инженерно-технических работников и эксплуатационного персонала котельных.

Характерными особенностями этих повреждений являются межкристаллитное расположение начальных трещин и ответвлений от них (трещины проходят по границам зерен — рис. 7), отсутствие деформаций металла в зоне образования трещин, сохранение металлом механических свойств даже в непосредственной близости от места разрушения.

Специальными исследованиями и эксплуатационными наблюдениями установлено, что «хрупкие» разрушения в элементах паровых котлов являются следствием одновременного воздействия на металл повышенных местных напряжений, близких к пределу текучести или превышающих его, и щелочно-агрессивной котловой воды.

Механические напряжения слагаются из внутренних напряжений, оставшихся в металле после клепки или развальцовки, напряжений от давления пара, а также дополнительных термических напряжений, которые при известных условиях могут достигать весьма значительной величины.

Дополнительные механические напряжения термического происхождения возникают главным образом при резко переменных условиях работы котлов (значительные колебания нагрузок и па-

раметров пара, форсированные растопки и расхолаживания паровых котлов), относительно низкой температуре питательной воды и неправильном вводе и распределении ее в барабане, а также при отсутствии возможности свободного расширения при нагревании барабанов, коллекторов и трубных контуров.

Воздействие на высоконапряженный слой металла щелочных концентратов котловой воды становится опасным при концентрациях щелочей 100 г/л, т. е. при 10%-ном растворе. Столь большие концентрации образуются в заклепочных и вальцовочных соединениях в местах неплотностей.

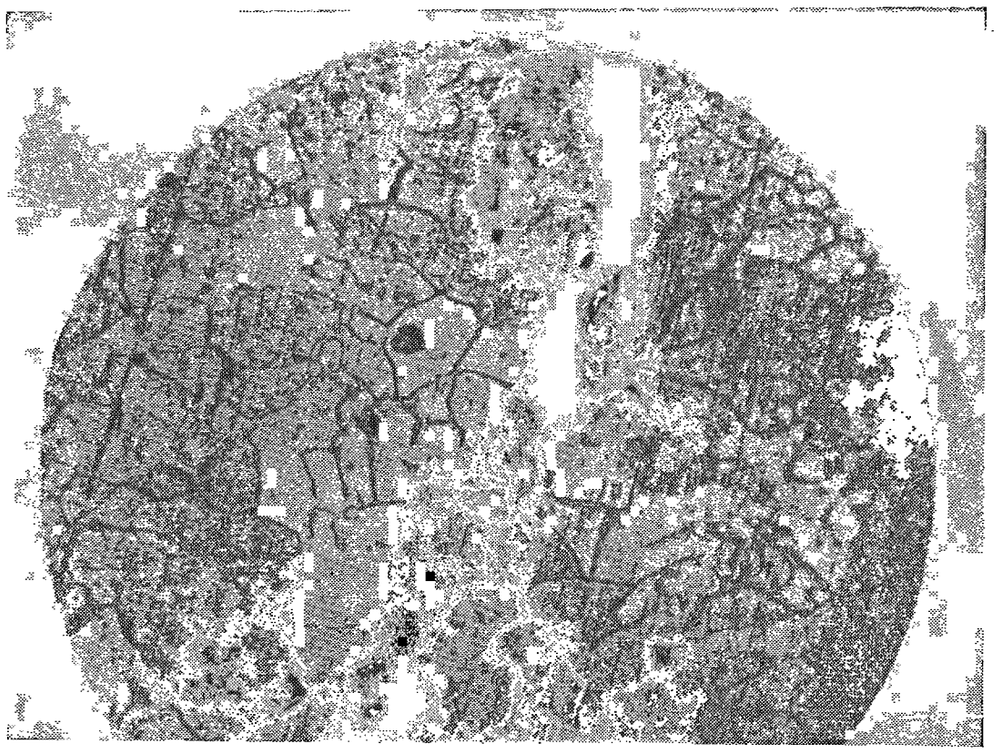


Рис. 7. Межкристаллитные трещины

Вода, проникающая в зазоры соединений, частично испаряется, при этом в зазоре создается раствор содержащихся в котловой воде веществ и, в частности, едкого натра, концентрация которого постепенно нарастает и достигает опасной величины.

Наличие в зазорах соединений высококонцентрированных растворов и даже твердых отложений солей, выделяющихся из котловой воды, подтверждается на практике образованием у неплотностей в швах и вальцовочных соединениях паровых котлов солевых наростов, грибков и сосулек.

Котловая вода тем агрессивнее, чем выше ее относительная щелочность, т. е. процентное содержание NaOH, в общем составе растворенных в воде веществ. Однако агрессивность котловой воды определяется не только наличием в ней NaOH, но и присутствием других растворенных веществ, некоторые из них ускоряют процесс разрушения, а другие защищают металл от щелочной коррозии. Для выявления агрессивности котловой воды в практике чаще всего пользуются специальными приборами-индикаторами (рис. 8).

Индикатор состоит из корпуса, представляющего собой стальную болванку, по всей длине которой просверлен канал. С противоположных сторон канала приварены штуцеры. С их помощью корпус индикатора присоединяется к водоперепускной трубе или к линии непрерывной продувки котла для свободного прохода котловой воды через корпус индикатора. Иногда индикаторы устанавливаются на специально устроенных шунтах, подключенных к

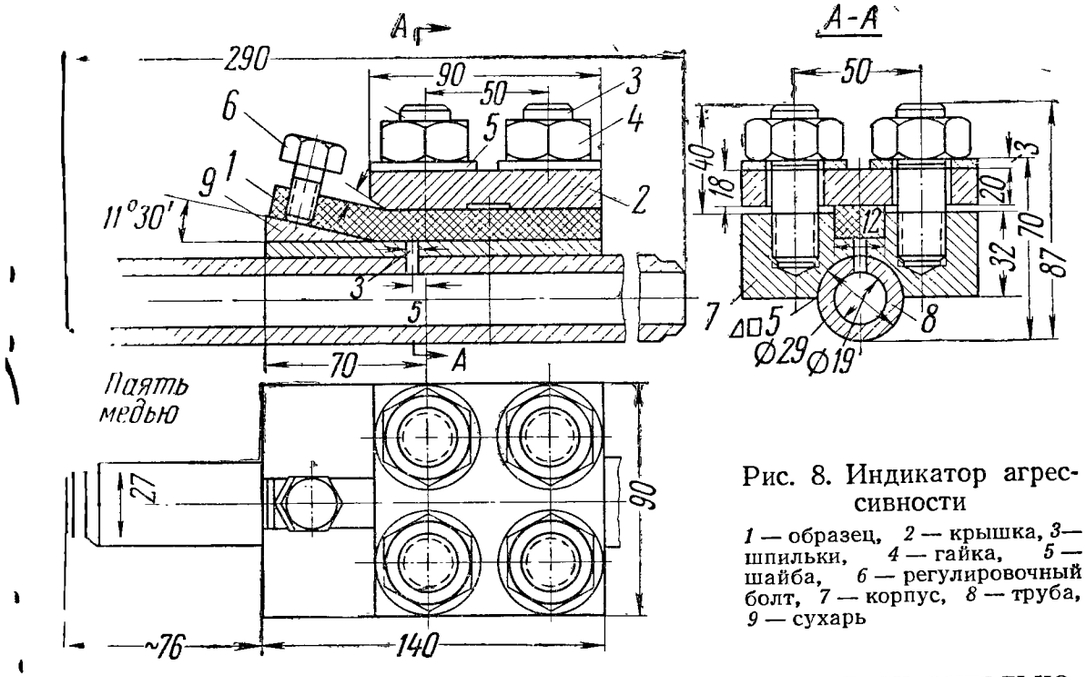


Рис. 8. Индикатор агрессивности

1 — образец, *2* — крышка, *3* — шпильки, *4* — гайка, *5* — шайба, *6* — регулировочный болт, *7* — корпус, *8* — труба, *9* — сухарь

опускной системе экрана, а на неэкранированных горизонтально — водотрубных котлах — к циркуляционной системе.

На внешней поверхности болванки сделан паз, дно которого имеет изгиб под углом 12—15°. В середине паза просверлен второй небольшой канал, расположенный перпендикулярно к основному и обеспечивающий выход воды на поверхность паза. Исследуемый образец, имеющий прямоугольное сечение, закладывается в паз и прижимается к корпусу крышкой, при этом он изгибается по профилю паза.

При ослаблении двух шпилек крышки создается неплотность между образцом и корпусом, через которую непрерывно поддерживается легкое пропаривание. В результате этого в неплотности образуется концентрированный солевой раствор, воздействующий на напряженный участок поверхности образца. Дополнительное механическое напряжение в образце достигается с помощью специального болта, действующего на его изогнутую поверхность.

2 Заказ № 1397

Управление химической промышленности
Киевский завод медпрепаратов
г. Киев, ул. Саксаганского, 139

Таким образом, в индикаторе искусственно воспроизводятс условия работы металла в неплотном заклепочном или вальцовоч ном соединении парового котла.

Первый образец вынимают из индикатора через 30 дней. Если в нем не окажется трещин, нужно установить второй образец на 60 дней. Если и этот образец не будет иметь «хрупких» разрушс ний, ставится третий — на 90 дней. При отсутствии трещин во всех трех образцах котловую воду можно считать неагрессивной.

За установленным индикатором должно быть систематическое наблюдение специально выделенным для этой цели лицом. Осмотр прибора для проверки его исправности и регулирования необходимо производить не реже одного раза в сутки с записью результатов в специальный журнал.

Вынутые из индикатора образцы тщательно осматривают через лупу, а в случае необходимости подвергают шлифовке и травлению, после чего исследуют с помощью металломикроскопа.

Особенность межкристаллитных трещин состоит в том, что они развиваются незаметно, возникая на поверхности соприкасающихся листов металла, т. е. в местах, недоступных осмотру. При внутреннем осмотре парового котла обнаружить «хрупкие» разрушения трудно и возможно лишь в том случае, когда имеются явно выраженные трещины, т. е. на стадии, непосредственно предшествующей аварии. Однако несмотря на трудность выявления таких повреждений, аварии могут быть предупреждены, если знать признаки повреждений и своевременно принять необходимые меры.

Межкристаллитные трещины возникают главным образом в омываемых водой заклепочных и вальцовочных соединениях котлов, работающих с безнакипным щелочным режимом и преимущественно в местах, где имеет место пропаривание.

В водотрубных котлах типа «Стерлинг», ЛМЗ, НЗЛ, «Гарбе» и т. п. повреждения чаще всего возникают в нижних барабанах в местах сопряжения продольных и поперечных заклепочных швов.

В горизонтальных водотрубных котлах типа «Фицнер и Гампер», «Штейнмюллер», «Бабкок-Вилькокс» и т. п. повреждения возникают главным образом в клепаных швах грязевиков и клепаных соединениях опускных труб и камер с барабанами.

В водотрубных котлах межкристаллитные трещины встречаются также в завальцованных концах труб и в теле барабанов около трубных отверстий и около вводов в барабаны рабочей среды с температурой, значительно отличающейся от температуры насыщения.

Встречающиеся на практике повреждения заклепочных соединений показаны на рис. 9 и 10.

При осмотрах котлов участки, где имело место пропаривание, можно выявить по солевым отложениям с наружной стороны заклепочных швов или в местах вальцовки труб, а при гидравличе-

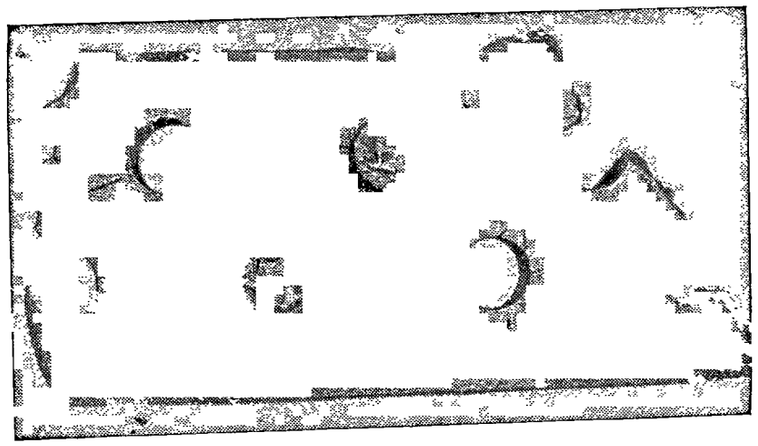


Рис. 9. Трещины на стенках барабана между заклепочными отверстиями

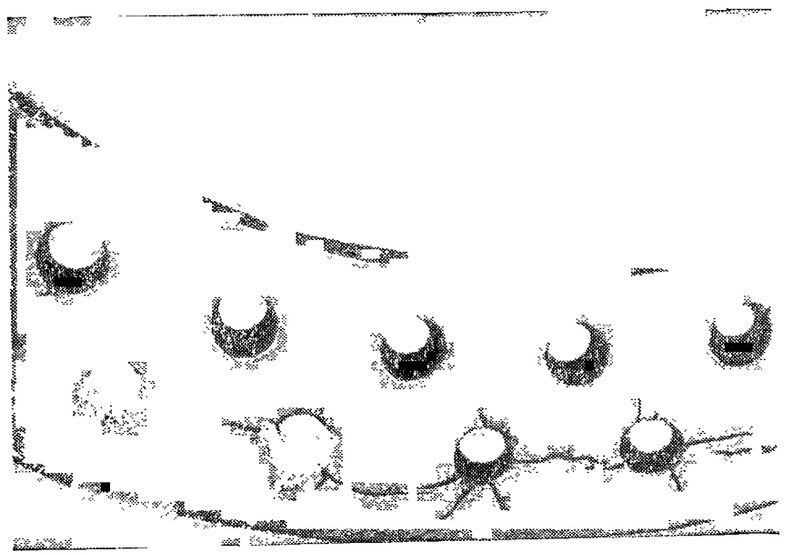


Рис. 10. Трещины между заклепочными отверстиями в воротнике патрубка, соединяющего барабан с камерой котла

ских испытаниях по пропуску воды через неплотность швов и соединений.

Головки заклепок следует проверять простукиванием молотком весом 0,5—1,5 *кг*. Известны случаи, когда головки заклепок при наличии «хрупких» разрушений отскакивали при легких ударах молотком (рис. 11). «Хрупкие» разрушения могут быть выявлены

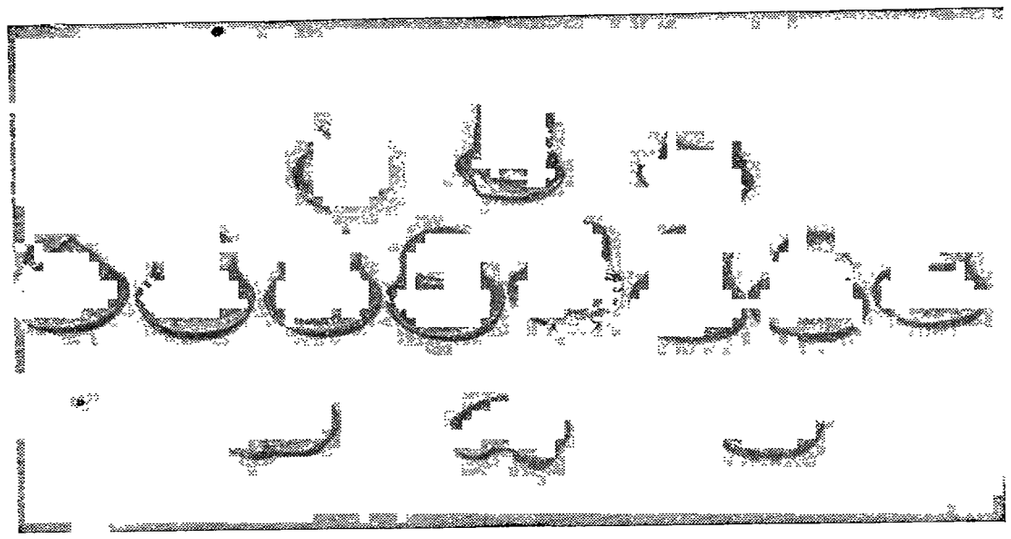


Рис. 11. Оборванные заклепки, выявленные при простукивании заклепочных швов

путем удаления нескольких заклепок или труб и осмотра поверхностей металла после шлифовки и травления, а также с помощью магнитной и ультразвуковой дефектоскопии.

Ниже приведено описание некоторых аварий, которые произошли из-за «хрупких» разрушений металла.

Авария парового котла типа ЛМЗ

В котельной ЦЭС завода в результате щелочной коррозии металла произошел взрыв водотрубного двухбарабанного котла типа ЛМЗ с рабочим давлением 14 *ати* и производительностью 12 *т/час*. Котел питали смесью конденсата с химически очищенной водой. Очистка воды осуществлялась натрий-катионитовым способом.

Непосредственной причиной аварии явился разрыв продольного заклепочного шва нижнего барабана котла при этом взрывной волной оба днища барабана были оторваны и отброшены на 20—25 *м* от места установки. Почти все кипятильные трубы были вырваны из трубных отверстий, деформированы и приведены в полную негодность. Значительно разрушен каркас, обмуровка котла и трубопроводы котельной, а также стены и перекрытие здания.

При расследовании аварии установлено, что при эксплуатации данных котлов администрация завода допускала грубейшие нарушения Правил котлонадзора. На руководящие должности в котельную назначались практики, не прошедшие проверки знаний в квалификационной комиссии. Обслуживание котлов поручалось необученным кочегарам, которые часто нарушали нормальный режим эксплуатации котлов. При растопке и охлаждении котлов не соблюдались установленные для этих операций нормы времени, допускалась работа котлов с давлением выше разрешенного, с резкими переменными нагрузками и др.

Нижний барабан котла не был оборудован растопочным устройством для парового обогрева. Во время растопок из-за неравномерного прогрева нижнего барабана в его заклепочных швах возникали весьма значительные напряжения.

За несколько лет до аварии котел был реконструирован. В нем экранировали топочную камеру и увеличили поверхность нагрева водяного экономайзера, после чего производительность котла повысилась с 8,5 до 12 *т/час*.

До реконструкции котла неоднократно разрушалась задняя стенка топочной камеры, при этом нижний барабан подвергался непосредственному воздействию топочных газов, что вызывало расстройство продольного заклепочного шва. Повреждения задней стенки прекратились лишь после экранирования топочной камеры. Однако пропаривание продольного заклепочного шва имело место и в последующее время, о чем свидетельствовали солевые отложения, обнаруженные после аварии на листах барабана и накладках на шве.

Таким образом, в процессе эксплуатации котла создавались условия, при которых стало возможным возникновение и развитие межкристаллитной коррозии металла.

В результате нарушений теплового режима работы котла, отсутствия растопочного парового обогрева у нижнего барабана и неоднократных повреждений защитной обмуровки в продольном заклепочном шве возникали дополнительные большие напряжения, а неплотности шва создавали возможность образования высококонцентрированных растворов щелочи. Совместное действие этих факторов в конечном счете привело к появлению межкристаллитных трещин и разрушению заклепочного шва. Межкристаллитный характер трещин был подтвержден результатами, полученными при металлографическом исследовании образцов, вырезанных из поврежденных мест барабана.

Показательным является тот факт, что администрация ЦЭС не придавала серьезного значения такому опасному дефекту, каким является пропаривание заклепочного шва. Только этим можно объяснить, что в течение нескольких лет швы нижнего барабана ни разу не осматривались с наружной стороны работниками котельной.

Администрация завода не проверяла заклепочные швы способом дефектоскопии, а агрессивность котловой воды индикатором агрессивности.

Недопустимое отношение к неполадкам, которые имелись в работе котла, проявил инженер-контролер, осуществлявший надзор за котельными установками завода.

Несмотря на то что сроки внутреннего осмотра котла истекли несколько месяцев назад, он не потребовал от администрации завода его остановки и предъявления к освидетельствованию, а затем передоверил проведение освидетельствования котла местной комиссии завода, которая осмотрела котел за несколько дней до взрыва и, не выявив дефектов, разрешила его эксплуатацию.

Совершенно очевидно, что авария могла быть предупреждена, если бы администрация предприятия и инженер-контролер по котлонадзору должным образом реагировали на факты, которые задолго до аварии сигнализировали о возможности появления трещин в металле.

Авария парового котла системы «Бабкок-Вилькокс»

В котельной целлюлозно-бумажного комбината у парового котла системы «Бабкок-Вилькокс» производительностью 4 *т/час* с рабочим давлением 20 *ати* произошел разрыв грязевика по продольному заклепочному шву (диаметр грязевика — 610 *мм,* длина 1960 *мм*).

Авария котла произошла при вводе его в эксплуатацию после окончания ремонтных работ — через два часа от начала растопки.

В результате взрыва полностью разрушена обмуровка и каркас котла, барабан сорван и сброшен вниз, частично повреждены каркас и обмуровка соседнего котла, повреждено здание котельной. На рис. 12 и 13 показаны барабан котла и оторванная часть грязевика после аварии.

Котел был оборудован шахтной топкой для сжигания древесных отходов. Подготовка питательной воды осуществлялась содоизвестковым способом.

Как показало расследование, котел работал при резко переменных нагрузках со значительными колебаниями давления пара. Питание его осуществлялось относительно холодной водой с температурой 40—60°. В течение последних шести месяцев котел останавливали 9 раз, при этом расхолаживания котла и растопки производились форсированно.

Такие условия эксплуатации котла приводили к увеличению местных напряжений в металле заклепочного шва грязевика, которые могли достигать величины, близкой к пределу текучести.

В зазорах между листом и заклепками и между соприкасающимися листами обнаружены солевые отложения в виде пленки, свидетельствующие о том, что продольный заклепочный шов был неплотным и пропаривал (рис. 14).

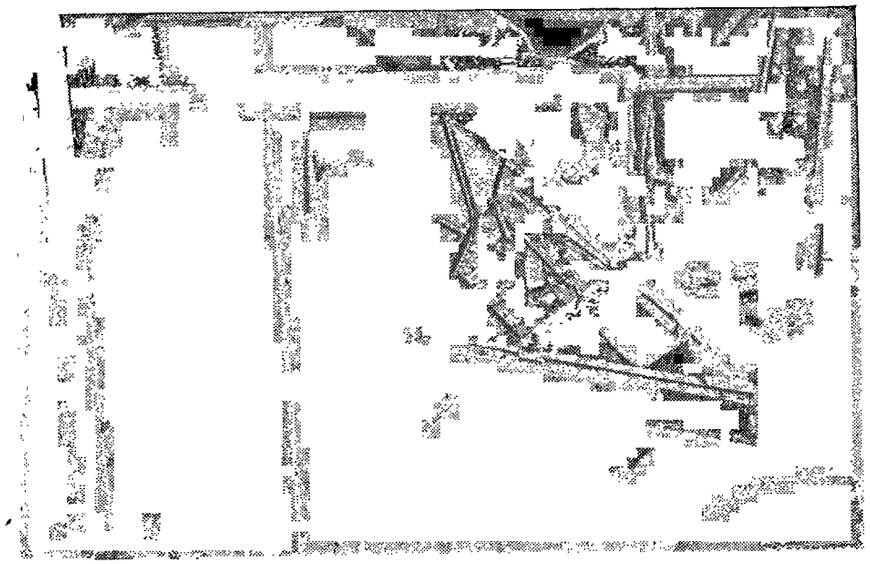


Рис. 12. Барабан котла «Бабкок-Вилькокс» после взрыва

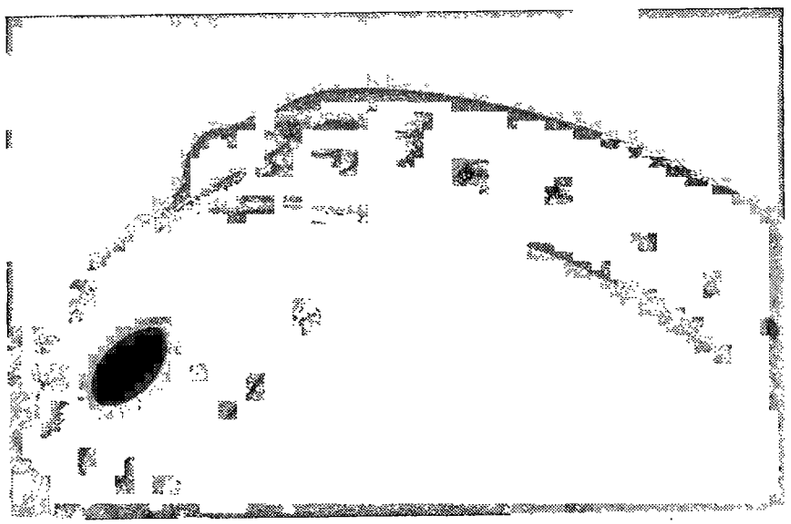


Рис. 13. Оторванная часть грязевика котла

В процессе расследования аварии установлено также, что при соединительный штуцер манометра котла был забит раздавленной паранитовой прокладкой и поэтому показания его были неправильными, а предохранительные клапаны перед пуском котла не проверялись

При этих условиях весьма возможно, что в процессе растопки котла было допущено повышение давления выше допустимого.

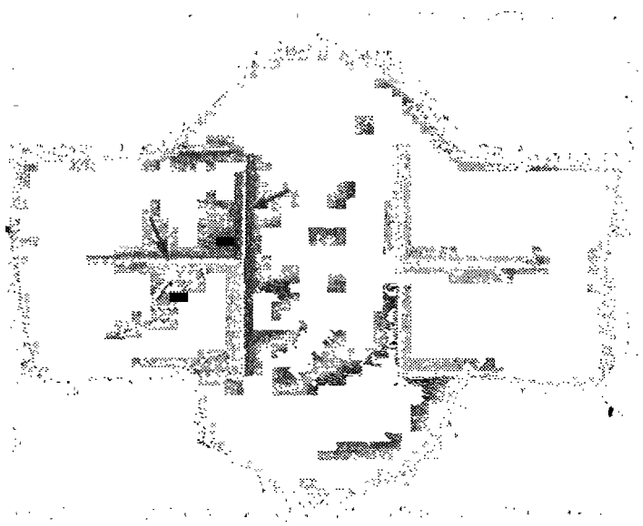


Рис. 14. Макрошлиф заклепочного соединения

Для уточнения причины аварии из поврежденных участков грязевика были вырезаны пробные образцы для металлографического исследования металла. При исследовании было выявлено большое количество расходящихся от заклепочных отверстий микро- и макротрещин, имеющих межкристаллитный характер. Из материалов расследования и результатов металлографического исследования было видно, что непосредственной причиной аварии явилась щелочная коррозия металла грязевика, вызванная одновременным воздействием на металл повышенных механических напряжений и щелочно-агрессивной котловой воды при наличии неплотности заклепочного шва.

Авария трехбарабанного водотрубного котла

На ТЭЦ сахаро-молочного комбината в 1954 г. был введен в эксплуатацию трехбарабанный водотрубный паровой котел, изготовленный на заводе «Шкода» производительностью 25 *т/час* с рабочим давлением 25 *ати*.

Котел оборудован топкой с цепной решеткой для сжигания твердого топлива. Питание котла осуществлялось конденсатом и химически очищенной водой после натрий-катионитовых фильтров.

В 1959 г. в продольном заклепочном шве верхнего переднего барабана обнаружили пропаривание. Согласно ст. 246 Правил по этим администрация комбината обязана была проверить дефектный участок заклепочного соединения на отсутствие трещин ультразвуком, методом магнитной дефектоскопии или другим способом. Без этих исследований подчеканка неплотных заклепочных швов Правилами запрещается.

Однако администрация предприятия не выполнила этого требования Правил и допустила подчеканку швов и ввод в эксплуатацию котла без проведения необходимых исследований. Дефектный шов неоднократно подвергался чеканке и в последующие годы. После очередной чеканки заклепочного шва в августе 1963 г. котел был пущен в эксплуатацию.

Во время работы котла пропаривание значительно усилилось, однако руководство комбината, зная об этом, не остановило котел.

Через полтора месяца после пуска котла в работу в результате разрыва дефектного шва произошел взрыв. У барабана были оторваны оба днища, разрушены обмуровка, трубная система котла и здание котельной. Следует отметить, что котел не был предъявлен администрацией предприятия инженеру-контролеру по котлонадзору для внутреннего осмотра, хотя срок его освидетельствования истек.

Авария котла типа ТС-20-У

На ТЭЦ с 1954 г. находятся в эксплуатации котлы типа ТС-20-У с давлением 39 *ати*.

Во время работы одного из котлов вырвало трубу из трубного отверстия барабана, при этом выброшенными из топочной камеры горячими газами и паром травмировало водосмотра.

Расследованием установлено, что авария произошла из-за кольцевой трещины, образовавшейся в развальцованном конце трубы. При осмотре котла после аварии аналогичные трещины обнаружили еще у одной трубы. Повреждения труб явились следствием щелочной коррозии металла, возникновению и развитию которой способствовали недостатки, допущенные при монтаже и эксплуатации парового котла.

Очистка питательной воды производилась в натрий-катионитовых фильтрах, при этом относительная щелочность котловой воды доходила до 60%, что в несколько раз превышает допустимую.

Во время работы котла в вальцовочных соединениях обеих труб наблюдалось пропаривание. Нижние коллекторы, к которым были присоединены трубы, при нагревании не могли свободно перемещаться, так как были защемлены.

Вопреки требованиям Правил администрация ТЭЦ ни разу не проверила возможность свободного перемещения коллекторов и не придавала серьезного значения пропариванию, наблюдавшемуся в вальцовочных соединениях труб.

Меры предупреждения аварий, связанных с явлениями щелочной коррозии

Борьбу с «хрупкими» разрушениями следует вести комплексно по двум направлениям: принимать меры по снижению дополнительных термических напряжений и организации соответствующего водного режима.

Чтобы предупредить появление дополнительных напряжений действующих паровых котлах, нужно обеспечить максимально возможное повышение температуры питательной воды и равномерно питание котлов. Неудовлетворительными с этой точки зрения являются устройства по вводу питательной воды, состоящие из одной или двух труб с корытом, погруженным в воду. Эти устройства следует заменять напорными водораспределительными трубами. Такие трубы размещают либо в паровом пространстве над уровнем воды в барабане, либо в водяном объеме барабана. На котлах малой производительности с продольными барабанами можно применять устройство, представляющее собой коллектор из трубы диаметром 76/83 *мм* с насадками, выпускающими струи воды вдоль барабана.

Значительные температурные напряжения могут возникать в стенках барабана в местах их соединения со штуцерами для ввода питательной воды или других сред с температурой, отличающейся от температуры насыщения (ввод химических реагентов и др.). Такие штуцера необходимо снабжать защитными «рубашками», позволяющими исключить непосредственное омывание стенок барабана рабочей средой в местах ее ввода в барабан.

Важно обеспечить равномерный прогрев и охлаждение котлов при растопке и расхолаживании, а также строгое соблюдение норм времени, установленных для этих операций производственными инструкциями.

Специальными исследованиями, проведенными ОРГРЭС, установлено, что при растопках котлов в нижних барабанах могут возникать значительные температурные неравномерности, приводящие к короблению барабанов. Для предупреждения этих явлений необходимо оборудовать вертикально-водотрубные котлы, имеющие нижние барабаны, устройствами для парового обогрева нижних барабанов при растопке. Обогрев осуществляется путем подачи пара в барабан из соседнего котла. Для равномерного распределения пара внутри барабана применяют дырчатую трубу или парораспределительную трубу, снабженную эжекторами упрощенного типа.

Нельзя допускать работу котлов с резко переменными нагрузками и параметрами пара, а оставлять котел в горячем резерве можно лишь в исключительных случаях, при этом подпитку его нужно производить небольшими порциями. Необходимо особенно внимательно следить за постоянством нагрузки и нормальной температурой питательной воды в старых паровых котлах с клепаными барабанами, которые переведены на питание натрий-катионированной водой.

Химическая защита от межкристаллитной щелочной коррозии осуществляется присадкой в котловую воду нитратов (селитры) или танинсодержащих экстрактов. Наряду с этим целесообразно применять в котельных установках небольшой мощности способы водообработки, дающие возможность не только умягчать воду, но и понижать ее щелочность (например, аммоний- натрий-катионирование или др.).

Котлы высокого давления, работающие на мощных конденсационных станциях, рекомендуется переводить на режим чистофосфатной щелочности.

Старые клепаные котлы после их перевода на безнакипный режим стали подвергаться повышенной опасности «хрупких» разрушений, поэтому там, где имеются такие котлы, надо произвести проверку агрессивности котловой воды индикаторами агрессивности. Такую проверку следует производить и в других случаях, когда имеется предположение об агрессивности воды.

Проведение указанных профилактических мероприятий и организация должного надзора за состоянием элементов паровых котлов позволяет полностью ликвидировать аварии, связанные со щелочной коррозией металла.

АВАРИИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ИЗ-ЗА ПРЕВЫШЕНИЯ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ

В ст. 197—208 Правил по паровым котлам предусмотрено, что паровые котлы должны быть обязательно снабжены исправно действующими предохранительными клапанами, отрегулированными на давление в соответствии с указанием ст. 201 Правил. Работа котлов с неисправными или неотрегулированными предохранительными клапанами запрещается; также категорически запрещается заклинивать предохранительные клапаны или увеличивать нажатие на их тарелки путем добавления груза на рычаги или каким-либо другим способом.

Невыполнение указанных требований приводит к взрыву котлов от превышения давления. Особенно разрушительными являются взрывы котлов с большим водяным объемом.

Авария котла локомобиля П-75

На одном из торфопредприятий был установлен локомобиль П-75, работавший в условиях резко переменных нагрузок, зависящих от одновременности включения узлов агрегата, а также от свойств разрабатываемого торфа. Торфоагрегат не был оборудован устройством, защищающим от попадания пней в багерно-элеваторную машину, что часто приводило к перегрузке локомобиля.

В 1959 г. весной на котле было заменено 7 порванных связе а осенью — 24 связи. В июне 1960 г. было заменено 13 дымога ных труб. Документов, подтверждающих качество поставленны связей и труб, не оказалось. Обварка поставленных связей прои водилась неаттестованным сварщиком. Несколько дней до авари котел работал с пропуском в связях. Руководство предприятия н пыталось установить причину частых повреждений связей.

При обследовании предприятия до аварии было выявлен много недостатков в эксплуатации котла: а) проверка манометра водоуказательных стекол и водопробных краников производилась нерегулярно; б) предохранительные клапаны не были отрегули рованы на разрешенное давление; контрольный клапан не был опломбирован; в) допускалась работа котла на повышенном дав лении; г) поднятие давления пара после ночного перерыва про изводилось без соблюдения растопочного режима; д) производст венных инструкций для персонала на рабочих местах не имелось, е) манометры не имели пломб; ж) руководство паросиловым хо зяйством осуществлялось неаттестованным практиком.

Отмеченные инженером-контролером недостатки администра цией предприятия не были устранены.

Перед аварией котла в механизм пресса вместе с торфом по пал пень. В результате перегруза срезало сухари, установленны на муфте. Машинист локомобиля немедленно перекрыл пар, по ступавший из котла в машину локомобиля, но не принял при этом мер, предусмотренных инструкцией для персонала котельных к снижению давления пара в котле. Через несколько минут посл остановки машины, когда рабочие, обслуживающие котел, зани мались извлечением пня из пресса, котел взорвался, при взрыв травмировано несколько рабочих.

При осмотре котла после взрыва установлены следующие по вреждения:

а) произошел отрыв усилительного кольца лазового люка по основному металлу барабана в околошовной зоне, где толщина его составляла 2—4 *мм* при расчетной толщине 8 *мм;*

б) отрыв части корпуса барабана, начиная от люка;

б) отрыв части ухватного и шинельного листов как по основ ному металлу, так и по сварке;

г) ряд связей имел следы старого надрыва.

Признаков пережога металла топки вследствие упуска воды или загрязненности поверхностей нагрева не было. Легкоплавкая контрольная пробка не была повреждена. Внутренняя поверхность котла была чистая, без отложений накипи и шлама.

Учитывая характер повреждений и обстоятельства, при которых котел эксплуатировался до аварии, комиссия, расследовавшая аварию, установила, что основной причиной аварии явилось превышение давления в котле при наличии дефекта стенки котла (утонение до 2—4 *мм*).

Аварии котла локомобиля «Букау-Вольф»

Локомобиль был остановлен на планово-предупредительный ремонт, который производился бригадой слесарей ремонтно-механического цеха под руководством начальника механической мастерской.

Ремонт трехходового краника манометра и установка его на место были поручены неквалифицированному слесарю, ранее не выполнявшему таких работ.

По окончании ремонта у котла производилась сушка обмуровки, для чего в топке поддерживалось слабое горение. Предохранительные клапаны были открыты. Когда началось парообразование в котле, предохранительные клапаны закрыли. Поддержание

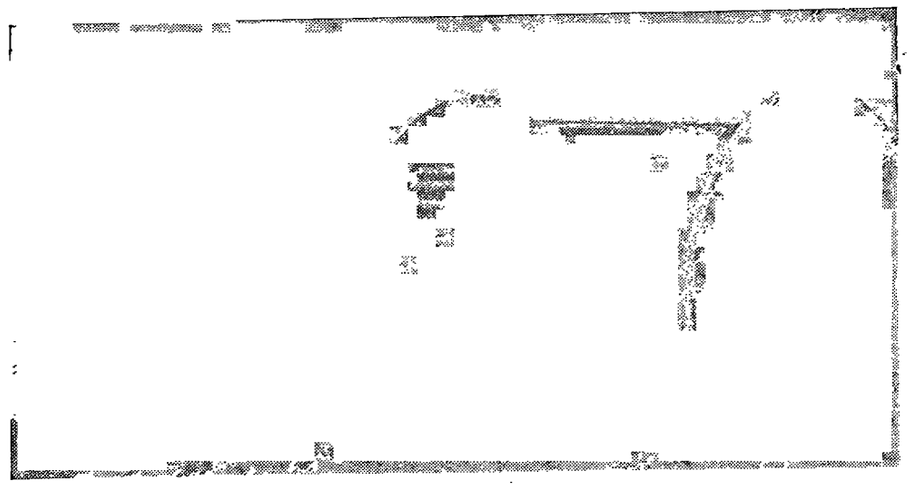


Рис. 15. Поврежденная выдвижная система локомобиля

горения в топке было поручено подвозчице топлива, ранее никогда не работавшей на котле.

Спустя некоторое время, через один из предохранительных клапанов стал выходить пар, при этом стрелка манометра только начала отрываться от нулевого деления. Машинист локомобиля, вместо того чтобы выяснить причину открытия предохранительного клапана, заклинил его. Скоро открылся второй предохранительный клапан. Вместо уменьшения горения в топке машинист заклинил и второй предохранительный клапан.

Через несколько минут после заклинивания клапанов произошел взрыв котла. В результате взрыва жаровая труба котла диаметром 1400 *мм* деформировалась по всей длине со сближением противоположных стенок до 75—100 *мм*. В месте соединения жаровой трубы с днищем произошел отрыв трубы по дуге длиной 1400 и 1000 *мм*. Переднюю трубную решетку прогнуло на 250 *мм*, из решетки вырвало 12 дымогарных труб (рис. 15).

Отдельные детали котла и арматуры разбросало по территории предприятия. Взрывом было разрушено помещение котельной

и повреждены другие помещения (рис. 16, 17). Повреждено так же разное оборудование, находившееся недалеко от места взрыва

При разборке трехходового краника, найденного после взрыва было обнаружено, что в верхней части канала краника, к которому присоединяется манометр, находилась паранитовая прокладка, отключившая канал краника от манометра, и стрелка манометра, отклонившись от нулевого деления вследствие небольшого

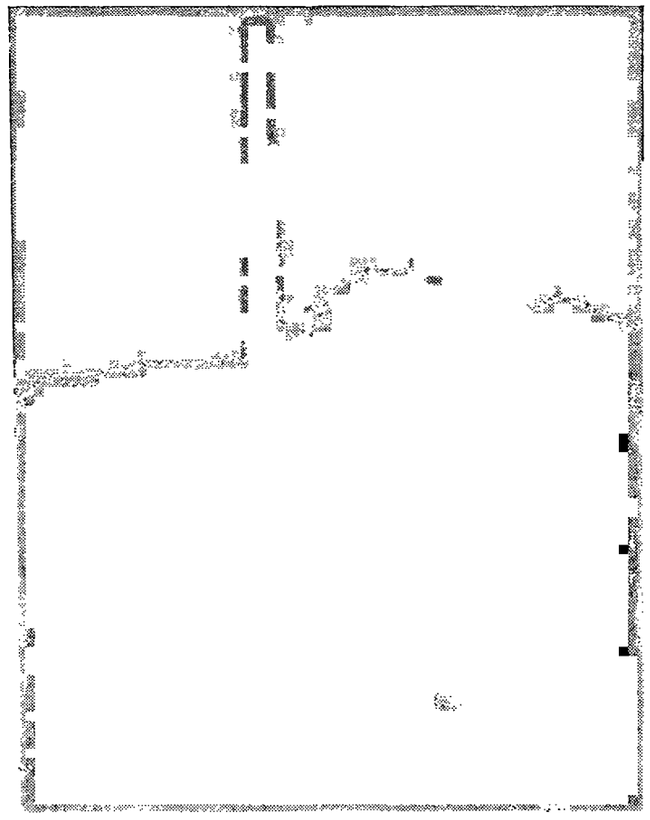


Рис. 16. Разрушенная котельная (вид снаружи)

пропуска пара под прокладку, не могла показывать давление пара в котле.

Случилось это потому, что ответственная работа по установке манометра бесконтрольно выполнялась неопытным слесарем, который даже не знал о назначении трехходового краника. Заклинивание предохранительных клапанов на котлах по-видимому применялось часто, так как из-за сильной вибрации при работе котла клапаны пропускали.

К обслуживающему персоналу не предъявилось достаточной требовательности в устранении грубейших нарушений Правил котлонадзора даже после приказа по Управлению легкой промышленности совнархоза, в котором обращалось внимание на

недопустимость заклинивания у котлов предохранительных клапанов.

Расследованием установлено, что персонал, обслуживающий котлы, не проходил периодической проверки знаний. Инструктаж

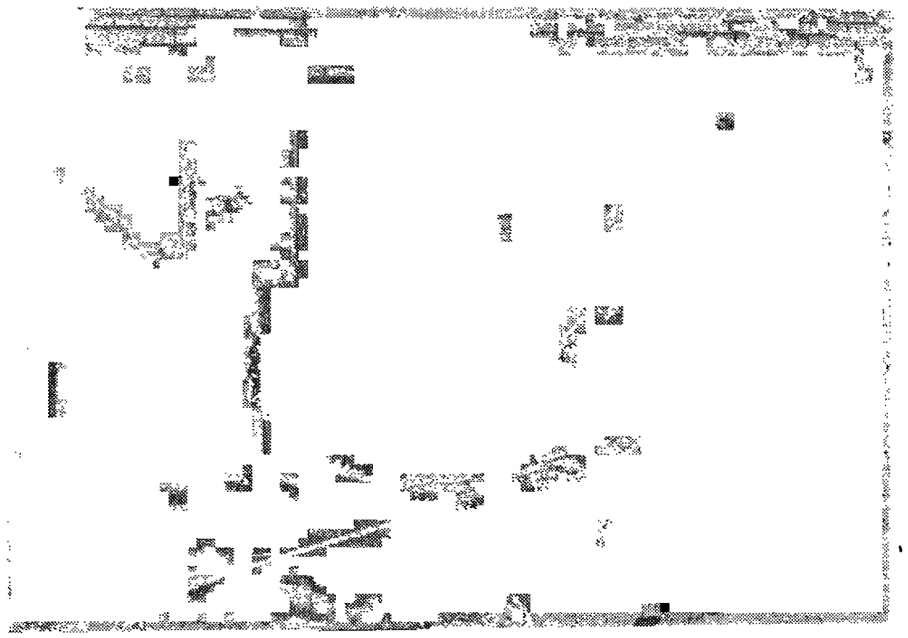


Рис. 17. Вид помещения котельной после взрыва

проводил начальник электросилового цеха, не знающий Правил эксплуатации котлов. Производственные инструкции администрацией не были разработаны и не были выданы на руки персоналу.

Авария котла ППК-51

Передвижной паровой котел ППК-51 с рабочим давлением 3 *ати* использовался только в зимнее время для разогрева смазочных масел, поступавших в железнодорожных цистернах. Для обслуживания котла назначали необученных, случайных лиц. В день аварии для обслуживания котла были назначены радист и слесарь, руководство осуществлял инженер склада горюче-смазочных материалов. Специального лица, ответственного за безопасное действие котлов и хорошо знающего их эксплуатацию, не было, несмотря на требования инженера-контролера Госгортехнадзора о его назначении.

Наполнив котел водой, рабочий стал растапливать его дровами, слесарь в это время занялся ремонтом неисправного питательного насоса. Так как продувочный краник водоуказательного стекла не продувался, его сняли, заглушив отверстие болтом. Инженер склада пошел в механическую мастерскую ремонтировать краник. Когда он возвратился, в котле уже был пар и для про-

должения растопки была включена паровая форсунка. Манометр показывал давление 1,5 *ати*. После установки на водоуказательном стекле отремонтированного продувочного крана и продувки стекла давление в котле показалось инженеру подозрительно высоким. Он высказал предположение, что показания манометра неправильные ввиду замерзания воды в сифонной трубке (темпе

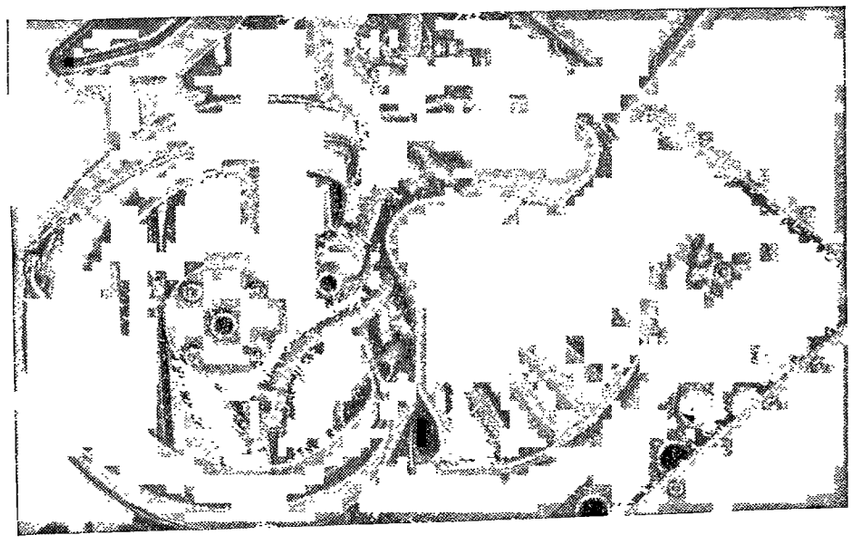


Рис. 18. Передвижной котел ППК-51 после взрыва

ратура наружного воздуха была ниже —30°). Инженер распорядился немедленно потушить форсунку, но было уже поздно: произошел взрыв котла (рис. 18).

При проверке предохранительных клапанов на стенде оказалось, что они не были отрегулированы на рабочее давление.

АВАРИИ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ИЗ-ЗА ИЗНОСА ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Аварии паровых котлов из-за износа элементов происходят вследствие отсутствия необходимого технического надзора за котлами со стороны администрации предприятий и паро-силовых цехов и несвоевременного проведения внутренних осмотров и профилактических ремонтов. Хотя количество аварий по этой причине составляет по отношению к общему количеству аварий котлов не большой процент, они сопровождаются большими разрушениями и травмированием обслуживающего персонала. Характерными авариями из-за износа элементов котлов являются следующие.

Авария котла «Бабкок-Вилькокс»

В котельной было установлено два котла «Бабкок-Вилькокс» с поверхностью нагрева 250 $м^2$ каждый и с рабочим давлением 15 *ати*.

В одном котле, несмотря на частые разрывы, кипятильные трубы не меняли с 1934 г. Общий износ труб был такой, что при гидравлическом испытании, произведенном комиссией под председательством главного инженера предприятия, через стенки многих труб выступала роса. Однако, несмотря на это, котел продолжали эксплуатировать при том же давлении, без замены изношенных кипятильных труб.

Администрация предприятия не принимала также мер к устранению других имевшихся недостатков: в течение трех лет обслуживающий персонал техническую учебу не проходил, не было периодической проверки знаний, приказом по предприятию не было назначено лицо, ответственное за безопасное состояние котлов. В котельной не был установлен телефон, поэтому из цехов часто приходили в котельную рабочие для выяснения вопросов подачи пара в цехи. Вопреки требованию ст. 22 Правил по паровым котлам топочные дверцы не имели щеколд и не запирались.

В день аварии в эксплуатации находился котел с изношенными кипятильными трубами. Котел обслуживали два кочегара, которые, готовясь к чистке топок, присели отдохнуть перед фронтом котла. К ним присоединился кочегар, ремонтировавший другой котел, подвозчики топлива и рабочий из производственного цеха, пришедший узнать, почему в цех не подается пар.

В это время при давлении пара 14 *ати* произошел разрыв кипятильной трубы. Из-за отсутствия щеколд на топочных дверцах струей пара из топки было выброшено горящее топливо.

Разорвавшаяся кипятильная труба имела толщину стенки 1,7 *мм* при первоначальной толщине 4 *мм*.

Авария паровозного котла

При эксплуатации паровоза на одной из угольных шахт не соблюдались требования Правил безопасности, грубо нарушались Правила содержания паровозов промышленных предприятий. Осмотр котлов и проверка арматуры в установленные сроки не производились, при остановках котлов контрольные отверстия в связях и анкерных болтах не прочищались. Все это привело к взрыву котла.

В день аварии, после отцепки от поезда, паровоз был поставлен на шлаковые канавы для чистки топки. Помощник машиниста пытался закачать воду в котел, но вследствие перегрева левого инжектора вода не закачивалась. Чтобы помочь помощнику машиниста, на паровоз поднялся машинист, а помощник машиниста отошел к правой стороне котла. В этот момент при давлении пара в котле около 12 *ати* произошел взрыв: так как топочная дверца не имела запора (щеколды), из топки выбросило пар. Взрывной волной машиниста выкинуло из будки через дверь, а помощник машиниста получил ожоги.

Осмотр котла показал: правая стенка топки имеет раздутие по всю высоту со стрелой прогиба 90 *мм;* из стенки огневой коробки вырвано девять головок связей, из кожуха топки — восемь; в стенках образовались отверстия диаметром по 20 *мм*. В правой стенке огневой коробки из общего числа связей 71 оборвано 68. Еще до аварии было заглушено 3 связи и 29 оборвано. Контрольные отверстия со стороны кожуха топки в оборванных связях полностью забиты и не допускали пропаривания, поэтому обрыв связей нельзя было обнаружить.

Стенки топки покрыты сплошной накипью толщиной 3,5–4 *мм*. Если бы котлы своевременно останавливались на очистку от накипи и промывку и контрольные отверстия каждый раз тщательно прочищались, авария могла бы быть предотвращена.

НАРУШЕНИЕ ПРАВИЛ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗОЛОУДАЛЕНИИ И ОБСЛУЖИВАНИИ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ ПАРОВЫХ КОТЛОВ

На некоторых предприятиях вследствие несоблюдения элементарных требований техники безопасности при обслуживании устройств золоудаления и топок паровых котлов имели место случаи травмирования рабочих.

Основными причинами травматизма явились: отсутствие дистанционного управления затворами зольных бункеров и ограждений вращающихся частей механизмов топочных устройств, не достаточное ограждение проемов шахт топок, а также несоблюдение персоналом котельных производственных инструкций.

На турбогенераторном заводе осмотр механизмов мельницы шахтно-мельничной топки производился, в нарушение производственной инструкции, при открытом шибере, отделяющем шахтную мельницу от топочной камеры, и включенном дутьевом вентиляторе, вследствие чего выброшенным из топки пламенем обожгло рабочих, находившихся в шахте.

В энергопоезде вследствие несвоевременной очистки зольных бункеров и отсутствия устройства для заливки золы и шлака в бункерах, при открывании бункера произошло обрушение слежавшейся золы и воспламенение несгоревших остатков топлива, при этом кочегар, находившийся вблизи бункера, из-за отсутствия дистанционного управления затвором получил тяжелые ожоги.

При воспламенении в зольном бункере несгоревших частиц топлива несчастный случай произошел на ТЭЦ молибденового комбината. В этом случае пламя и горячие газы распространились по каналу, находившемуся в стадии монтажа гидрозолоудаления, к соседнему котлу, в результате чего, работавшие там рабочие получили ожоги. Случай произошел вследствие того, что в наряде-допуске, выданном прорабом производственного участка и начальником котельного цеха, не было предусмотрено перекрытие канала гидрозолоудаления.

В котельной угольной шахты при очистке камеры пневмомеханического забрасывателя кочегар прикоснулся к неогражденной вращающейся муфте вала ротора, был захвачен за рукав спецодежды и тяжело травмирован. Аналогичный случай имел место и в котельной другого предприятия.

В котельной завода силикатного кирпича несчастный случай произошел из-за несогласованности действия кочегара и электромонтера. В связи с остановкой электродвигателя шурующей планки топки котла кочегар вращал ротор двигателя при помощи муфты. В это же время дежурный электромонтер производил проверку магнитных пускателей двигателя путем поочередного их включения. При внезапном включении двигателя кочегар был травмирован рукояткой.

В целях предупреждения несчастных случаев при обслуживании устройств золоудаления и механизированных топок паровых котлов необходимо:

1. Не допускать ввод в эксплуатацию вновь смонтированных паровых котлов, у которых устройства золоудаления и механизированные топки не отвечают требованиям Правил котлонадзора и заводских инструкций.

2. При обследовании котельных:

а) проверять наличие и исправность дистанционного управления затворами бункеров и заливкой шлака и золы, наличие ограждений вращающихся частей механизмов топочных устройств и проемов шахт топок;

б) обращать внимание администрации предприятий на необходимость более полного отражения в производственных инструкциях вопросов безопасной эксплуатации устройств золоудаления и механизированных топок.

О ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ ПРИ РАБОТЕ НА ЖИДКОМ И ГАЗООБРАЗНОМ ТОПЛИВЕ

В связи с переводом котлов ДКВ и ДКВР с твердого топлива на жидкое и газообразное участились случаи опасных деформаций в верхнем барабане и трубах боковых экранов этих котлов.

Так, в котельной автобусного парка был выведен из строя котел ДКВ 6,5—13, проработавший на газообразном топливе всего несколько месяцев.

При переводе котла на газ было произведено торкретирование верхнего барабана, но наблюдение за состоянием торкрета затруднялось из-за неправильного расположения гляделок. Умягчение питательной воды не производилось, питание котла осуществлялось конденсатом с добавлением около 30% сырой неочищенной воды, котел продувался один раз в смену.

Через некоторое время на регуляторной станции было увеличено давление газа до 500 *мм вод. ст.* и перед горелками — до 150—180 *мм вод. ст.*, вследствие чего факел горения вытянулся и стал выше, а расположение горелок осталось без изменений. В результате этого пламя из горелки стало касаться непосредственно труб экрана. Через месяц после очередной остановки котла на очистку и осмотр произошла авария: в топке послышался шум, из смотровых отверстий пошел пар, сработали взрывные предохранительные клапаны. Персонал котельной остановил котел в аварийном порядке. Последующий осмотр показал, что на 25 трубах правого бокового экрана имеется полоса пережженного металла высотой 500—600 *мм*, покрытая окалиной, отскакивающей от ударов молотка, а в стенках семи труб появились сквозные отверстия. В некоторых местах труб толщина стенки оказалась настолько мала, что от первого удара молотком образовались сквозные отверстия. Внутренняя поверхность этих труб покрыта сплошной накипью толщиной 3 *мм*.

Весь торкрет отстал от барабана, а в двух местах над факелом средней горелки — разрушился, обнажив металл нижней части барабана. В местах разрушения торкрета появились две отдулины 300×500 *мм* со стрелой прогиба 15—17 *мм* и произошло утонение стенки барабана на 3 *мм*.

Толщина накипи внутри барабана превышала 3,5 *мм*. Обе питательные трубы внутри барабана были оторваны и вода при питании котла попадала в одно и то же место над горелкой, способствуя образованию накипи на наиболее обогреваемых частях барабана. Таким образом, причинами аварии явились нарушение водного режима, невозможность наблюдения за состоянием торкрета и неправильное расположение горелок.

Зарегистрирован также случай повреждения котла ДКВ 6,5—13 и на другом предприятии. При применении электромагнитной обработки воды котел находился в эксплуатации без остановки на осмотр и очистку около пяти месяцев. Котел не был остановлен даже после того, как обвалилась торкретная защита барабана.

Нарушение водного режима и нормальных условий эксплуатации привели к образованию свищей на экранных трубах и одной отдулины на барабане размером 500×385 с прогибом 47 *мм*.

Толщина накипи на трубах и в барабане превышала 3 *мм*, а над отдулиной обнаружено скопление шлама высотой 150 *мм*.

Для предупреждения повреждений котлов ДКВ и ДКВР с давлением до 13 *ати*, переводимых на жидкое и газообразное топливо, в обязательном порядке должна производиться докотловая обработка питательной воды для обеспечения безнакипного состояния поверхностей нагрева.

Обязательной является также установка приборов контроля за температурой уходящих газов за котлом, до хвостовых поверхностей нагрева. Температура их не должна превышать 400°. При

сжигании в топках мазута следует применять только короткопламенные форсунки.

Перевод котлов на жидкое и газообразное топливо должен осуществляться лишь по проектам специализированных организаций, а котлов с давлением выше 13 *ати* — только по проектам, согласованным с ЦКТИ. Все поверхности нагрева следует предварительно тщательно очистить от накипи, шлама и других отложений. Во время работы котлов необходимо организовать систематическое наблюдение за состоянием футеровки обращенного к топке днища нижнего барабана, при каждой остановке котла на чистку или осмотр тщательно проверять нижнюю часть верхнего барабана, с записью результатов этой проверки в ремонтный журнал за подписью лица, ответственного за безопасное действие котлов. Своевременное выявление повреждений или разрушений торкрета в процессе эксплуатации котлов даст возможность предотвратить случаи серьезных аварий.

Повышение паропроизводительности котлов должно быть не более значений, указанных в табл. 1.

Таблица 1

Наличие пароперегревателя	Температура питательной воды, *град*	Наличие хвостовых поверхностей нагрева	Паропроизводительность котла в % от номинальной			
			ДКВ (по ГОСТ 3619—47)		ДКВР (по ГОСТ 3619—59)	
			топливо			
			печорский каменный и челябинский бурый угли	жидкое и газообразное топливо	печорский каменный и челябинский бурый угли	жидкое и газообразное топливо
Есть	50	Нет	90	115	90	115
»	100	»	100	130	100	130
»	50	Есть	100	130	100	130
»	100	»	110	140	110	140
Нет	50	Нет	100	130	100	130
»	100	»	115	150	105	135
»	50	Есть	115	150	105	135
»	100	»	125	160	115	150

Примечания:

1. Увеличение паропроизводительности свыше номинальной допускается для котлов, работающих при давлении 13 *ати* и ниже.

2. При установке только теплофикационных экономайзеров корректировка паропроизводительности производится, как для котлов без хвостовых поверхностей нагрева.

3. При сжигании твердого топлива может быть допущено кратковременное увеличение паропроизводительности котлов на 20—30% по сравнению со значениями, указанными в таблице.

В случае необходимости повышения паропроизводительности котлов, работающих на жидком топливе или газе, выше значений, приведенных в табл. 1, все части верхнего барабана, расположенные в топке и в камере догорания, должны быть надежно изолированы.

Для увеличения срока службы торкрета защиту барабана огнеупорным кирпичом следует производить по схеме, предложенной ЦКТИ им. И. И. Ползунова.

Изоляция верхнего барабана обязательна также в том случае, когда при паропроизводительности котлов, менее указанной в табл. 1, в рабочих условиях возможно ее превышение.

Пропускная способность предохранительных клапанов должна быть проверена расчетом на максимально возможную производительность котла.

АВАРИИ ПАРОПРОВОДОВ

Основными причинами аварий паропроводов в последние годы — были дефекты сварных соединений, допущенные при монтаже, а также установка труб из углеродистой стали вместо труб из легированной стали.

Авария паропровода высокого давления

Турбогенератор ТЭЦ работал в блоке с котлами по двум ниткам трубопровода Ø325×24 *мм*, с рабочим давлением 100 *ати* и температурой пара 540°.

При работе турбины машинист заметил образование свища в одной из ниток главного паропровода турбины. Примерно через 3 *мин* после этого произошел разрыв трубопровода.

Немедленно были приняты меры по разгрузке ТЭЦ и прекращению работы котлов.

При осмотре на поврежденном участке паропровода был обнаружен разрыв трубы на длине 1,25 *м* с характерными признаками ползучести металла у места разрыва (рис. 19). Неразорвавшаяся часть трубы имела раздутие до 365 *мм* по диаметру против первоначального диаметра 325 *мм* (рис. 20). У одного сварного стыка труба оторвана по всей окружности от соседнего участка. Оставшийся целый участок трубопровода отогнут в сторону турбины.

Разрыв трубы произошел вследствие нарушения технологической дисциплины работниками монтажного участка, которые вместо трубы из стали марки 12ХМФ установили трубу из стали марки Ст. 20, предназначенную для питательного трубопровода. Установка деталей трубопровода производилась без сверки маркировки труб с чертежами, а лишь по размерам деталей.

После окончания монтажа паропровода стилоскопирование производилось сварочной лабораторией монтажного треста; вследствие



Рис. 19. Разрыв трубы из стали марки Ст.20

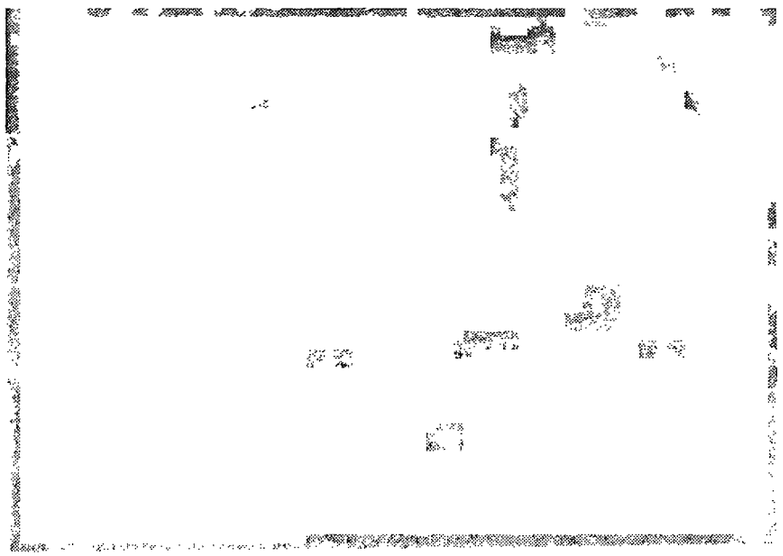


Рис. 20. Неразорвавшаяся часть трубы

небрежности стилоскописта труба из стали марки Ст. 20 не была выявлена и по всем деталям трубопровода было дано положительное заключение.

Разрыв паропровода

В паропроводе, работающем с давлением пара 20 *ати* и температурой 270°, в период эксплуатации были выявлены дефекты на двух участках — расслоение металла труб. Дефектные участки были удалены и поставлены новые участки трубы.

После ремонта паропровод администрацией предприятия был пущен в эксплуатацию, вопреки требованиям ст. 145 «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды», предусматривающей предъявление трубопровода инженеру-контролеру Госгортехнадзора РСФСР после ремонта, связанного со сваркой стыков, для производства наружного осмотра и гидравлического испытания.

Через несколько дней после пуска паропровода в эксплуатацию, по-видимому, вследствие гидравлического удара произошло сотрясение эстакады, по которой был проложен паропровод, а через час после этого произошел его разрыв. Компенсатор и часть паропровода длиной 40 *м* упали с эстакады на землю, а другая часть длиной 30 *м* была заброшена на верх эстакады (рис. 21).

Разрыв паропровода произошел по сварному стыку замененного участка, вследствие некачественной его сварки (рис. 22). За качеством сварочных работ организация, производившая ремонт паропровода, не установила надлежащего контроля.

АВАРИИ ВОДОГРЕЙНЫХ И ПАРОВЫХ КОТЛОВ С ДАВЛЕНИЕМ НЕ СВЫШЕ 0,7 *ати*

Авария котла НРЧ

В котельной было установлено два котла, один из них системы НРЧ ранее работал как водогрейный, а затем к нему был изготовлен паросборник, и котел стал работать как паровой с давлением до 0,7 *ати*. При изготовлении паросборника сварка производилась неаттестованными сварщиками с применением электродов неизвестной марки, качество сварных соединений не контролировалось. Котел после реконструкции не был освидетельствован, разрешение от органов надзора на пуск его в работу не было получено.

Предохранительное выкидное устройство (гидравлический затвор) на котле хотя и было установлено, но действие его никогда не проверялось и в дальнейшем оказалось, что оно было забито густой массой, препятствующей проходу воды и пара. Кочегары, обслуживающие котлы, не были обучены и даже не знали назначения этого устройства. Манометр на котле не проверялся в течение двух лет, присоединение его к котлу было сделано без трехходового краника, непосредственно к сифонной трубке. Отверстие в



Рис 21. Паропровод высокого давления, сброшенный с эстакады во время аварии



Рис. 22. Разрыв трубы паропровода по сварному шву

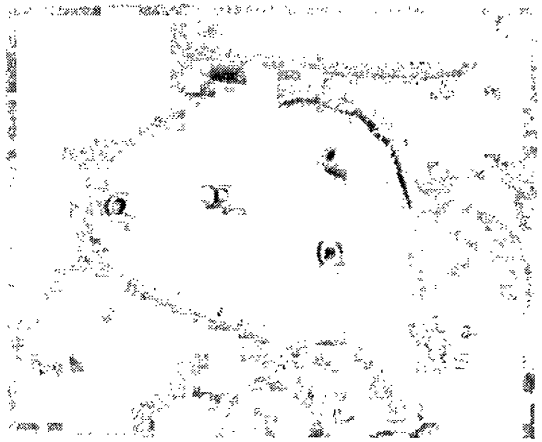


Рис. 23. Оторванное переднее днище котла НРЧ

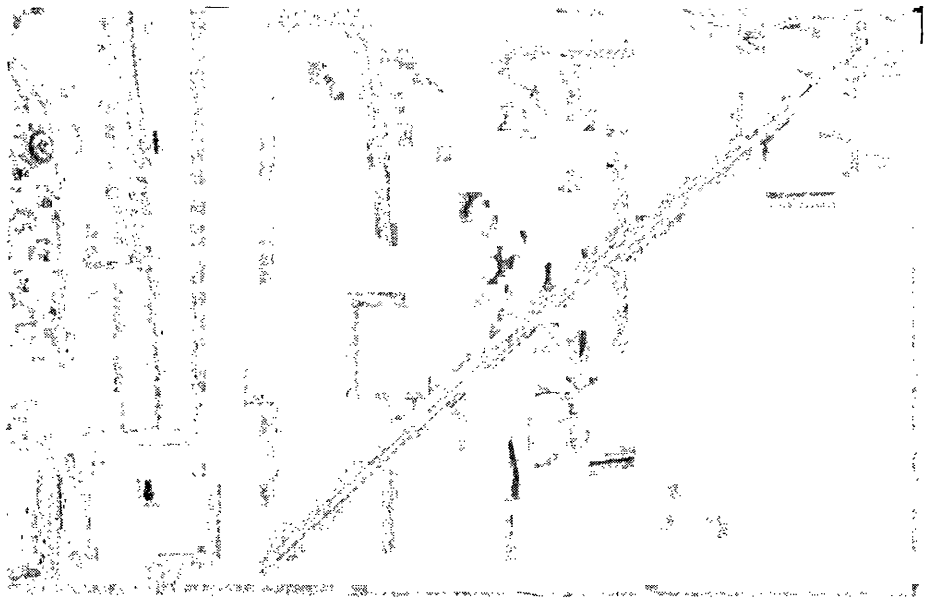


Рис. 24. Вид котлов НРЧ после аварии

бовой стенке котла, через которое сифонная трубка должна была сообщаться с паровым пространством, оказалось полностью забитым шламом. Таким образом, манометр с паровым пространством котла не сообщался. В результате этого при растопке котла с закрытым запорным паровым вентилем давление пара в котле значительно превысило рабочее и котел взорвался. Произошел



Рис. 25. Вид разрушений обмуровки котла

отрыв обоих днищ по сварному шву вследствие низкого качества сварки (рис. 23), паросборник был сорван с места и отброшен на 4 *м,* пробив при этом стену смежного помещения. Обечайка паросборника также разорвалась по сварному шву, разрушена обмуровка котлов (рис. 24, 25).

Силой взрыва кочегарам нанесены ушибы, повреждены коммуникации газовых, водяных и паровых трубопроводов, в оконных проемах выбиты рамы и стекла.

Авария парового котла «Стреля»

После окончания монтажа парового котла «Стреля», предназначенного для отопления механической мастерской, он был введен в эксплуатацию без предъявления органам надзора. При опробовании котла мастер, монтировавший его, отключил выкидное предохранительное устройство заглушкой и предложил кочегару держать давление в котле не ниже 1 *ати*. Отключение выкидного предохранительного устройства было вызвано тем, что давление пара 0,7 *ати* оказалось недостаточным для прогрева всей системы, а гидравлический затвор не давал возможности повысить давление. Когда давление в котле по манометру поднялось до 1 *ати*, кочегар открыл вентили на паропроводе, идущем в механическую мастерскую, и пошел проверить отопительные радиаторы.

Вернувшись в котельную, он обнаружил, что стрелка манометра находится около нуля. Вместо того чтобы вначале проверить исправность манометра, кочегар сразу же закрыл вентили на паропроводе. Через несколько минут после этого котел взорвался. Сухопарник котла был отброшен на 35 *м* от котельной.

При осмотре было обнаружено, что отверстие штуцера манометра забито окалиной и манометр поэтому не показывал давления пара в котле. Определить давление, при котором котел взорвался, не представилось возможным.

Взрыв водогрейного котла, изготовленного собственными силами

В связи с предстоящим подключением к существующей котельной нового жилого дома главный инженер рудника вопреки общему мнению участников специального технического совещания приказал установить в котельной, рядом с двумя котлами «Универсал», третий водогрейный котел. Котел изготовили в механических мастерских рудника без чертежей, необходимых расчетов и сертификатов на материалы. Конструкция котла была предложена рационализаторами предприятия. Сварочные работы выполнялись неди пломированными сварщиками, качество сварных швов не проверялось.

При установке котла на место оказалось, что в существующие проемы котельной он не проходит, поэтому котел разрезали на две части и затем в котельной сварили вновь.

На котле не было установлено никаких контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств.

При работе котла неоднократно наблюдались пропуски в сварных швах приварки днища, но они тут же подваривались без предварительной разделки шва.

Ранее при монтаже котлов «Универсал» в котельной были допущены отступления от проекта и грубые нарушения Правил: обводы с обратными клапанами или предохранительные клапаны не были установлены, отсутствовали задвижки для переключения системы на естественную циркуляцию при неполадках с циркуляционными насосами, на трубопроводах, соединяющих систему с расширительным баком, поставлены вентили, во всей котельной не было ни одного манометра и ни одного термометра.

Из-за течи вентилей на трубопроводах к расширительному сосуду и попадания воды в квартиры жильцы обычно закрывали эти вентили.

В день аварии котлы работали с повышенной форсировкой, так как стояки одного из жилых домов прогревались недостаточно.



Рис. 26. Разрыв передней стенки котла

Из-за шума, создаваемого дутьевыми вентиляторами, не было слышно, работает ли циркуляционный насос.

В условиях усиленной форсировки котлов при закрытых вентилях на трубопроводах к расширительному баку и случайного отключения циркуляционного насоса (случаи самопроизвольного отключения насоса наблюдались и раньше) началось парообразование, вызвавшее значительное повышение давления и взрыв котла.

В результате взрыва плоское днище камеры оторвалось по сварному шву (рис. 26), повреждены все трубопроводы в котельной, разрушено железобетонное потолочное перекрытие.

Авария парового котла низкого давления

В котельной одного хлебозавода находились в эксплуатации два паровых котла. Котельная отделялась от производственного помещения дощатой перегородкой, а не брандмауэром, как это предусмотрено ст. 38. Правил по котлам низкого давления. На оба котла имелось одно предохранительное выкидное устройство и один манометр, которые присоединялись к общей гребенке после

запорных вентилей от котлов вопреки требованиям ст. 81 и 86 указанных Правил, в соответствии с которыми предохранительно устройство и манометр должны устанавливаться на каждом котле.

При растопке одного из котлов запорный вентиль не открыли, и, таким образом, манометр и предохранительное устройство оказались отключенными от котла.

Вследствие этого при растопке было допущено превышение давления свыше 0,7 *ати* и котел взорвался.

Авария котла «Универсал»

В одной из отопительных котельных предохранительное выкидное устройство, установленное на чугунном котле «Универсал», было отключено заглушкой. Это было сделано с целью повышения рабочего давления в котле до 5 *ати* вместо допускаемого 0,7 *ати,* при этом на шкале манометра красная черта также была нанесена на делении 5.

Вопреки требованиям ст. 102 и 104 Правил по котлам с давлением до 0,7 *ати* кочегарами работали необученные рабочие, а теплотехником был назначен бывший машинист паровоза, не знавший особенностей работы таких котлов. Ни теплотехник, ни кочегары не имели представления о назначении выкидного предохранительного устройства.

При растопке котла стал пропускать сальник водоуказательного стекла, которое только перед растопкой было поставлено.

Уровень воды в стекле в это время находился около верхней кромки стекла, давление в котле было 2,5 *ати.*

Рис. 27. Котел «Универсал» после аварии

Теплотехник начал подтягивать пропускавший сальник, и в это время произошел взрыв котла.

Взрывом была разрушена топка, левая половина котла была сдвинута с места, осколки котла разлетелись по котельной, выбиты оконные переплеты и двери котельной (рис. 27).

При осмотре водоуказательного стекла было обнаружено, что нижнее отверстие его было забито сальниковым уплотнением и стекло оказалось отключенным от котла.

Причиной аварии послужил перегрев поверхностей нагрева котла из-за упуска воды при работе на повышенном против допускаемого давлении.

Взрыв парового котла с давлением 0,7 *ати*

Несмотря на постоянную потребность в паре для технологических нужд завода, вопросам надежной и безопасной эксплуатации котлов не уделялось должного внимания. Котел, предназначенный для работы с давлением 0,7 *ати,* обслуживался необученными работниками, никогда ранее не работавшими на котлах. Водоуказательная арматура, установленная на котле, была неисправна. Неоднократные заявления кочегаров о невозможности работать на котле без водоуказательных приборов оставались без внимания и механик завода приказал продолжать работу при неисправной арматуре.

На котле вместо выкидного предохранительного устройства был установлен рычажный клапан, действие которого никогда не проверялось.

Заметив во время работы пропуск воды через одну из заглушек в нижней части котла, кочегар хотел быстро выпустить пар через предохранительный клапан, но не смог поднять его. Тогда он открыл топочную дверцу и включил насос для подпитки котла водой.

Уровень воды в котле нельзя было определить вследствие неисправности арматуры. В этот момент произошел взрыв котла. Кочегар получил ранения и ожоги. Котельное помещение полностью разрушено, повреждены стены производственного корпуса и компрессорной. Падающими частями перекрытия котельной была тяжело ранена работница, находившаяся в 10 *м* от котельной.

Корпус котла в результате взрыва оказался разорванным по сварным швам и по целому металлу; внутренняя цилиндрическая часть вмята во внутрь.

Взрыв произошел из-за упуска воды из котла с последующей подкачкой.

Взрыв водогрейного котла «Универсал»

Монтаж котлов был произведен с отступлением от требований Правил по котлам низкого давления. Котлы пущены в эксплуатацию без предъявления их органам надзора. У задвижек на трубопроводах горячей воды не были установлены обводные линии с обратными клапанами, не было термометров для замера температуры воды, манометры просрочены проверкой, трехходовые краники на манометрах отсутствовали. Ответственное лицо за безо-

пасное действие котлов приказом по комбинату не было назначено Кочегары не обучены и аттестацию не проходили. Инженер-контролер Госгортехнадзора, обследовавший котельную Горпромкомбината, запретил дальнейшую работу котлов. О результатах обследования котельной и о запрещении работы котлов инженер-контролер сообщил директору комбината. Администрация завода запретила старшему кочегару производить растопку котла. Однако



Рис. 28. Котел «Универсал» после взрыва

кочегар не выполнил распоряжение администрации и стал производить растопку котла, не заполнив предварительно отопительную систему водой. Спустя некоторое время, произошел взрыв котла, в результате которого кочегару и электромонтеру, находившимся в котельной, нанесены тяжелые травмы. Котел полностью разрушен (рис. 28), отброшенными секциями котла повреждены трубопроводы, выбиты рамы оконных проемов.

Недисциплинированность обслуживающего персонала имела место и раньше, но руководство комбината не принимало мер к укреплению трудовой дисциплины. Результатом этого явилась авария котла с тяжелыми последствиями.

Взрыв парового котла, изготовленного собственными силами

По указанию главного инженера строительного управления в механических мастерских под руководством главного механика был изготовлен паровой котел с общим водяным объемом 960 *л* и рабочим давлением 0,7 *ати*, предназначенный для прогрева бетона непосредственно на строительной площадке.

Изготовление котла производилось по эскизному наброску, без технических условий, чертежей и расчетов путем приварки к трубе диаметром 1020 *мм* и длиной 1200 *мм* двух плоских днищ. Для установки арматуры в цилиндрическую часть и днища вварены четыре патрубка. Сварочные работы выполнялись недипломированными сварщиками, качество сварных швов не контролировалось. Топку расположили под цилиндрической частью котла.

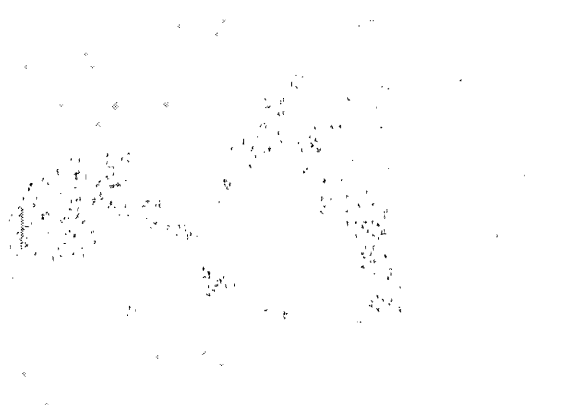


Рис. 29. Вид перевернутого котла с оторванным днищем

Для того чтобы иметь возможность перемещать котел по строительной площадке, его поставили на салазки. Манометр с делением шкалы 25 *ати* оказался неисправным, пружинный предохранительный клапан не регулировался, питательные приборы отсутствовали. Для заполнения котла водой его периодически транспортировали к действующей котельной. В местах строительной площадки, где передвижение котла на салазках затруднено, котел переставляли с одного места на другое грузоподъемным краном. Обслуживание котла производилось строительными рабочими, не знакомыми с устройством котла и не имеющими навыков в его обслуживании.

Взрыв котла произошел на строительной площадке. Днище со стороны топки оказалось полностью оторванным по сварному шву, котел отлетел в сторону на 12 *м* и, ударившись о колонку, упал вверх салазками (рис. 29). При взрыве пострадали рабочие, находившиеся на площадке. Расчетом установлено, что взрыв произошел при давлении в котле свыше 15 *ати*.

Авария водогрейного котла МГ-2

Старший кочегар без разрешения заведующего котельной приказал необученному сменному кочегару растопить находившийся в резерве котел МГ-2, при этом он предложил ему перед растопкой

проверить положение задвижек и открыть их, если они закрыты Сменному слесарю он предложил поставить на котел манометр.

Не проверив лично выполнение своих указаний, старший кочегар, кончив смену, ушел домой. Его распоряжения сменным кочегаром и слесарем не были выполнены, и котел был растоплен с закрытыми задвижками и без манометра. Наблюдение за температурой воды на выходе из котла также не велось. Когда через предохранительный клапан начал выходить пар, они вспомнили о необходимости открыть задвижки. Слесарь поднялся на котел, чтобы открыть задвижку на трубопроводе горячей воды, а кочегар начал открывать задвижку на обратной линии. Прежде чем открыть задвижку, слесарь решил открыть предохранительный клапан и выпустить пар. В это время произошел взрыв котла.

Авария водогрейного котла «Стреля»

В котельной было установлено пять водогрейных котлов. На пуск их в работу разрешения от органов надзора не было получено. В отступлении от требований ст. 59 и 61 Правил по котлам низкого давления на котлах не были установлены термометры и манометры. Вместо предохранительных клапанов у задвижек на трубопроводах горячей воды были поставлены обводные линии с обратным клапаном.

При опробовании котлов оказалось, что из-за недостаточной тяги температура воды в котлах выше 30° не поднимается. Решено было поочередно переделать дымоходы. Вначале стали переделывать дымоходы у котлов № 4 и № 5. При этом в трубопровод горячей воды и в обратную линию были врезаны временные задвижки между котлами № 3 и № 4. После переделки дымоходов у котлов № 4 и № 5 были остановлены котлы № 1 и № 2, и подачу горячей воды начали производить от котлов № 4 и № 5. В связи с недостатком горячей воды решено было растопить котел № 3, но при этом забыли открыть временно установленные задвижки.

Котел № 3 оказался отключенным от системы и при растопке взорвался от превышения давления. Имеющаяся на котле обводная линия не помогла, так как и она была отсоединена временной задвижкой от общего трубопровода горячей воды.

При взрыве передняя секция котла разорвалась на части. Труба горячей воды вместе с обводной линией оторвалась от общего трубопровода по сварным швам.

АВАРИИ СОСУДОВ, РАБОТАЮЩИХ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Большинство аварий сосудов, работающих под давлением, составляют взрывы, обычно сопровождающиеся значительными разрушениями.

Основными причинами аварий сосудов являются:

а) значительное превышение давления из-за неисправности предохранительных клапанов, нарушения технологического процесса или воспламенения паров масла в воздухосборниках;

б) неисправность запорных устройств крышек сосудов и предохранительных сигнальных устройств автоклавов с байонетными затворами.

Авария шарового баллона-аккумулятора

Аккумуляторная установка для прессового отделения, находившаяся в помещении насосов, состояла из четырех попарно соединенных между собой шаровых баллонов емкостью по 60 *л* каждый, рабочим давлением 230 *ати*. Рабочей средой служила смесь масляной антикоррозийной эмульсией с азотом.



Рис. 30. Шаровой баллон-аккумулятор после взрыва

Автоматический клапан для включения и выключения аккумуляторной установки и предохранительное устройство не были отрегулированы.

В начале смены прессовщица вызвала из насосной машиниста для устранения ненормальностей в работе прессов. При подъеме пуансона пресса из нижнего рабочего положения в верхнее машинист заметил, что стрелка манометра стала резко подниматься. Для выяснения причин он побежал в насосную, но, не добежав до нее, услышал звук взрыва.

При взрыве разорвался один из баллонов, расположенный внизу (рис. 30), второй баллон силой взрыва был сорван с места и подброшен вверх. Ударившись в балку потолочного перекрытия и не пробив ее, он упал на пол насосной.

Разрушение баллона произошло по границе сплавления основного металла полусферы с наплавленным металлом в месте при-

варки трубки, соединяющей оба баллона. В очаге разрушения имелся непровар размером 18×4 *мм* и газовый пузырь размером 15×2 *мм*.

Как показали расчеты, взрыв баллона произошел при давлении свыше 600 *ати* при разрешенном давлении 230 *ати*. Это подтверждается также контрольной стрелкой манометра, показывающей максимальное давление 640 *ати*. Причина резкого повышения давления не определена, так как в это время в насосной никого не было. Производственной инструкцией не было предусмотрено запрещение оставления без надзора работающих сосудов.

Взрыв ресивера

В помещении насосной кислородной станции был установлен ресивер емкостью 1000 *л* и без разрешения органов надзора введен в эксплуатацию. За время эксплуатации ресивер ремонтировали, при этом приварили днище к обечайке внахлестку односторонним швом. В течение пятилетней эксплуатации внутренняя поверхность ресивера ни разу не очищалась и технические освидетельствования не проводились. Компрессор обслуживал необученный и неаттестованный машинист компрессорной. Температура охлаждающей воды и сжатого воздуха не замерялась. По заявлению машиниста при работе компрессора нагнетательная труба нагревалась так, что на ней загорались тряпки (при пробном пуске компрессора после взрыва ресивера температура нагнетаемого воздуха в течение 5 *мин* достигла 160°). Анализ смазочного масла на температуру вспышки не производился.



Рис. 31. Днище ресивера после взрыва

Взрыв ресивера произошел в момент выхода машиниста из помещения компрессорной, взрывной волной он был вытолкнут на улицу дверью, которая открывалась внутрь помещения.

Давление воздуха по манометру в ресивере перед взрывом было 5 *ати*.

В результате взрыва оторвало и смяло нижнее днище ресивера (рис. 31), выбило в компрессорной все стекла. При взрыве наблюдалось выделение дыма. Все помещение забрызгало маслом.

На внутренних стенках ресивера имелся нагар толщиной 4—5 *мм*.

Причина взрыва — отсутствие технического надзора со стороны администрации предприятия за содержанием и эксплуатацией ресивера, в результате чего из-за загрязнения охладителей компрессора нагнетаемый воздух не охлаждался. Это привело к значительному повышению его температуры и воспламенению паров масла в ресивере.

Взрыв варочного котла

В жировом цехе мясокомбината были установлены два котла с рабочим давлением в паровой рубашке 3 *ати*. Емкость рубашки каждого котла 345 *л*.

Вся система, состоящая из двух котлов и двух отстойников, не была введена в эксплуатацию вследствие незаконченности монтажа. В котлах по распоряжению главного механика комбината до использования их по назначению стали подогревать воду, причем регулирование предохранительных клапанов не производилось, а пар подавался от паровозного котла с рабочим давлением 14 *ат* без редуцирующих устройств на паропроводе.

В результате значительного превышения давления произошел взрыв котла. Внутренний корпус котла весом 400 *кг* был подброшен вверх, пробил чердачное перекрытие и крышу при обратном падении задержался на чердачном перекрытии.

Взрывной волной в помещении выбиты оконные переплеты и двери, в соседнем помещении выбиты окна (рис. 32 и 33). Второй котел отброшен на 3 *м* от места его установки.

Предохранительный клапан и манометр от котла оторваны. Невыполнение администрацией комбината основных требований «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», выразившееся в вводе в эксплуатацию варочных котлов с неотрегулированными предохранительными клапанами, без редуцирующих устройств, без предварительного обучения обслуживающего персонала и без разрешения органов надзора, привело к взрыву варочного котла.

Взрыв масловлагоотделителя

На одном из предприятий масловлагоотделитель пятой ступени компрессора с расчетным давлением 160 *кгс/см*^{2} был изготовлен из цельнотянутой трубы. Один конец трубы был закрыт навертывающейся крышкой, другой конец был обжат и заглушен.

Масловлагоотделитель работал с повышенным давлением, доходившим до 200 *ати*. При технических оствидетельствованиях сосуда внутренний осмотр не производился, хотя была возможность частичного осмотра его внутренней поверхности.

Воздух в сосуд поступал по изогнутому патрубку со срезом на конце таким образом, что струя воздуха попадала на стенку в течение ряда лет на одно и то же место, в результате чего



Рис. 32. В цехе после взрыва варочного котла

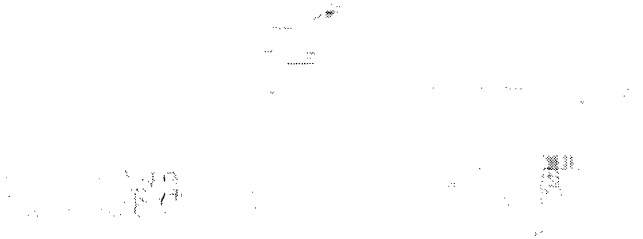


Рис. 33. Вид здания после аварии варочного котла

образовалось значительное местное утонение стенки на площади 210×130 *мм*. Работа масловлагоотделителя при завышенном давлении с утоненной стенкой привела к взрыву (рис. 34). Проведение частичного внутреннего осмотра дало бы возможность обнаружить утонение стенки и предотвратить взрыв масловлагоотделителя.

Авария цистерны с пропан-бутаном

Для перевозки сжиженного пропан-бутана от газонаполнительной станции на завод была приспособлена автоцистерна объемом 3,5 $м^3$, работавшая под давлением до 13 $кгс/см^2$. Заполнение автоцистерны на газонаполнительной станции производилось без применения весов или других надежных способов контроля, исключающих возможность переполнения. Все операции по заполнению нескольких цистерн, удаленных друг от друга, производились одним человеком по способу «травления газа», заключающемуся в искусственном создании разности давлений в стационарной и наполняемой емкостях.

Прекращение подачи жидкого газа в наполняемые цистерны осуществлялось по неправильной схеме, при которой не обеспечивалось наличие необходимого свободного газового объема в цистерне.



Рис. 34. Вид поврежденного масловлагоотделителя

Газовщики неоднократно предупреждали администрацию об опасности, которая грозит им при таком порядке наполнения цистерн, но ни главный механик завода, ни начальник цеха не приняли никаких мер.

В день аварии цистерна после ее заполнения пропан-бутаном была отбуксирована трактором с наполнительной станции на завод. Принимая цистерну, дежурный газовщик увидел, что вся цистерна покрыта инеем, при открывании трехходового краника манометра из него пошел жидкий газ. Не имея никаких инструкций на этот счет и не зная, что ему делать при переполнении цистерны, он пошел в компрессорную, чтобы доложить старшему газовщику и получить от него указания. Во время обсуждения создавшегося положения они услышали глухой звук разрыва цистерны.

Выйдя из компрессорной, газовщики увидели, что из цистерны выделяется большое белое облако паров пропан-бутана, которое будучи тяжелее воздуха двигалось понизу в сторону главного корпуса завода, находящегося в 50 *м* от цистерны, образуя сплошную белую полосу. Через несколько минут пары пропан-бутана проник-

ли в помещение газогенераторной станции завода и при соприкосновении с огнем зольника мгновенно воспламенились. Огонь по полосе газа перекинулся к цистерне. Горящую цистерну пытались затушить путем наложения асбестового покрывала, но это не дало результатов. Прибывшая пожарная команда также не могла затушить цистерну пеной из пеногенератора, горение газа в цистерне продолжалось 14 *ч*.



Рис. 35. Пропан-бутановая цистерна после взрыва

По заключению лаборатории прочности материалов института машиноведения Академии наук СССР, разрыв цистерны (рис. 35) произошел при давлении в ней 31 *кгс/см*^{2}. Такое повышение давления образовалось в результате расширения жидкого газа в полностью заполненной цистерне при повышении температуры наружного воздуха от минус 16,5° при наполнении до минус 9,9° перед взрывом.

Расчетом установлено, что для обеспечения 15%-ого свободного объема цистерны необходимая длина контрольной трубки должна быть 21 *см*, а фактически трубка в цистерне была длиной 16 *см*, что соответствует свободному объему лишь 10,5%.

Взрыв сушильного барабана

Многобарабанная сушилка для сушки тканей после сернистого крашения, изготовленная в 1911 г., часто выходила из строя вследствие изношенности барабана с утонением стенок до 0,85 *мм* при расчетной толщине 2,5 *мм*.

Отдельные барабаны, стенки которых сминались или разрывались, заменяли новыми, а к замене всех барабанов, находящихся в эксплуатации более 45 лет, необходимых мер не принимали.

В сушилку пар подавался из центральной котельной от котлов с рабочим давлением 12 *ати* через редуцирующее устройство, понижающее давление до 3 *ати*, с тем чтобы после снижения давления из-за потери в паропроводе давление пара перед сушилкой было 2 *ати*. На давление в 2 *ати* должен был быть отрегулирован предохранительный клапан сушилки.

Инструкция по обслуживанию сушилки должна быть вывешена на рабочем месте и выдана на руки персоналу. Обслуживающий персонал должен быть обучен и аттестован.

Однако все эти требования Правил котлонадзора были нарушены, в результате чего произошел взрыв сушильного барабана с травмированием обслуживающего персонала.

Авария автоклава-хлоратора

Перед загрузкой фосфора в хлораторы производственной инструкцией было предусмотрено взятие пробы из автоклава для анализа на отсутствие в нем пятихлористого фосфора. В смену, когда произошла авария, проба была взята старшим аппаратчиком,



Рис. 36. Автоклав-хлоратор после взрыва

но при этом он не произвел продувки сифона пробоотборника азотом, как это предусматривается производственной инструкцией. При анализе взятой таким образом пробы наличие пятихлористого фосфора не было обнаружено. В предыдущей смене хлоратор долгое время не работал и остыл. Вследствие низкой температуры реакция между загруженным в автоклав фосфором и пятихлористым фосфором, имевшимся в нем, началась не сразу в момент загрузки. Давление в хлораторе появилось и начало быстро возрастать только после нагрева хлоратора паром. Несмотря на разрыв предохранительной мембраны, давление так быстро возрастало, что автоклав разорвался. При взрыве была разрушена крышка

хлоратора (рис. 36), помята и отброшена колонна его, хлоратор полностью вышел из строя. Взрывной волной были разрушены технологические трубопроводы и повреждено производственное здание.

Авария воздухосборника

Передвижной компрессор ЗИФ-51 был установлен на уклоне шахты для подачи сжатого воздуха в шахту. Компрессор часто останавливался на ремонт, так как нагнетательные клапаны, изготовляемые механическими мастерскими, быстро изнашивались и ломались. Администрация шахты не принимала никаких мер к улучшению качества изготовления клапанов.

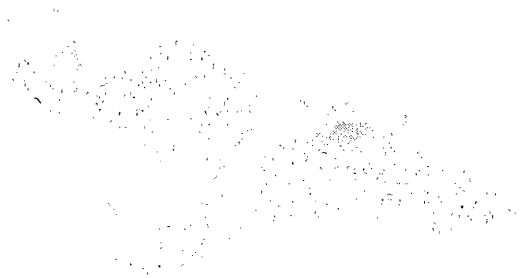


Рис. 37. Ресивер передвижного компрессора ЗИФ-51 после взрыва

Обслуживание компрессора было поручено по совместительству необученным работницам, основной работой которых было управление лебедкой по подъему грузов. Компрессорное помещение находилось на расстоянии 40 *м* от рабочего места работниц. В 2 *ч* ночи на компрессорной установке, оставленной без надзора, произошел взрыв воздухосборника. Смятая цилиндрическая часть воздухосборника была отброшена на расстояние 3 *м*, а оторванное днище на расстояние 12 *м* (рис. 37).

Взрыв произошел вследствие воспламенения в воздухосборнике паров масла, так как из-за пропуска нагнетательных клапанов воздух циркулировал из цилиндра высокого давления в воздухосборник и обратно, температура воздуха при этом сильно повысилась. О перегреве воздуха свидетельствовало также наличие цветов побежалости на цилиндре и клапанах компрессора.

Аварии сосудов, оборудованных быстросъемными крышками, и мероприятия по их предупреждению

Во многих отраслях народного хозяйства РСФСР находится в эксплуатации большое количество сосудов (автоклавов) со съемными крышками, работающих под давлением пара или газа. Такие сосуды предназначены для ведения в них самых различных технологических процессов, протекающих в различных средах с широким диапазоном рабочих параметров. Различны также и емкости сосудов: от нескольких десятков литров до 70 $м^3$ и более.

В конструкциях таких сосудов, выпущенных до 1945 г., съемные крышки крепились к корпусу с помощью откидных болтов, присоединяемых на шарнирах к корпусу сосуда. Число болтов устанавливалось в зависимости от диаметра сосуда и величины рабочего давления среды. Для закрывания и крепления крышек требовались значительное время и большие затраты физического труда рабочих. Повышение рабочих параметров газа и пара (давление, температура), а также применение эффективных катализаторов позволили в значительной степени сократить время, необходимое для ведения того или иного технологического процесса. Так, например, увеличение давления пара в автоклаве с 8 до 16 *атм* позволило сократить время, необходимое для создания максимальной прочности изделий из силикатных материалов, в 2—3 раза. В результате этого в ряде случаев время, необходимое для загрузки в автоклав сырья, для закрывания, крепления и открывания съемных крышек, стало равно времени ведения технологического процесса.

Закрывание крышек с болтовыми креплениями, очень трудная операция; это является препятствием в повышении производительности сосудов.

С целью устранения этих недостатков были разработаны различные конструкции сосудов с быстросъемными крышками: в одних крышки крепятся к корпусам сосудов с помощью байонетных и полукольцевых затворов, в других — с помощью клиновых и бугельных захватов.

Автоклавы, имеющие быстросъемные крышки с байонетными (штыковыми) затворами, широко начали изготовляться в СССР с 1947 г. Для открывания и закрывания крышек на корпусе автоклава установлена поворотная консоль. Крышка крепится к консоли при помощи специальной подвески и может поворачиваться вокруг горизонтальной оси. Для крепления крышки к корпусу автоклава ее зубья заводятся в пазы зубчатого венца, укрепленного на корпусе автоклава. Вращение крышки или байонетного кольца осуществляется с помощью ручного редуктора или гидравлического и пневматического приводов (рис. 38 и 39).

Автоклавы с изображенными на рис. 38 и 39 конструкциями крепления крышек имеют размеры: по диаметру — от 1 до 3,5 *м*, по длине — от 3 до 45 *м*.

Большое применение, особенно в химической промышленности, находят сосуды, имеющие быстросъемные крышки с полукольцевыми захватами (затворами системы инженера Штрейса).

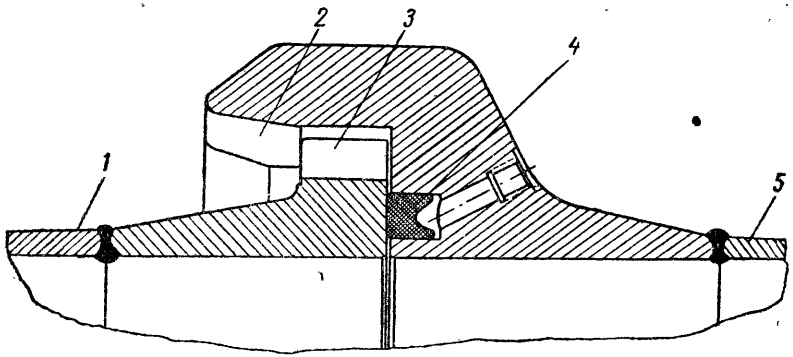


Рис. 38. Зацепление зубьев крышки и венца автоклава с ручным приводом:

1 — корпус крышки, *2* — зуб венца, *3* — зуб крышки, *4* — уплотнение, *5* — корпус автоклава

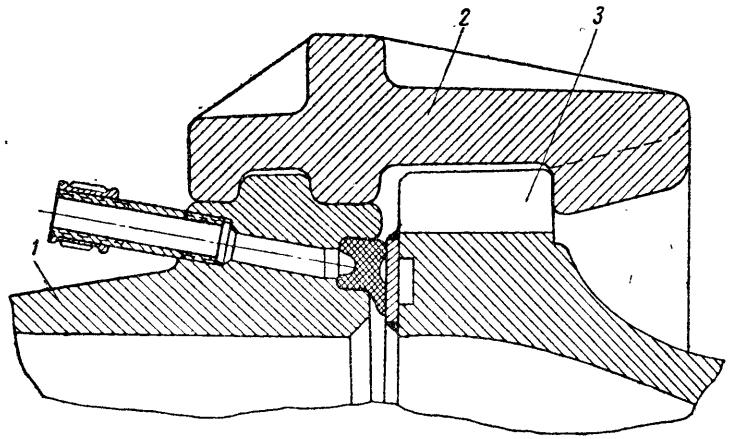


Рис. 39. Крепление крышки с помощью вращающегося байонетного кольца:

1 — корпус автоклава, *2* — байонетное кольцо, *3* — зуб крышки

На рис. 40 и 41 изображены крышка с полукольцевыми захватами и предохранительное устройство, разработанные Гипрогидролизом для гидролизных аппаратов емкостью до 75 $м^3$, работающих под давлением до 50 *ати*. Закрывание и крепление крышки к горловине сосуда производятся следующим образом.

Крышка *6* (см. рис. 40) с помощью элементов поворотного механизма надвигается на горловину *1* в горизонтальной плоскости, причем часть бурта корпуса гайки *3*, не имеющая захвата, входит в полукольцевой захват *2*, другая часть корпуса гайки с захватом входит в зацепление с верхним фланцем горловины. Надвигание крышки на горловину производится посредством гидравлического или ручного привода. Для предотвращения самопроизвольного открывания крышки предусмотрено специальное запорное устройство (замок) с элементами *16, 17, 18, 19*. По проекту было предусмотрено также специальное предохранительное устройство, которое не позволило бы ошибочно открыть крышку при наличии в аппарате давления. Если аппарат находится под давлением, то шток *2* (см. рис. 41) предохранительного устройства займет такое положение, при котором исключено перемещение скалки *1* гидропривода, а следовательно, срабатывание гидропривода и всей системы поворотного механизма. При снижении давления в аппарате до атмосферного прекращается действие пара на диафрагму *3*, шток *2* под действием пружины опустится и выйдет из паза скалки *1*, создавая тем самым возможность для ее перемещения.

В связи с недостаточной отработкой конструкции предохранительных устройств аппараты эксплуатируются на большинстве заводов без этих устройств.

Наряду с применением сосудов, оснащенных быстросъемными крышками, широко распространены сосуды, крышки которых крепятся клиновыми захватами (рис. 42). Такие крышки открываются достаточно быстро и без больших физических усилий.

Чтобы открыть крышку, необходимо повернуть штурвал *6* против часовой стрелки. При вращении штурвала гайка *7* переместится вправо и выведет клиновые рычаги из зацепления с кольцом *3*.

Для сосудов, имеющих сравнительно небольшие диаметры, Ленинградский завод электромедицинского оборудования разработал конструкцию крепления крышек, изображенную на рис. 43.

Крышка крепится при помощи рычага *4*, закрепленного на оси *8*, и откидного болта, закрепленного на корпусе сосуда с гайкой.

На рис. 44 изображена конструкция крепления крышки с помощью бугельного затвора, которая применяется на сосудах, имеющих горловины с небольшим диаметром (до 750 *мм*).

Крышка *3* крепится к горловине *5* при помощи откидного бугеля *2*, прижимного винта *1* и двух фасонных болтов *4*. Чтобы открыть крышку, необходимо повернуть прижимной винт *1* против часовой стрелки и отвести бугель *2* в сторону по горизонтальной плоскости.

Применение описанных конструкций крепления быстросъемных крышек позволило в значительной степени сократить время на их закрывание и крепление, а также улучшить условия труда обслуживающего персонала.

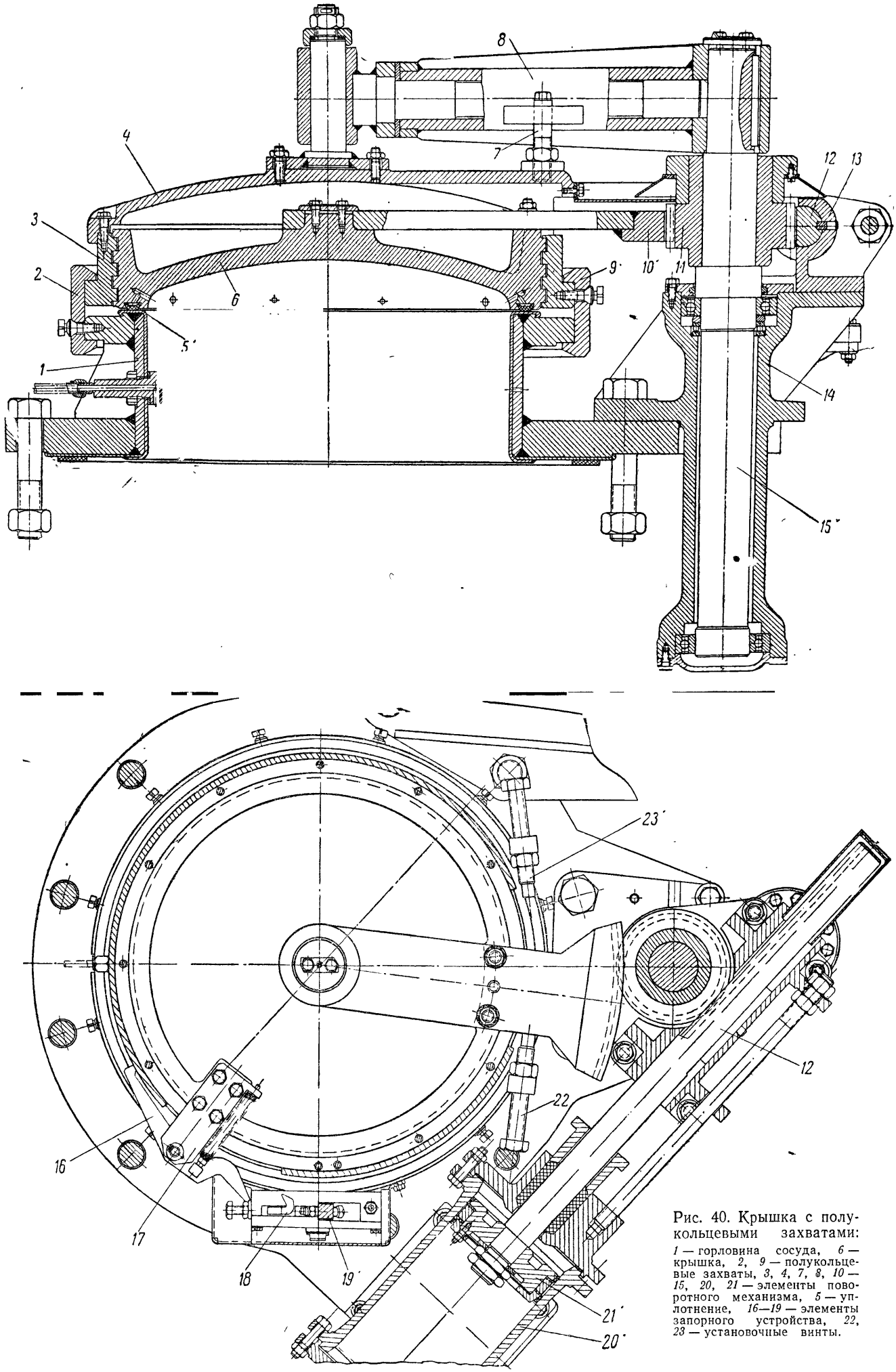


Рис. 40. Крышка с полукольцевыми захватами:

1 — горловина сосуда, *6* — крышка, *2*, *9* — полукольцевые захваты, *3*, *4*, *7*, *8*, *10* — *15*, *20*, *21* — элементы поворотного механизма, *5* — уплотнение, *16*—*19* — элементы запорного устройства, *22*, *23* — установочные винты.

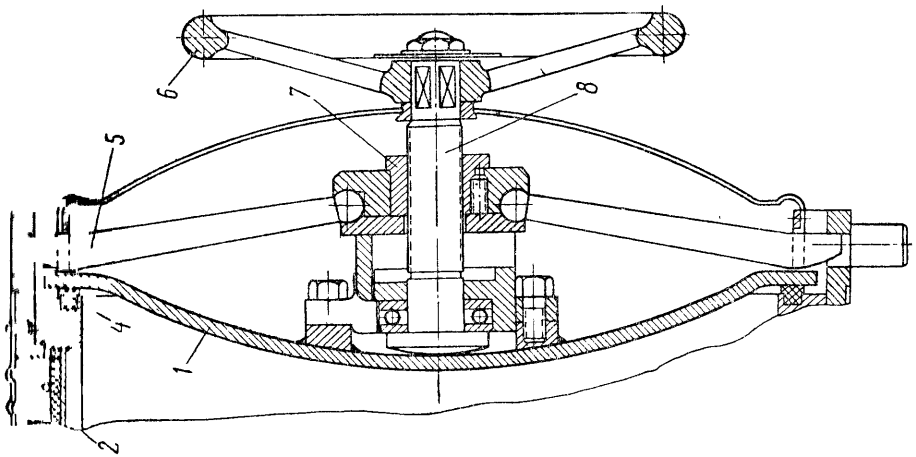


Рис. 42. Крепление крышки клиновыми захватами: 1 — корпус сосуда, 2 — уплотнение, 3 — крышка с отверстиями, 4 — уплот-

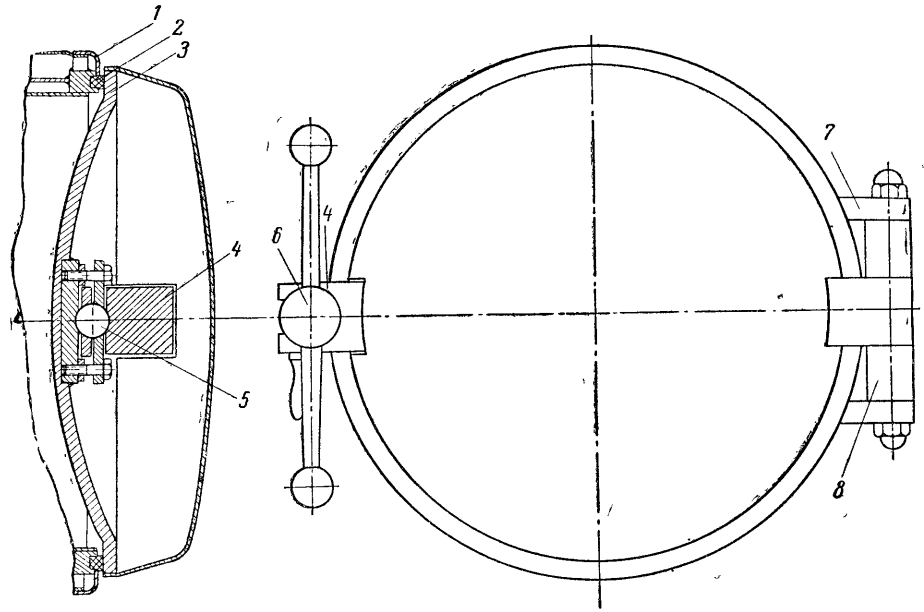
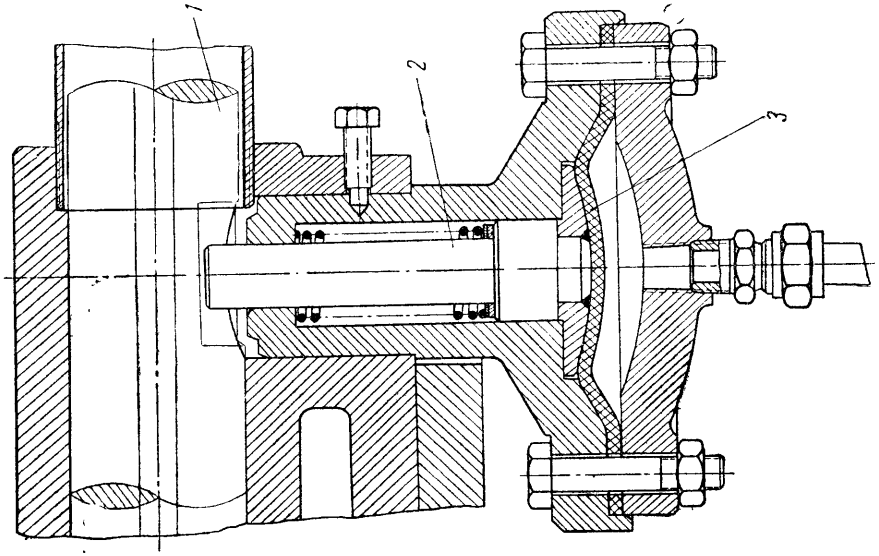


Рис. 43. Крепление крышек для сосудов, имеющих небольшие диаметры: *1* — корпус сосуда, *2* — уплотнение, *3* — крышка, *4* — рычаг, *5* — шарик, *6* — рукоятка с гайкой, *7* — кронштейн, *8* — ось



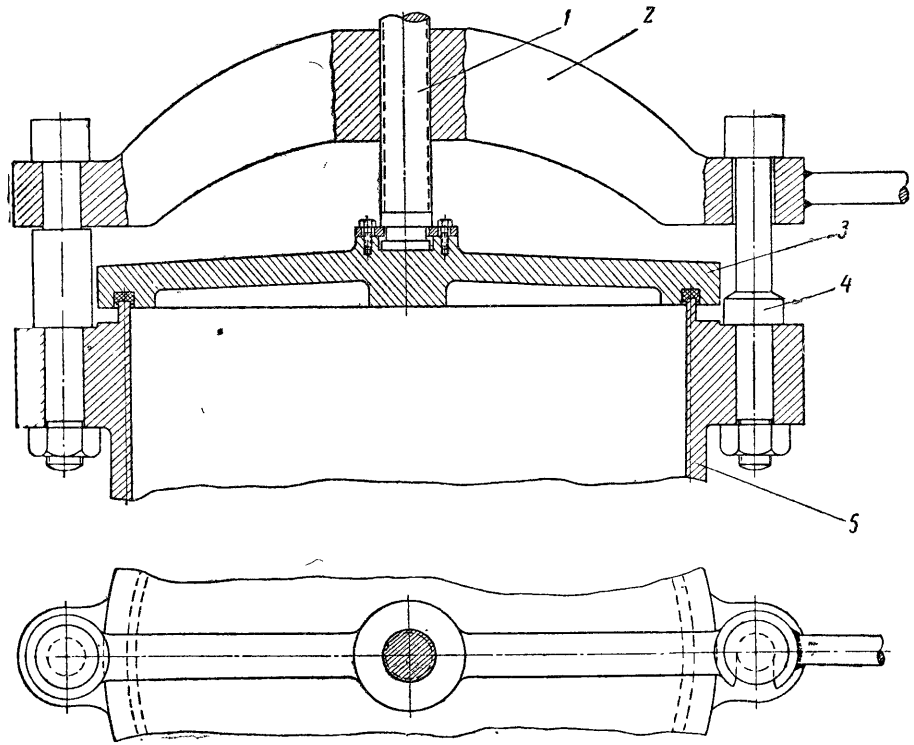


Рис. 44. Крепление крышки с помощью бугельного затвора для сосудов с диаметром горловины до 750 *мм*

Однако при разработке указанных конструкций не были предусмотрены необходимые меры по обеспечению безопасности обслуживания сосудов с быстросъемными крышками.

При обслуживании сосудов рабочие, нарушая производственные инструкции по тем или иным причинам (неисправность контрольно-измерительных приборов, запорных органов, спускной и дренажной линий, невнимательность и несогласованность действий), открывают крышку при наличии в сосуде давления или впускают пар в автоклав при не полностью закрепленной крышке. Это приводит к отрыву крышек и авариям с травмированием обслуживающего персонала.

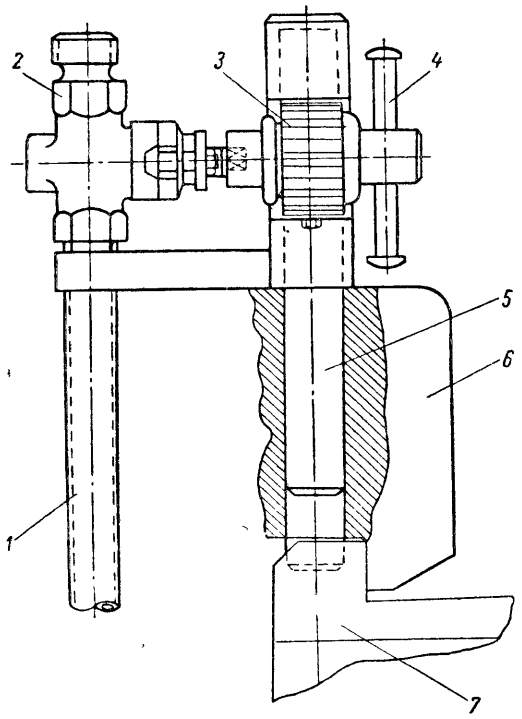


Рис. 45. Сигнальное предохранительное устройство

В течение ряда лет происходили аварии сосудов с быстросъемными крышками. Тяжесть последствий этих аварий в значительной степени зависела от емкости сосуда, величины рабочего давления и физико-химических свойств среды.

В целях предупреждения аварий и травматизма при эксплуатации сосудов с быстросъемными крышками отдельными предприятиями и заводами-изготовителями были разработаны для автоклавов с байонетным затвором сигнальные предохранительные устройства, исключающие возможность открывания крышек при наличии в автоклавах давления. На рис. 45 показано сигнальное предохранительное устройство, разработанное одним из машиностроительных заводов.

При закрытой крышке стопор *5* входит в отверстие зуба крышки и не позволяет повернуть ее; кран *2*, связанный со стопором, в этом положении будет закрыт. Для открывания крышки необходимо повернуть рукояткой *4* шестерню *3*, с помощью которой выводится из отверстия зуба крышки *7* стопор и одновременно открывается кран. Кран соединен с внутренним пространством автоклава при помощи сигнальной трубки *1*. Если в автоклаве будет находиться газ или пар, то при открытом положении крана газ или пар будут выходить в атмосферу и сигнализировать персоналу о наличии в автоклаве давления.

Однако практика эксплуатации автоклавов показала, что эти сигнальные предохранительные устройства ненадежны в работе и в ряде случаев не могут предупредить впуск пара в сосуд при не полностью закрытой крышке и, как следствие этого, — аварии.

Так, на одном из предприятий в 1959 г. произошел взрыв автоклава, оборудованного двумя быстросъемными крышками с байонетными затворами и предохранительным устройством. В момент взрыва одна крышка автоклава весом 1100 *кг* была отброшена на 270 *м*, а корпус автоклава (вес с грузом около 75 *т*) сдвинут на 10 *м*, при этом было полностью разрушено помещение автоклавного цеха (рис. 46—47).

Расследованием обстоятельств аварии установлено, что рабочий после выгрузки вагонеток из автоклава (выгрузка производилась с задней стороны автоклава при открытых передней и задней крышках) не полностью закрепил заднюю крышку (зубья крышки были заведены в пазы байонетного венца всего лишь на 15 *мм* при длине зуба 150 *мм*) и отошел от автоклава для выполнения других работ. Вскоре после выгрузки автоклава с передней стороны корпуса и закрывания крышки в автоклав был впущен пар. При давлении около 5 *ати* оторвалась задняя крышка и произошел взрыв.

Сигнальное предохранительное устройство не сработало, так как стопор прошел между зубьями крышки и занял такое же положение, как и при полностью закрепленной крышке.

На другом предприятии крышка оторвалась после выгрузки вагонеток из автоклава, установленного на открытой площадке. Передняя крышка с целью уменьшения охлаждения автоклава была прикрыта на защелку, при этом зубья длиной 150 *мм* были заведены в пазы байонетного венца всего лишь на 4 *мм*.

Не проверив правильность закрытия вентиля на паровой линии, рабочий отошел от автоклава и приступил к загрузке вагонеток сырьем. Через некоторое время он услышал шум пара, проходящего через трубку сигнального устройства. Подойдя к автоклаву и обнаружив в нем давление пара 1, 2 *ати*, рабочий попытался открыть задвижку на дренажной линии. В этот момент произошло смятие концов зубьев байонетного венца и отрыв крышки. Несвоевременное срабатывание сигнального предохранительного устройства объясняется тем, что оно не было связано непосредственно с запорным вентилем впуска пара в автоклав.

Практически сигнальное устройство может сработать лишь в том случае, когда в автоклаве образуется избыточное давление. При эксплуатации автоклавов, оборудованных такими сигнальными предохранительными устройствами, имелись также случаи срезания стопора закрываемой крышкой, что полностью выводило из строя сигнальное устройство.



Рис. 46. Смещение автоклава, происшедшее в результате взрыва при впуске в автоклав с не полностью закрепленной крышкой пара



Рис. 47. Отрыв крышки автоклава, происшедший в результате впуска в него пара при не полностью закрепленной крышке

Для предотвращения случаев впуска пара в автоклав с не полностью закрепленной крышкой на многих предприятиях применялась жезловая система. Лицо, закрепляющее крышку (закрепщик), после закрепления ее обязан передать жезл (марку) с соответствующим номером автоклава (крышки) запарщику — лицу, управляющему парозапорным вентилем. Запарщик должен пустить пар только при наличии жезла (марки). Однако и эта система себя не оправдала.

На одном из заводов проверка правильности крепления крышек была возложена приказом по заводу на начальников смен. Открывание крышек и впуск пара в автоклав должны были производиться только по письменному разрешению начальника смены. Несмотря на принятые организационные меры, на заводе в декабре 1962 г. произошла авария автоклава.

Последствия аварии автоклава, происшедшей в результате нарушения правил безопасности на одном из заводов силикатного кирпича, показаны на рис. 48.

На одном из предприятий Москвы в 1960 г. произошла авария сосуда, оборудованного быстросъемной крышкой с бугельным креплением (рис. 49). Рабочий, недостаточно закрепив крышку, открыл запорный вентиль и впустил в сосуд сжатый воздух. Обнаружив через некоторе время пропуск воздуха через неплотности в соединении крышки с горловиной, он с помощью рычага начал затягивать прижимной винт, в этот момент произошли срыв бугеля, и отрыв крышки.

Аналогичная авария произошла с диффузором. При отрыве крышки выброшенной горячей массой была травмирована работница (рис. 50).

На одном из предприятий произошла авария при эксплуатации сосуда (емкостью 45 $м^3$, рабочее давление 15 *ати*), оборудованного быстросъемной крышкой с полукольцевыми захватами.

Имевшееся ранее на сосуде предохранительное устройство, исключающее возможность открывания крышки при наличии в сосуде пара в связи с ненадежностью его в работе по распоряжению руководства завода было снято. Рабочий по ошибке вместо остановленного подошел к работающему аппарату и стал открывать крышку. В этот момент произошел отрыв крышки; паром и массой лигнина, выброшенными из сосуда, были разрушены перекрытие цеха, трубопровод горячей воды и травмирован обслуживающий персонал (рис. 51—53).

Анализ причин аварий и травматизма, происшедших при эксплуатации сосудов с быстросъемными крышками, показывает, что они происходили, как правило, на предприятиях, где не уделялось должного внимания вопросам организации работ, где обслуживание сосудов поручалось необученному персоналу и сосуды допускались к эксплуатации с неисправными контрольно-измерительными приборами и предохранительными устройствами.



Рис. 48. Последствия аварии автоклава

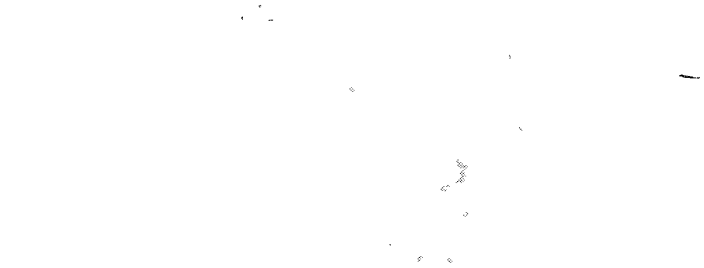


Рис. 49. Авария сосуда, оборудованного быстросъемной крышкой с бугельным креплением



Рис. 50. Отрыв крышки от аппарата, оборудованного бугельным затвором



Рис. 51. Авария гидролизного аппарата

Рис. 52. Отрыв крышки гидролизного аппарата

Рис. 53. Авария гидролизного аппарата

Несмотря на требования Правил котлонадзора об оснащении сосудов с быстросъемными крышками блокировочными предохранительными устройствами, исключающими возможность впуска пара (газа) в сосуд с не полностью закрепленной крышкой или открывания ее при наличии в сосуде давления, на многих предприятиях сосуды эксплуатируются без таких устройств, а заводы-изготовители, ссылаясь на отсутствие надежной конструкции блокировочных устройств, продолжают выпускать сосуды без блокировок.

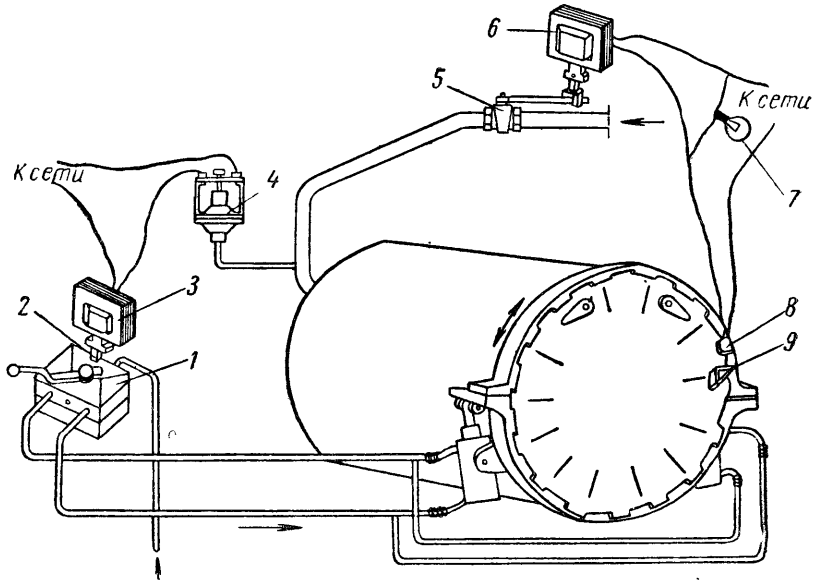


Рис. 54. Схема установки автоклава с запорными устройствами (положение запорных устройств в момент поворота запорного кольца)

В целях устранения случаев изготовления и эксплуатации сосудов без соответствующих блокировок ниже приводится описание существующих схем блокировочных устройств, разработанных и внедренных на ряде предприятий.

На рис. 54 изображена принципиальная схема блокировки быстросъемной крышки, разработанной на Волгоградском тракторном заводе, для сосудов, работающих под давлением воздуха до 6 *ати*.

На крышке установлен упор *9* для конечного выключателя *8* типа ВК-411, расположенного на запорно-поворотном кольце байонетного затвора так, что при повороте кольца во время закрепления крышки, когда зубья кольца полностью перекроют зубья крышки, конечный выключатель нажимает на упор и замыкает электрическую цепь, в которую включены сигнальная лампа и соленоид

ЭС1-511. Сигнальная лампа горит все время, пока крышка закрыта. Соленоид смонтирован над рукояткой выпускного пробкового крана *5* магистрали сжатого воздуха.

При замыкании концевым выключателем электрической цепи сердечник соленоида *6*, снабженный запорной вилкой, втягивается и поднимает запорную вилку. После этого рукоятку пробкового крана можно повернуть и впустить в сосуд сжатый воздух.

Если же крышка будет закреплена не полностью, то концевой выключатель не дойдет до упора и не сработает, цепь не замкнется, сигнальная лампа *7* не будет гореть и пробковый кран нельзя будет открыть, так как запорная вилка соленоида не позволит повернуть рычаг крана.

Схема блокировки включает в себя также устройство, не позволяющее открыть крышку, если сосуд находится под давлением более 0,1 *ати.*

На трубопроводе сжатого воздуха между впускным краном и сосудом имеется специальный пневматический клапан *4* с контактным устройством, размыкающим электрическую цепь. К этой цепи подключен соленоид *3*, установленный на пульте управления над воздухораспределительной коробкой *1*. С помощью распределительной коробки включаются пневмотолкатели поворота запорного кольца байонетного затвора.

Укрепленный на сердечнике соленоида стержень *2* препятствует повороту рукоятки подачи воздуха к пневмотолкателям поворотного механизма кольца. Крышку нельзя открыть до тех пор, пока сердечник не втянется в соленоид и не поднимет стержень, который выйдет из зацепления с рукояткой воздухораспределительной коробки и освободит ее. Размыкание и замыкание электрической цепи регулируются посредством специального пневматического клапана *4*. Общий вид этого клапана изображен на рис. 55.

Резиновая диафрагма *1* предохраняет клапан со штоком *2* и пружиной *4* от влаги, содержащейся в сжатом воздухе. Давление в сосуде, если оно более 0,1 *ати,* передается через диафрагму на клапан, который, приподнимаясь, перемещает шток с контактной планкой *3*. Электрическая цепь разрывается и обесточивает соленоид. В этот момент сердечник со стержнем опускается и фиксирует рукоятку воздухораспределительной коробки в положении закрытой крышки.

При отсутствии давления в сосуде пружина давит на клапан, шток с контактной планкой опускается и замыкает контакты электроцепи; соленоид втягивает сердечник со стержнем и освобождает рукоятку коробки воздухораспределительного устройства.

Оригинальная конструкция блокировочного устройства разработана и установлена на автоклавах, предназначенных для пропарки силикатного кирпича, одного из предприятий б. Московского областного совнархоза (рис. 56).

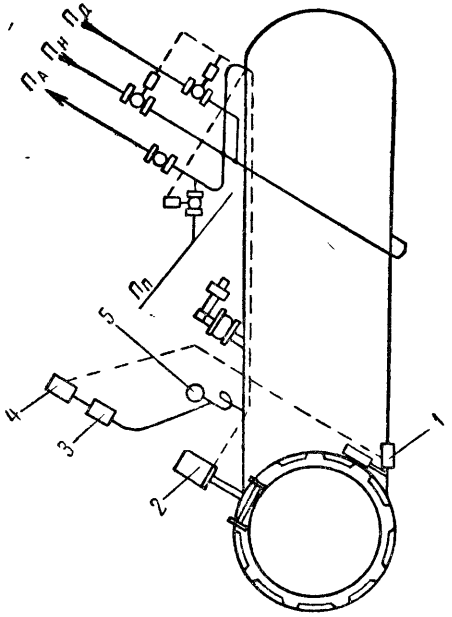


Рис. 56. Схема блокировок:
1 — электромагнитный замок крышки, *2* — концевой выключатель, *3* — конденсационный сосуд, *4* — реле давления, *5* — манометр, $П_А$ — паропровод уплотнения, $П_Д$ — рабочий паропровод, $П_Н$ — паропровод набивки, $П_П$ — перепускной паропровод

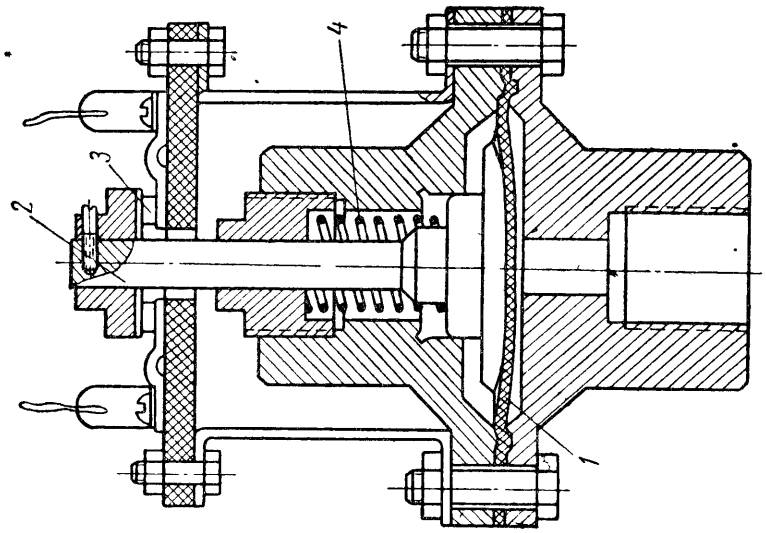


Рис. 55. Пневматический клапан

В автоклав пар может поступать по нескольким паропроводам: из сети, служащей для «набивки», из сети — для поддержания конечного давления запарки и из других автоклавов — через перепускной паропровод. Установленные на этих паропроводах запорные вентили (задвижки) имеют электромагнитные замки, которые в отключенном состоянии запирают вентили и тем самым препятствуют открыванию их и впуску пара в автоклав.

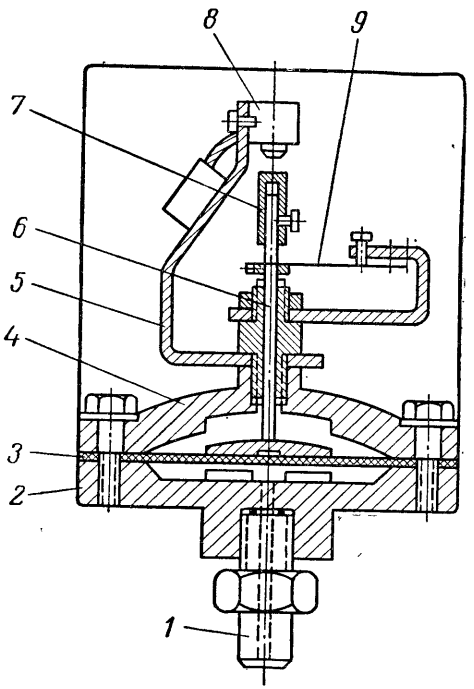


Рис. 57. Реле давления

Электромагнитные замки могут быть открыты лишь в том случае, когда крышка автоклава будет закрыта полностью и сработает конечный выключатель. При наличии в автоклаве давления реле давления разрывает цепь питания электромагнитного замка *1* и рукоятка механического привода вращения крышки оказывается закрытой. Пользоваться этой рукояткой для вращения крышки можно лишь при замыкании электрической цепи соленоида, который втянет запирающий стержень. Это возможно лишь в том случае, когда давление в автоклаве будет менее величины, установленной с помощью реле давления.

Указанная блокировка срабатывает лишь при подаче напряжения на запирающие электромагниты. Это исключает возможность впуска пара в автоклав в тех случаях, когда по какой-либо причине в электрической схеме блокировки не окажется напряжения.

Самым чувствительным устройством в данной схеме блокировки является реле давления, от работы которого зависит правильность срабатывания блокировки, исключающей возможность открытия крышки при наличии в автоклавах давления.

На рис. 57 изображен общий вид реле давления. Чувствительным элементом реле является резиновая мембрана *3*, зажатая между нижней плитой *2* и крышкой *4*. Давление, подводимое к штуцеру *1*, изгибает мембрану, шток *6* приподнимается и закрепленный на его верхнем конце наконечник *7*, упираясь в выступающий стержень на скобе *5* микропереключателя *8* типа МП-1,

переключает его. Установка реле регулируется в необходимых пределах нажимом винта на плоскую пружину *9*, которая своим концом нажимает на шток и мембрану. Между реле и корпусом автоклава должен включаться конденсационный сосуд.

Крышка автоклава открывается и закрывается при помощи червячного редуктора *5* (рис. 58) вращением рукоятки *1*, насаженной на конец вала червяка. К корпусу редуктора крепится корпус замка *3*, в котором находится отжимаемый пружиной *8* запирающий стержень *4*, связанный с подвижным сердечником *7* электро-

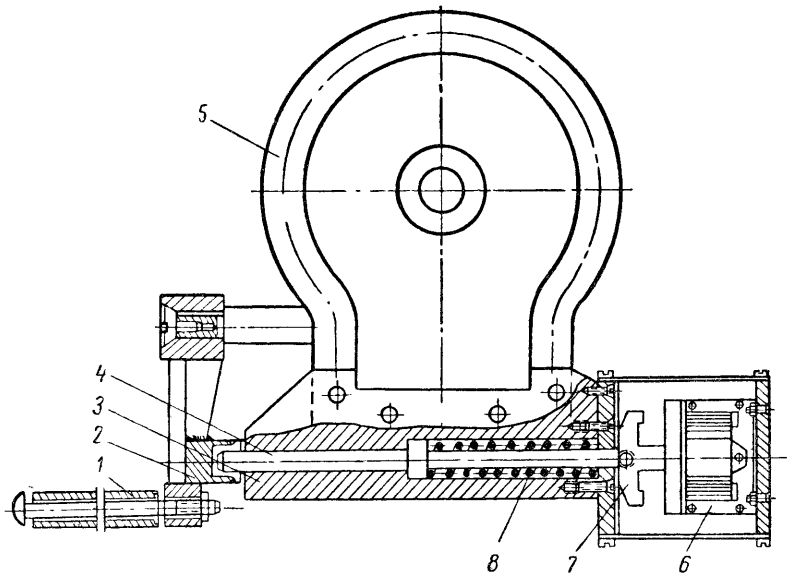


Рис. 58. Замок крышки автоклава

магнита *6* типа ЭС-5101. Если через катушку электромагнита не протекает ток, то пружина отжимает запирающий стержень так, что приваренная к рукоятке редуктора бобышка *2* не позволяет повернуть рукоятку более чем на один оборот. После того как реле давления подаст напряжение на электромагнит, последний втянет сердечник, который поднимает запирающий стержень и тем самым откроет замок рукоятки редуктора. Реле давления произведет это включение только тогда, когда давление внутри автоклава будет меньше заданной величины регулировки реле. Практически эта величина равняется 200—300 *мм вод. ст.*, если реле смонтировано на уровне (или чуть выше) точки присоединения трубопровода реле к автоклаву.

На рис. 59 и 60 изображены конечный выключатель и замок вентилей (задвижек).

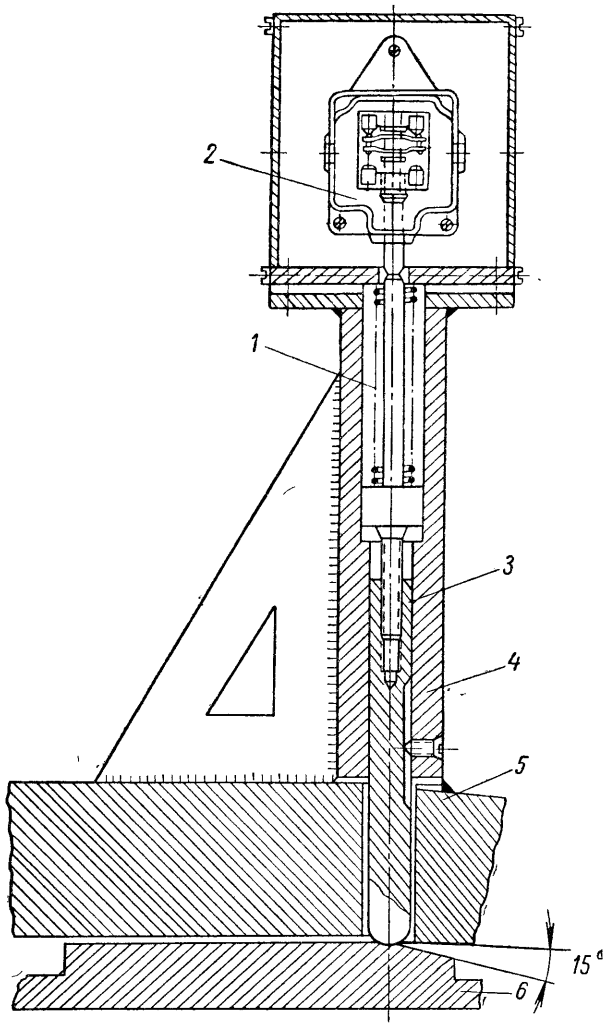


Рис. 59. Схема установки конечного выключателя:
1 — пружина, *2* — конечный выключатель, *3* — шток, *4* — направляющие штока, *5* — кольцо байонетного затвора, *6* — крышка автоклава

Работа их проста и надежна. Катушки электромагнитов всех вентилей включены в электрическую цепь параллельно. Следовательно открыть любой из вентилей можно только тогда, когда крышка будет до конца закрыта.

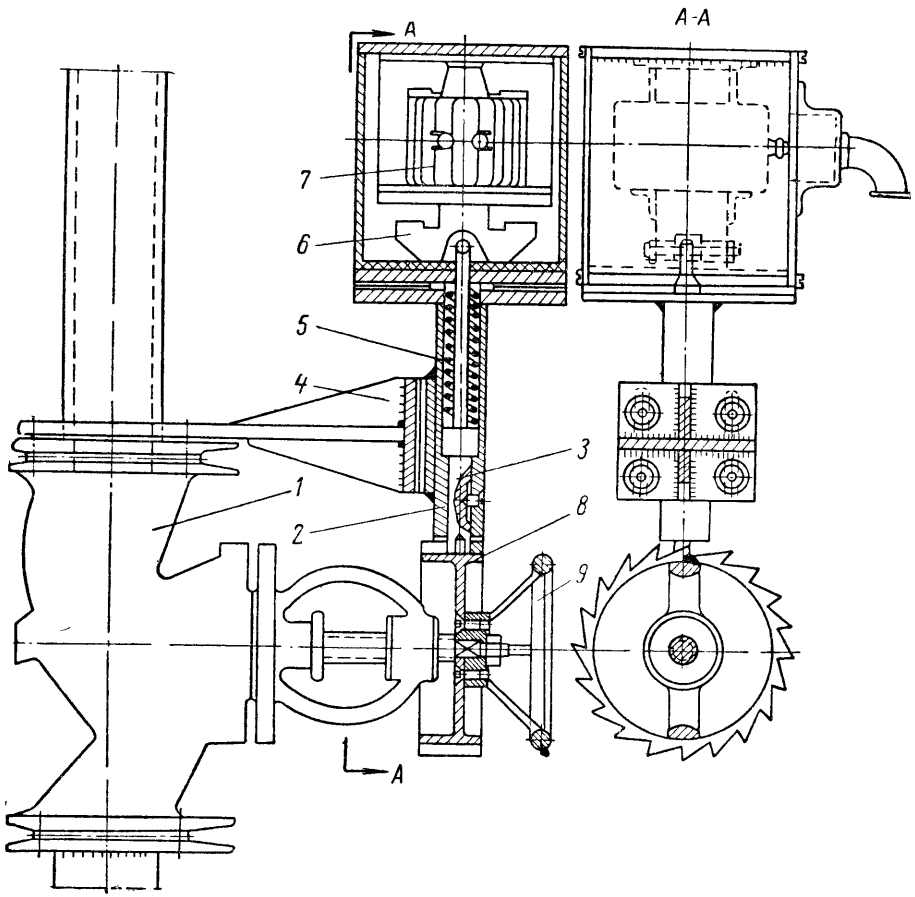


Рис. 60. Замок вентилей (задвижек):
1 — вентиль (задвижка), *2* — направляющие стержни, *3* — стержень замка, *4* — кронштейн, *5* — пружина, *6* — сердечник электромагнита, *7* — электромагнит, *8* — храповое колесо, *9* — маховик

В электрическую схему, изображенную на рис. 61, кроме автоматически действующих электромагнитных замков, включено также сигнальное табло.

Описанное устройство блокировки несложно и может быть выполнено в условиях любого завода.

Ижорский маниностроительный завод совместно с Всесоюзным научно-исследовательским институтом по машинам для промышленности строительных материалов (ВНИИСТРОММАШ) разра-

ботал надежную конструкцию сигнально-блокировочного устройства для атоклавов с ручным приводом, показанную на рис. 62.

Принцип работы этого устройства заключается в следующем. Вращением рукоятки редуктора *9* крышка *8* поворачивается до полного зацепления зубьев крышки и фланца корпуса. Как только это произойдет, кронштейн, приваренный к крышке автоклава, включает конечный выключатель *10*, установленный на приливе фланца корпуса. Нажимая кнопку на электропульте, включают электромагнит «собачки», удерживающей штырь *6* в верхнем положении. Под действием собственного веса и пружины освобожденный штырь (фиксатор) опускается и входит в отверстие замка *5*, приваренного к крышке, и запирает ее. При опускании штырь специальным приспособлением включает конечный выключатель *7*, позволяющий включить электропривод запорного вентиля *3*. После того как вентиль *3* будет открыт, пар поступает в бачок *1*, который предварительно заполняется водой, охлаждающей резиновую прокладку. Под давлением пара вода плотно прижимает резиновую прокладку к крышке автоклава.

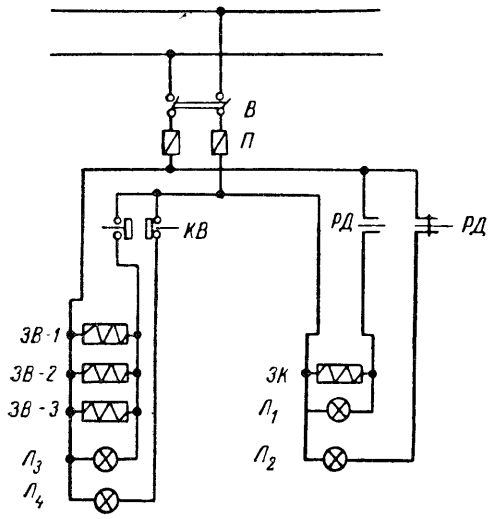


Рис. 61. Электрическая схема блокировки:

РД — контакт реле давления, *ЗК* — замок крышки, $Л_1$ — зеленое сигнальное табло (давления нет — крышку можно открывать, $Л_2$ — красное сигнальное табло (в автоклаве давление — крышку открывать нельзя). $Л_3$ — зеленое сигнальное табло (крышка закрыта — вентиль можно открывать), $Л_4$ — красное табло (крышка открыта — вентили открывать нельзя), КВ — конечный выключатель, *ЗВ*-1, *ЗВ*-3 — замки вентилей

Когда давление пара достигнет 8—9 *ати*, поршень реле давления *2* переместится в верхнее крайнее положение, шток поршня включит конечный выключатель, разрешающий открыть запорный вентиль *4*. После открывания вентиля *4* в автоклав начнет поступать пар. По окончании пропаривания поочередно закрывают вентили *3* и *4* и выпускают пар из автоклава в дренаж. Когда в автоклаве избыточное давление становится равным нулю, срабатывает контактный манометр, дающий первое «разрешение» на открывание крышки. Второе «разрешение» дается после открывания контрольного крана *11*. Если контактный манометр (по причине неисправности) сработал при наличии в автоклаве избыточного давления, пар, выходящий из открытого крана *11*, не позволит нажать смонтированную вместе с краном кнопку, включающую элек-

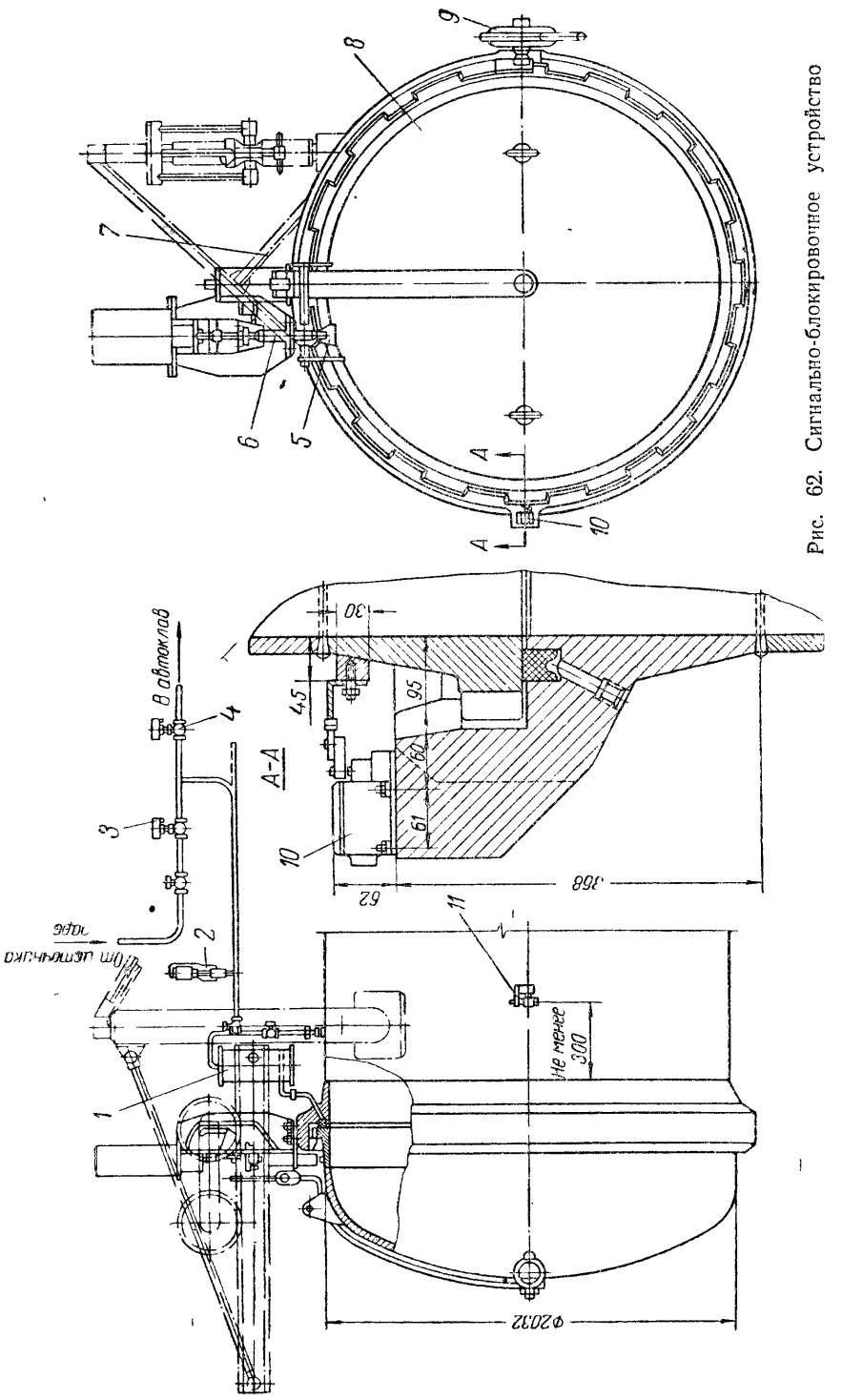


Рис. 62. Сигнально-блокировочное устройство

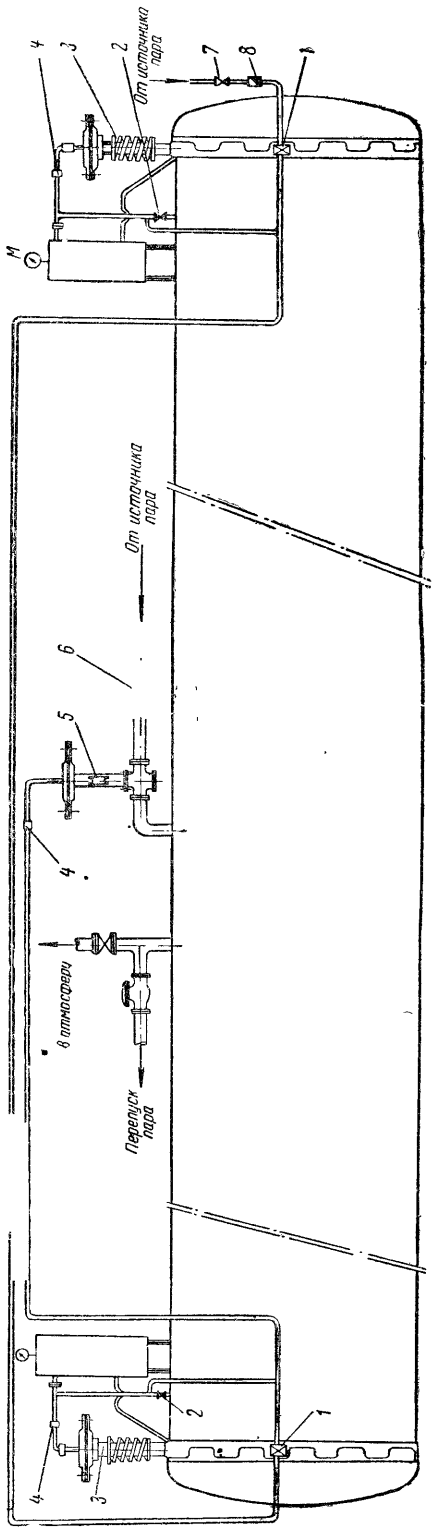


Рис. 63. Блокировка, применяемая на Люберецком заводе силикатного кирпича:
1 — импульсный клапан, *2* — обратный клапан с калиброванным отверстием, *3* — замок крышки, *4* — диафрагма с калиброванным отверстием, *5* — запорный клапан с паровым приводом ВО, *6, 7* — запорный вентиль, *8* — обратный клапан

тромагнит подъема штыря-фиксатора *6* замка *5,* и крышка *8* не может быть открыта.

Наиболее простая в изготовлении и надежная в работе блокировка (рис. 63) разработана на Люберецком заводе силикатного кирпича. В отличие от указанных выше блокировок она не имеет ни электромагнитных замков, ни электроприводов. Электроэнергия используется в ней лишь для питания сигнальной лампы; все остальные устройства работают под непосредственным воздействием пара.

Принцип работы блокировки заключается в следующем. Если запорный клапан *5* закрыт, то пар в автоклав подать нельзя. Следовательно, для подачи в автоклав пара необходимо открыть запорный клапан. Мембранный привод запорного клапана связан с импульсным клапаном *1* и замком *3* крышки. Если крышка будет не закрыта или закрыта не полностью, то мембранный привод запорного клапана не сработает и клапан не откроется. Для пуска пара в автоклав необходимо полностью закрепить крышку и открыть вентиль *7*. Тогда пар, пройдя через импульсный клапан, приведет в действие мембранные приводы запорного клапана и замка *3* крышки, после чего произойдут открывание запорного клапана и запирание замка крышки. Схема импульсного клапана изображена на рис. 64.

Импульсный клапан закреплен на корпусе автоклава и предназначен для подачи импульса к мембранным приводам запорного клапана и замка крышки. Импульсный клапан может подать импульс лишь в том случае, когда крышка будет полностью закрыта Это достигается следующим образом. Скоба, закрепленная на крышке, действует на шток клапана *4* и сжимает пружину *1*. Клапан *5* перемещается вправо и открывает проход для пара. Если крышка не будет полностью закрыта, шток под действием пружины переместится влево и клапан закроет проход для пара. На рисунке импульсный клапан изображен в закрытом положении.

При наличии давления в автоклаве крышка запирается распорным клином *1* замка (рис. 65) и не может быть открыта. Открыть крышку можно лишь в том случае, когда на мембрану *4* не будет действовать пар. т. е. когда в автоклаве не будет избыточного давления. В этом случае шток *3* под действием пружины *2* поднимет распорный клин и замок откроется.

На Воронежском шинном заводе с 1962 г. эксплуатируются вулканизационные аппараты, оборудованные блокировкой, разработанной работниками этого завода (рис. 66). Блокировка проста в изготовлении и надежна в работе.

В одном из зубьев поворотного кольца *6* имеются два вертикальных канала *7*, расположенных на расстоянии 10 *мм* от кромок зуба. Эти каналы соединены посредством шарниров *8* и импульсной трубы *9* с колонкой КЭП-12У, регулирующей подачу сжатого воздуха в пневматический запорный клапан *10*. Во время срабатывания КЭП сжатый воздух попадает в пневматический

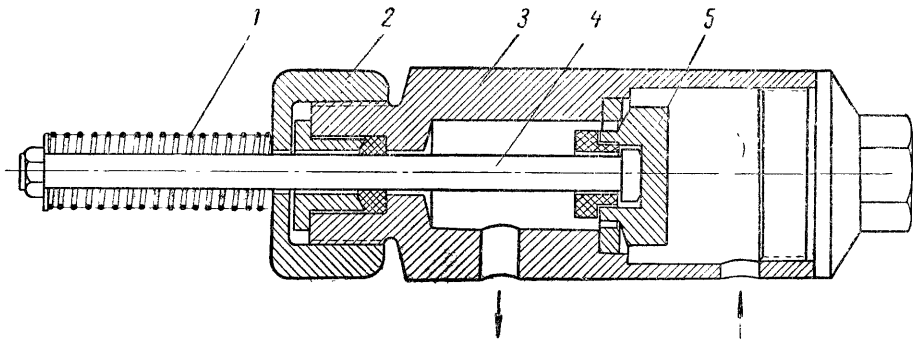


Рис. 64. Импульсный клапан.
1 — пружина, *2* — сольниковая чайка
3 — корпус, *4* — шток, *5* — клапан

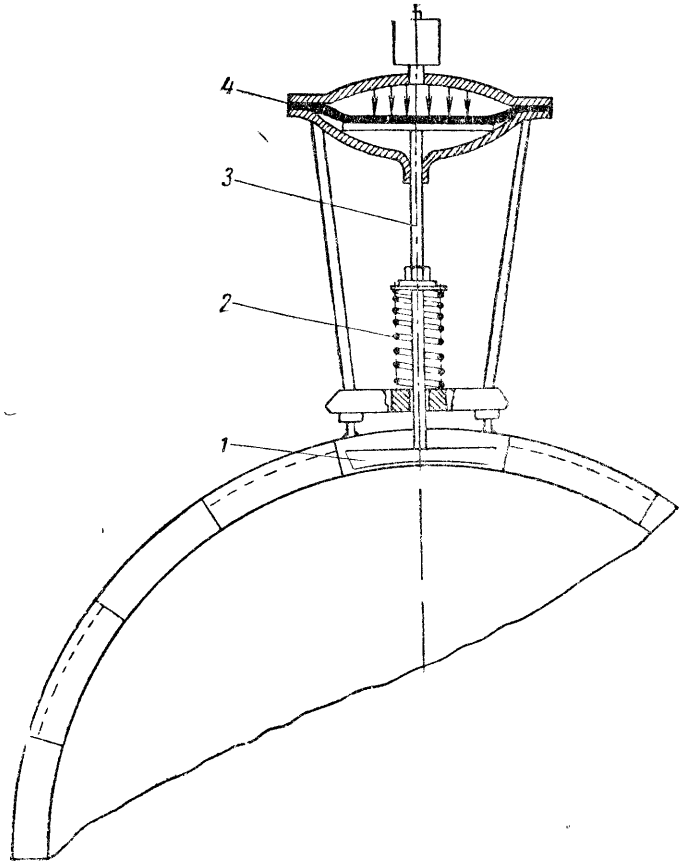


Рис. 65. Замок крышки

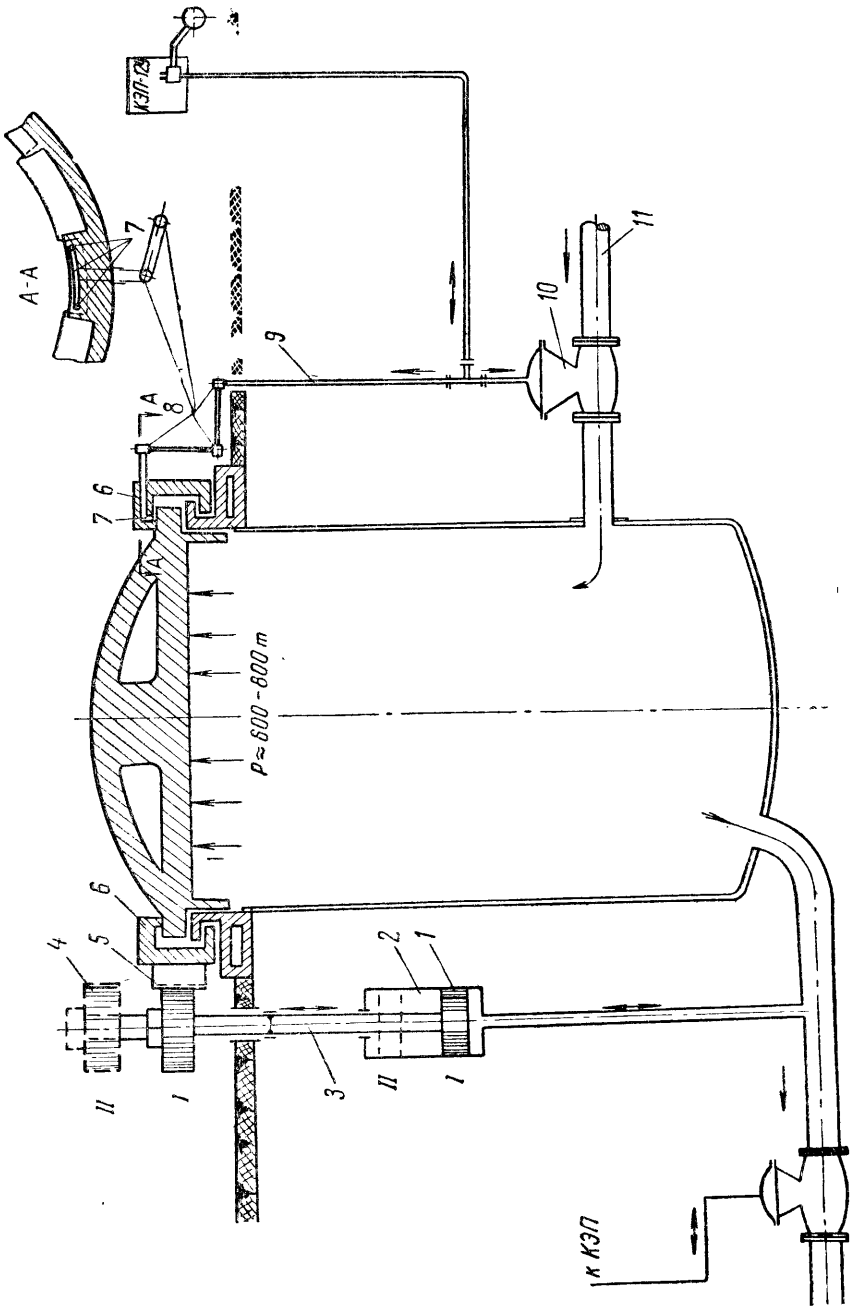


Рис 66. Блокировка вулканизированного аппарата, имеющего быстросъемную крышку с поворотным кольцом байонетного затвора

клапан *10* и вертикальные каналы *7*. При полностью закрытом байонетном затворе оба вертикальных канала окажутся закрытыми верхней плоскостью зуба крышки и сжатый воздух, воздействуя на мембрану пневматического клапана, откроет его; при этом пар начнет поступать по паропроводу *11* в аппарат.

Если же затвор будет закрыт не полностью, то один или оба вертикальных канала *7* окажутся открытыми и весь поступающий сжатый воздух, минуя пневматический клапан, выйдет в атмосферу; запорный клапан не откроется и пар не будет поступать в аппарат.

Чтобы крышка аппарата не могла открыться при наличии в нем избыточного давления, применяется специальное устройство (см. рис. 66). К оси шестерни *4* поворотного механизма кольца байонетного затвора крепится шток *3* поршня *1*. Нижняя полость цилиндра *2* соединена с внутренним пространством аппарата, а верхняя полость — с атмосферой. Как только в аппарате появится избыточное давление, поршень под действием пара поднимется и посредством штока выведет шестерню *4* из зацепления с зубчатой рейкой *5* поворотного кольца (положение II). При таком положении шестерни повернуть кольцо с помощью ручного привода и открыть крышку невозможно.

При незначительном изменении данной схемы вместо сжатого воздуха может быть использован также технологический пар.

Блокировочные устройства, разработанные для сосудов с байонетными затворами, могут быть использованы и для блокировки быстросъемных крышек, имеющих другие затворы (полукольцевые захваты, бугельные и т. п.).

ОБ АВАРИЯХ БАЛЛОНОВ ДЛЯ СЖАТЫХ И СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

В эксплуатации находится значительное число баллонов, предназначенных для хранения, транспортирования и использования сжатых, сжиженных и растворенных газов.

Случаи аварий этих баллонов редки, но они все еще продолжают иметь место. Опасность таких аварий заключается в том, что в большинстве случаев около баллонов, особенно кислородных, углекислотных и ацетиленовых, находятся люди, связанные с их эксплуатацией, а баллоны для пропан-бутана, кроме того, устанавливаются в непосредственной близости от жилых помещений или внутри их (в кухнях). Вследствие большого давления газов в кислородных и углекислотных баллонах их взрывы обычно вызывают большие разрушения, а при эксплуатации баллонов с горючими газами даже пропуски газа и разрывы стенок баллонов приводят к взрывам образующейся при этом газо-воздушной смеси, пожарам, разрушениям помещений, в которых они установлены, а иногда и к травмированию людей.

Основные причины аварий — это низкое качество изготовления баллонов, заполнение их сжиженными газами сверхустановленных норм, нарушение правил безопасности при хранении и транспортировании баллонов.

Выполнение элементарных требований правил безопасности, установление твердого порядка учета, выдачи и хранения баллонов поможет избежать многие аварии и несчастные случаи.

На каждом предприятии должен быть установлен такой порядок, при котором запрещались бы любые работы с баллонами, в том числе и их наполнение, без проверки наличия и величины остаточного давления в них.

Например, в одном случае из баллонов сваривали металлическую опору. Во время приварки очередного баллона, оказавшегося под давлением, произошел взрыв, вызвавший тяжелые последствия.

В другом случае кислородный баллон без проверки наличия в нем давления был установлен на токарном станке для механической обработки. Во время проточки баллон взорвался, причинив большие разрушения. Были случаи взрывов баллонов при подготовке их к сдаче в металлолом во время газовой резки.

В ряде организаций неудовлетворительно поставлены учет и хранение баллонов. При получении и распределении баллонов внутри предприятия не ведется учета отпускаемых баллонов, не выделяются лица, ответственные за получение, транспортировку и возвращение на склад порожних баллонов. В результате этого на строительных площадках, в траншеях и на тротуарах улиц часто можно увидеть наполненные баллоны, которые при таких условиях хранения в любой момент могут явиться причиной несчастных случаев.

В одном из районов г. Саратова под асфальтовым покрытием улицы был обнаружен наполненный газом баллон, пролежавший в земле несколько лет. Из-за значительной коррозии стенок через некоторое время он мог бы взорваться.

Некоторые предприятия используют баллоны в качестве стационарных емкостей. При этом в корпуса баллонов без учета толщины стенок и их состояния электродуговой и газовой сваркой вваривают различного рода штуцеры. Зачастую такие баллоны эксплуатируются заглубленными в грунт, освидетельствование их в установленные сроки не производится. На одном из предприятий Приволжского совнархоза в наполнительном отделении кислородной станции вместо влагоотделителя специальной конструкции был установлен 40-литровый кислородный баллон. Из-за неправильного подключения баллона и отсутствия в нем сепарационного устройства после продолжительной эксплуатации без освидетельствования произошло утонение стенки с внутренней стороны до 3 *мм* (при первоначальной толщине стенки 8 *мм*). Только случайное выявление этого дефекта помогло предотвратить возможную аварию.

С особой осторожностью следует подходить к использованию трофейных и импортных баллонов, а также баллонов неизвестных заводов-изготовителей.

На одном из московских предприятий при наполнении трофейных баллонов водородом при давлении 110 *ати* произошел взрыв одного из них, вызвавший разрушение помещения наполнительного отделения и склада баллонов и пожар. Расследованием установлено, что взрыв произошел по причине низкой ударной вязкости металла, из которого изготовлен баллон, доходящей до величины 0,9—1,25 *кгсм/см*^{2}. Проверкой двух других трофейных баллонов было установлено, что они также имеют пониженную вязкость. В связи с этим было принято решение изъять все аналогичные баллоны из эксплуатации. В дальнейшем пуск в работу трофейных и импортных баллонов на нормальные параметры может производиться лишь при удовлетворительных результатах исследований, проведенных на 2—3 баллонах от партии.

Аварии пропан-бутановых баллонов

Из-за непровара продольного шва на длине 150 *мм* произошел разрыв пропан-бутанового баллона, установленного в кухне одного из жилых домов (рис. 67). В момент разрыва людей в кухне не было и взрыва газо-воздушной смеси не произошло, в связи с отсутствием в это время источника воспламенения. Однако, силою взрыва баллона была повреждена газовая плита, различное кухонное оборудование и выбиты стекла в кухне и жилых помещениях квартиры.

В январе 1963 г. разрыв сварного шва пропан-бутанового баллона на длине 345 *мм* (рис. 68) произошел в жилом доме г. Мензелинска (Татарская ССР). Газо-воздушная смесь распространилась по квартире и, достигнув места, где работала включенная в сеть радиола, взорвалась, вызвав разрушения и пожар. Осмотром баллона после взрыва установлено, что сварной шов выполнен со смещением до 5 *мм* стыкуемых кромок, в некоторых местах наплавленный металл почти полностью не был сплавлен с основным металлом.

Часто имеют место случаи разрывов баллонов из-за наполнения их сверхустановленных норм. Например, после разрыва баллона в одном из жилых домов г. Орска, комиссией, расследовавшей аварию, был проверен ряд других наполненных баллонов из этой партии. Проверкой установлено, что некоторые баллоны также оказались переполненными на 2—3 *кг*. Как установлено при расследовании, весы на газораздаточной станции, на которой наполнялись баллоны, постоянно сбивались с призм вследствие установки их на недостаточно устойчивом и прочном фундаменте и поэтому зачастую давали неправильные показания.

Зарегистрированы также случаи наполнения пропан-бутановых баллонов с неисправными вентилями, в результате чего из-за пропуска газа или при ремонте этих вентилей у наполненных баллонов происходило воспламенение газо-воздушной смеси и травмирование людей. Некоторые из существующих конструкций вентилей обеспечивают необходимую плотность только при крайних положениях вентиля — полностью открытом или полностью закрытом положениях. Однако люди, пользующиеся баллонами с такими вентилями, зачастую после подключения баллона к плите не открывают вентиль доотказа, в результате чего через сальник вентиля наблюдается пропуск газа. Часты также случаи излома мембран вентилей.



Рис. 67, 68. Разрывы сварных швов баллонов

Конторам и трестам «Горгаз», наполнительным и газораздаточным станциям необходимо строго следить за тем, чтобы не допускались к наполнению и не попадали к потребителям баллоны с неисправными вентилями. Перед наполнением баллонов необходимо производить проверку состояния мембран вентилей, а после наполнения — проверку плотности вентиля как в закрытом положении, так и в положении, соответствующем расходованию газа при полном и частичном открытии вентиля. В этом случае расходный штуцер должен быть предварительно заглушен.

Необходимо ускорить разработку технических условий на вентили для пропан-бутановых баллонов.

Заводы-изготовители пропан-бутановых баллонов должны проверить технические условия на изготовление баллонов с тем, чтобы довести нормы контроля сварных соединений каждого баллона до объема, установленного Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

Учитывая имевшие место случаи аварий баллонов из-за дефектов изготовления, управления округов должны усилить контроль за заводами-изготовителями пропан-бутановых баллонов и не допускать снижения требований по контролю качества сварных швов. При каждом обследовании завода-изготовителя инженеру-контролеру рекомендуется потребовать проведения в его присутствии проверки не менее двух баллонов из числа подготовленных к отправке (просвечивание, гидравлическое и пневматическое испытание). При обнаружении в этом случае дефектов вопрос о годности всей партии должен решаться специальной комиссией.

Необходимо также усилить контроль за соблюдением норм наполнения баллонов, для чего при обследовании наполнительных станций в выборочном порядке проверять веса наполненных баллонов, обращать внимание на квалификацию персонала наполнительных и газораздаточных станций, на наличие соответствующих инструкций и ведение установленной Правилами документации.

Аварии с кислородными баллонами

Наиболее частой причиной взрывов кислородных баллонов является нарушение Правил безопасности при эксплуатации и транспортировании баллонов. Известно, что в присутствии кислорода происходит интенсивное окисление органических масел, приводящее к значительному повышению температуры, а иногда и к воспламенению масла, что в свою очередь может вызвать взрыв баллона.

Поэтому необходимо тщательно оберегать кислородные баллоны от загрязнения маслами и особенно от попадания масла внутрь баллона. Особую осторожность следует соблюдать при использовании кислородных баллонов в загрязненных цехах, где для различных целей требуется обильное применение смазки. Внутрь баллона масло может попасть при наполнении баллона каким-либо другим газом, вследствие недостаточной очистки этого газа. При последующем наполнении такого баллона кислородом может произойти взрыв. Примером аварии по этой причине является взрыв баллона на одном из предприятий г. Пензы. После наполнения баллон находился в средней секции склада наполненных баллонов, откуда двое рабочих производили погрузку баллонов в машину. В то время, когда рабочие несли к машине очередной баллон, в секции произошел взрыв (рис. 69), при котором повреждено четыре соседних баллона, частично разрушена крыша, повреждены

оконные переплеты, двери и стены. Как показало расследование, авария произошла по вине руководителей кислородной станции, допустивших к наполнению баллон без окраски и без надписи «Кислород». После взрыва на дне баллона обнаружено масло и вода. Масло в затвердевшем состоянии находилось на дне баллона и сверху было прикрыто тонким слоем льда, вследствие чего во время наполнения баллона взрыва не произошло. Когда же через оконный проем весеннее солнце прогрело баллон, лед растаял и на поверхности появилось масло, произошло его окисление, приведшее к взрыву.



Рис. 69. Взрыв баллона, наполненного кислородом

Транспортирование баллонов между цехами и внутри цехов должно производиться на автокарах со специальными подкладками, на специальных тележках или носилках. Пренебрежение к выполнению этих требований также может привести к печальным последствиям. Так, на одном из заводов г. Тулы двое рабочих несли баллон по цеху на плечах и уронили его на рельс железнодорожного пути, проложенный по цеху. От удара о рельс баллон взорвался.

В г. Новороссийске газорезчик для снятия колпака с баллона начал ударять по колпаку молотком. Так как колпак не имел предусмотренных ГОСТом отверстий, а вентиль баллона был закрыт неплотно, пропускал кислород, то под колпаком образовалось значительное давление. От ударов колпак взорвался, а рабочий был травмирован осколком.

Не следует забывать о необходимости хранения баллонов под навесами, особенно в летние солнечные дни. Ведь при повышении

температуры газа в баллоне на каждые два градуса давление в баллоне возрастает примерно на 1 *ати*.

На одном из заводов кислородного машиностроения Управления автомобильной промышленности при наполнении кислородного баллона произошел отрыв его днища (рис. 70). Установлено, что

Рис. 70. Отрыв днища кислородного баллона

ранее баллон подвергался потребителем переделке, при которой нижнее днище было запрессовано в корпусе. Перед наполнением баллон не осматривался и поэтому указанная переделка не была замечена.

Взрывы аммиачных баллонов

На одном из предприятий Ростовской области утром у склада хранения наполненных аммиачных баллонов была обнаружена сорванная с петель и сломанная дверь. Осмотром установлено, что в ночное время произошел взрыв одного из 40 наполненных баллонов, находившихся в складе. Администрация предприятия детально не выявила причины взрыва баллона и, следовательно, не разработала мероприятий, исключающих подобные аварии в дальнейшем. В результате чего через 12 дней после этого взрыва, при снятии аммиачного баллона с подводы у места слива аммиака в систему произошел взрыв второго баллона. Оказалось, что предприятие не имело разрешения органов Госгортехнадзора на проведение освидетельствования и наполнение баллонов, не имело квалифицированных кадров для выполнения этих работ, администрацией не выполнялись требования правил по ведению документации при наполнении баллонов, не соблюдались установленные нормы заполнения баллонов. В результате этих нарушений систематически допускалось наполнение баллонов аммиаком сверх установленных норм. Взвешивание ряда других баллонов, наполненных на этом предприятии, показало, что все они были переполнены.

В другом случае при эксплуатации рампы из восьми аммиачных баллонов произошел взрыв одного из них при следующих

обстоятельствах. Рампа была установлена в отдельной кабине и оборудована системой орошения горячей водой, при этом предусматривалось, что температура горячей воды в целях нормального подогрева аммиака не должна превышать 40°. Однако контроль за температурой воды не осуществлялся, установленные на оросительной системе терморегуляторы были неисправны, термометр на линии горячей воды отсутствовал. В смесительное устройство оро-

Рис. 71. Взрыв баллона с аммиаком

сительной системы поступал пар с давлением 6 *ати* и, таким образом, практически баллон мог орошаться водой с температурой 90—95°. Интенсивное испарение аммиака вследствие перегрева баллона привело к значительному превышению давления и взрыву. При этом баллон вылетел из кабины вверх, ударился о конструкции перекрытия и упал в проходе цеха (рис. 71).

Рис. 72. Взрыв баллона с аммиаком на машиностроительном заводе

Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, установлено, что температура в помещении склада наполненных баллонов не должна превышать +35°. Вследствие же превышения температуры в складе аммиачных баллонов, а также вследствие переполнения баллона аммиаком произошел взрыв аммиачного баллона на одном из Московских машиностроительных заводов. При взрыве баллон разорвало на две части, улетевшие от склада на расстояние 20 и 70 *м* (рис. 72).

Выше приведены описания и причины некоторых аварий баллонов для сжатых и сжиженных газов. Администрация предприятий, эксплуатирующих такие баллоны, должна принять все необходимые меры, обеспечивающие безопасную и безаварийную эксплуатацию баллонов. Помимо изложенных рекомендаций администрации предприятий следует организовать строгий учет полученных баллонов, а наполненные баллоны выдавать только определенным ответственным лицам. Пустые баллоны должны храниться в установленных на данном предприятии местах. На пустых баллонах в обязательном порядке должна быть сделана надпись «Пустой» и величина остаточного давления.

Для хранения баллонов должны быть оборудованы специальные помещения, а при небольшом количестве баллонов — должно уделяться особое внимание закреплению баллонов (при вертикальном хранении) и защите баллонов от осадков и солнечных лучей. В местах использования находящегося в баллонах газа также следует принимать меры к закреплению баллонов.

На каждом предприятии специальным приказом должны быть назначены лица, ответственные за хранение, транспортирование и эксплуатацию баллонов. Указанные лица назначаются из числа инженерно-технических работников, знающих правила безопасности, и аттестованных в специальных квалификационных комиссиях. Всем лицам, связанным с эксплуатацией баллонов, должны быть выданы на руки утвержденные руководством предприятия производственные инструкции.

Наполнять разрешается только баллоны, имеющие соответствующую окраску и надписи; забракованные баллоны должны быть тщательно изолированы от пригодных.

Только знание и соблюдение правил безопасности и производственных инструкций поможет обеспечить безопасную эксплуатацию баллонов для сжатых и сжиженных газов.

Заключение

Анализ показывает, что значительная часть аварий котлов и сосудов, работающих под давлением, происходит вследствие обслуживания их необученным персоналом. Поэтому руководители предприятий должны больше уделять внимания вопросам обучения рабочих и допускать к обслуживанию объектов котлонадзора только рабочих, прошедших соответствующее обучение и сдавших экзамены квалификационной комиссии.

Госгортехнадзор РСФСР, придавая большое значение вопросу подготовки и аттестации рабочих, обслуживающих объекты котлонадзора, в июне 1964 г. принял постановление об изменении ст. 251 и 252 Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с целью повышения требований к качеству обучения и улучшения работы по аттестации этих рабочих.

Обучать обслуживающий персонал нужно на постоянных специализированных курсах или в школах, оборудованных соответствующими макетами и наглядными пособиями и имеющими квалифицированный преподавательский состав. Можно допускать в отдельных случаях подготовку кадров на курсах предприятий, однако экзамены и присвоение квалификации следует производить в комиссиях, специально организованных совнархозами или облисполкомами.

Рабочие, обслуживающие котлы и сосуды, работающие под давлением, должны иметь высокую производственную квалификацию, позволяющую им умело и сознательно выполнять производственные инструкции и быстро ориентироваться в сложных ситуациях, возникающих в процессе работы и не предусмотренных инструкциями. Предприятиям необходимо уделять больше внимания укреплению производственной и трудовой дисциплины среди обслуживающего персонала.

Большое количество аварий происходило также из-за нарушения администрацией предприятий требований Правил котлонадзора по содержанию и эксплуатации объектов котлонадзора. Это вызвано главным образом тем, что инженерно-технические работники не знают этих Правил. На большинстве предприятий и организаций, где имеются объекты котлонадзора, в последние два-три года было организовано изучение Правил инженерно-техническими работниками и проведена проверка их знаний в соответствующих комиссиях. Однако эта работа не везде завершена, ее надо закончить и с 1965 г. приступить к повторной проверке, если прошло три года после первой проверки.

Знание и строгое выполнение Правил всеми работниками, связанными с эксплуатацией объектов котлонадзора, и допуск к обслуживанию котлов и сосудов только обученных рабочих после предварительной проверки их знаний дадут возможность значительно снизить количество аварий.

Повышению безопасности труда на объектах котлонадзора способствует внедрение новой техники, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, оснащение объектов надежными средствами защиты и блокировки, приборами контроля и сигнализации. К сожалению, на паровых котлах средней и малой мощности все эти приборы и средства защиты внедряются крайне медленно. Нельзя мириться с тем, что многие паровые котлы не имеют автоматизации процессов и даже не оснащены сигнализаторами уровня воды, автоматами питания и водоподготовительными установками. Контролерскому составу Госгортехнадзора РСФСР нужно повысить требовательность к руководителям предприятий по внедрению приборов безопасности и автоматики.

В целях ликвидации аварий с автоклавами, имеющими быстросъемные крышки с байонетными затворами, нельзя допускать их к работе без сигнальных предохранительных устройств и блоки-

ровки, исключающей возможность подачи пара в автоклавы до полного закрытия крышки и открытие ее при наличии давления в автоклавах.

Для создания и обеспечения безопасных условий труда на объектах котлонадзора необходимо использовать все возможные формы и методы работы. В этом важном деле широкое участие должны принять общественные организации и, в частности, общественные инспектора по охране труда. Надо шире практиковать проведение общественных смотров техники безопасности, обобщать выявленные недостатки и разрабатывать мероприятия по их устранению и предупреждению в дальнейшем. Хорошие результаты дает заслушивание отчетов руководителей предприятий по вопросам техники безопасности в советах народного хозяйства и в местных, областных и краевых профсоюзных органах.

Совместные усилия контролерского состава Госгортехнадзора и общественных организаций помогут администрации предприятий устранить нарушения Правил котлонадзора и обеспечить безопасную работу котлов и сосудов, работающих под давлением.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ЦИРКУЛЯРНЫЕ ПИСЬМА И РЕШЕНИЯ ГОСГОРТЕХНАДЗОРА ПО ВОПРОСАМ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ КОТЛОНАДЗОРА

О ПЕРВИЧНОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИИ КОТЛОВ ДО РЕГИСТРАЦИИ В ОРГАНАХ НАДЗОРА

Разрешить местным органам Госгортехнадзора СССР по ходатайству администрации электростанций проводить первичное техническое освидетельствование паровых котлов до регистрации их в управлении округа (РГТИ).

В этом случае разрешение на пуск в работу парового котла выдается инженером-контролером после регистрации котла в управлении округа (РГТИ) на основании результатов ранее произведенных освидетельствований и проверки на месте соответствия котла правилам котлонадзора и представленным при регистрации документам.

(Решение Госгортехнадзора СССР от 24 января 1958 г.)

О ЗАМЕНЕ ВАЛЬЦОВОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ С БАРАБАНАМИ СВАРНЫМИ

Госгортехнадзор РСФСР сообщает, что необходимость термообработки при приварке труб к барабанам котлов «Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов», утвержденными 19 марта 1957 г., не регламентирована. Согласование с Госгортехнадзором РСФСР вопроса приварки труб к барабанам котлов без последующей термообработки не требуется.

Ввиду того что по ранее изготовленным проектам у котлов предусмотрено вальцовочное соединение труб с барабанами и переход на сварку фактически изменяет конструкцию котлов, за которую отвечают завод-изготовитель и проектная организация, вопрос о приварке труб к барабанам без термообработки должен быть в этих случаях согласован монтажными организациями с соответствующими заводами-изготовителями и проектными организациями.

(Письмо № 05—28 от 20/I 1959 г.)

О ПЕРВИЧНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯХ НЕФТЕАППАРАТУРЫ ДО ПОДЪЕМА ЕЕ В РАБОЧЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Письмом № 12—04—1315 от 12 декабря 1957 г. Госгортехнадзор СССР разрешил производить внутренний осмотр и гидравлическое испытание нефтяной аппаратуры колонного типа до подъема ее в рабочее положение.

Министерство строительства РСФСР обратилось в Госгортехнадзор РСФСР с просьбой распространить это разрешение на трубчатую теплообменную аппаратуру, а также на вертикально устанавливаемые сосуды (емкости), имеющие по всей высоте одинаковую толщину стенки и рассчитанные на наибольшее давление в нижней части (рабочее давление плюс гидростатическое).

Рассмотрев представленные материалы, Госгортехнадзор РСФСР нашел возможным разрешить проведение внутреннего осмотра и гидравлического испытания указанных сосудов на монтажной площадке в горизонтальном положении, т. е. до подъема в рабочее положение.

В этих случаях внутренний осмотр и гидравлическое испытание могут быть произведены инженером-контролером до регистрации сосуда, после проверки соответствия его паспортным данным. Результаты испытания должны быть записаны в паспорт.

Для сосудов высотой более 8 *м*, заполненных в рабочих условиях жидкостью, пробное давление при гидравлическом испытании в горизонтальном положении следует принимать с учетом гидростатического давления в рабочих условиях.

По окончании монтажа администрация предприятия обязана зарегистрировать сосуд в органах Госгортехнадзора РСФСР, для чего должны быть представлены: а) паспорт сосуда установленной формы; б) акт, удостоверяющий, что монтаж и установка сосуда произведены в соответствии с Правилами и что сосуд и все его элементы находятся в исправном состоянии; в) схема включения сосуда с указанием источника давления и параметров его рабочей среды, а также запорной и регулирующей арматуры.

После регистрации до пуска в работу сосуд должен быть предъявлен администрацией предприятия инженеру-контролеру для проверки схемы включения его и организации обслуживания.

Разрешение на пуск в работу сосуда выдается инженером-контролером на основании результатов проверки и произведенных освидетельствований и оформляется соответствующей записью в паспорте.

Техническое освидетельствование в горизонтальном положении нефтяной аппаратуры, предназначенной для работы в вертикальном положении и заполненной в рабочих условиях жидкостью, может производиться также в тех случаях, когда сосуды имеют неодинаковую по высоте толщину стенки, если расчетом на прочность будет установлено, что при пробном давлении (принятом с учетом гидростатического давления в вертикально установленном сосуде) напряжения в элементах сосудов не будут превышать допустимые.

(Письмо № 05-31-9 от 22/I 1959 г.)

ОБ ОБОРУДОВАНИИ КОТЛОВ ДВУМЯ ПИТАТЕЛЬНЫМИ ЛИНИЯМИ

В связи с запросами ряда организаций и управлений округов Госгортехнадзор РСФСР разъясняет, что требование ст. 211 Правил устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов в части оборудования котлов двумя самостоятельными питательными линиями не является обязательным для котлов с камерным сжиганием топлива, у которых барабаны вынесены за пределы топки и газоходов или защищены от непосредственного воздействия лучистого тепла и продуктов горения достаточным слоем (толщиной не менее 80 *мм*) огнеупорной и малотеплопроводной изоляции (торкрета).

(Письмо № 05-304-16 от 4/VI 1959 г.)

О ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ЦИСТЕРН С СЖИЖЕННЫМИ ГАЗАМИ БЕЗ ПРОВОДНИКА

Отдельные управления округов неправильно применяют ст. 234 «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», запрещая транспортирование без проводника железнодорожных цистерн, наполненных сжиженными газами, при наличии согласия органов Министерства путей сообщения.

В связи с этим Госгортехнадзор РСФСР разъясняет:

Поскольку согласно ст. 243 Правил транспортирование железнодорожных цистерн, а также бочек для сжиженных газов по железнодорожным путям ссуществляется по Правилам, установленным Министерством путей сообщения, вопрос о возможности транспортирования указанных цистерн и бочек без проводника решается органами Министерства путей сообщения.

(Письмо № 05-493-9 от 2/IX 1959 г.)

О ПОРЯДКЕ ОКРАСКИ ТРУБОПРОВОДОВ

В связи с поступившими запросами о порядке окраски трубопроводов пара и горячей воды, покрытых металлической обшивкой, Госгортехнадзор РСФСР разъясняет:

1. При покрытии поверхности изоляции трубопроводов металлической обшивкой (листами алюминия, оцинкованного железа и другими коррозийностойкими металлами) окраска обшивки по всей длине может не производиться.

2. Для отличия трубопроводов в зависимости от транспортируемой среды на прямых участках трубопроводов не реже чем через каждые 50 *м*, перед входом в стену, после выхода из нее, у измерительных приборов, отводов и с обеих сторон изгибов, задвижек, вентилей и другой арматуры должны наноситься условные обозначения и кольца в соответствии с требованиями ст. 167 «Правил устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды».

3. Размеры и порядок размещения остальных требуемых Правилами отличительных знаков и надписей сохраняется.

(Письмо № 05-571-9 от 13/X 1959 г.)

О ТРЕЩИНАХ В ЗАКЛЕПОЧНЫХ ШВАХ ВАРОЧНЫХ КОТЛОВ ДЛЯ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

На одном из бумажно-деревообрабатывающих комбинатов по указанию инженера-контролера по котлонадзору было произведено с применением ультразвуковой и магнитной дефектоскопии обследование заклепочных швов варочных котлов для варки целлюлозы.

При обследовании в продольных и поперечных заклепочных швах трех варочных котлов из четырех проверенных было выявлено значительное количество трещин. У четвертого котла обнаружены единичные трещины.

Металлографическое исследование образцов, вырезанных из поврежденных участков швов, показало, что трещины образовались в результате щелочной межкристаллитной коррозии металла.

Эксплуатация трех котлов запрещена.

Указанные котлы емкостью 125 $м^3$ каждый изготовлены Карлштатским заводом (Швеция) и работали с 1937 г. при давлении 9 *ати* и температуре среды 172°.

В варочном процессе в качестве реагента применяется щелочная жидкость, состоящая из едкого натра, сернистого натрия и других компонентов.

Продолжительность варки составляет 6 *ч* и сопровождается резкими изменениями температур в начальной и конечной стадиях цикла.

Уже в самом начале эксплуатации у всех котлов наблюдалось хроническое пропаривание заклепочных швов, вызывавшее необходимость частой подчеканки швов.

В целях устранения пропаривания была произведена электрообварка всех кромок заклепочных швов и головок заклепок с наружной стороны. Однако после этого в местах обварки начали появляться свищи, которые устранялись местной подваркой. В 1957 г. в связи с массовым появлением свищей была произведена обварка всех кромок заклепочных швов и головок с внутренней стороны.

Повреждения металла котлов, вызванные щелочной коррозией, явились следствием одновременного воздействия на металл повышенных местных механических напряжений (чеканка, обварка швов, резкие изменения температуры стенки во время эксплуатации) и щелочно-агрессивной среды при пропаривании швов и наличии в них глухих пазух.

Своевременное выявление этих повреждений позволило предотвратить крупную аварию.

В целях предупреждения аварий клепаных варочных котлов, работающих со щелочной средой, необходимо обязать предприятия, на которых имеются такие котлы, произвести в сроки, согласованные с управлением округа, проверку заклепочных швов с применением ультразвуковой и магнитной дефектоскопии и результаты проверки сообщить управлению округа.

(Письмо № 03-404-18 «в» от 22/VII 1960 г.)

О ПРОДЛЕНИИ СРОКОВ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН И РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

Установить для резервуаров групповых установок жидкого нефтяного газа с содержанием сероводорода не более 5 *г* на 100 $м^3$ и железнодорожных цистерн, предназначенных для транспортирования этого газа, следующие сроки технического освидетельствования:

инженеры-контролеры должны производить внутренний осмотр и гидравлическое испытание резервуаров с освобождением их от грунта не реже чем через каждые шесть лет, а железнодорожных цистерн — после каждого капитального ремонта, но не реже чем через каждые шесть лет.

При внутреннем осмотре и гидравлическом испытании резервуаров и цистерн без снятия наружной изоляции администрация предприятия должна до проведения освидетельствования произвести проверку толщины их стенок с применением толщиномера или другим эффективным способом и результаты проверки представить инженеру-контролеру.

Предприятия, в ведении которых находятся групповые установки и цистерны, должны производить их осмотр в рабочем состоянии не реже одного раза в 3 месяца с записью результатов в паспорт.

(Решение Комитета от 29/VII 1960 г.)