

О российской и зарубежной нормативно-методической документации по расчету и проектированию систем аварийного сброса

Л. Б. Корельштейн
ООО «НТП Трубопровод»

Анализируется современное состояние системы российской нормативно-методической документации по расчету и проектированию систем аварийного сброса в сравнении с аналогичными системами документации США и стран ЕС. Рассмотрены предпринимаемые НТП Трубопровод шаги по модернизации этой системы стандартов.

Ключевые слова: система аварийного сброса, предохранительный клапан, нормативная документация, стандарт.

Перестройка Российской системы технического регулирования (после принятия в 2002 г. Федерального закона №184-ФЗ) и вступление России в ВТО, при всем неоднозначном отношении к ним в техническом сообществе, сообщили дополнительный импульс активной работе по совершенствованию нормативно-методической базы по многим важнейшим вопросам проектирования технологических производств. Интенсивная коллективная работа по совершенствованию стандартов и методических документов, расширению области их применения, гармонизации с международными стандартами развернулась по многим разделам проектирования: проектирование технологических трубопроводов, расчеты на прочность трубопроводов, сосудов и аппаратов, проектирование тепловой изоляции и др. Сотрудники ООО «НТП Трубопровод» вносят значимый вклад в эту работу. Недавно разработанным ими нормативным и методическим материалам посвящен ряд статей [1–4]. С проектами государственных и межгосударственных стандартов, подготовленных с участием НТП Трубопровод, можно ознакомиться по адресу <http://www.truboprovod.ru/sciwork/draft/>.

К сожалению, по такому важнейшему вопросу промышленной безопасности, как проектирование систем аварийного сброса, положительные сдвиги пока невелики. Текущее состояние российской нормативно-методической документации по этому «последнему барьеру» предотвращения техногенных аварий и катастроф вызывает большую озабоченность. В этом автор, как один из разработчиков программы «Предклапан» для расчета систем аварийного сброса (см. статью [5]), имел возможность лично убедиться в процессе многолетнего общения с проектировщиками — пользователями программы.

Рассмотрим более подробно, что представляют собой системы нормативно-методической документации по расчету и проектированию систем аварийного сброса в России и в ведущих промышленных странах мира.

Основными вопросами, которые должны охватывать соответствующие нормы и методические документы, являются:

- определение защищаемых объектов и мест установки предохранительных устройств, а также направления сброса (способа сбора, его обработки и утилизации);
- определение состава, параметров (давления, температуры, агрегатного состояния) и расхода сбрасываемого продукта для предотвращения тех или иных сценариев аварийных ситуаций на защищаемом объекте;
- выбор типа и расчет количества и параметров предохранительных устройств, с последующим подбором их марки по номенклатуре заводов-изготовителей;
- проектирование и расчет подводящего и отводящего трубопроводов;
- проектирование и расчет систем обработки и утилизации сброса (сепараторы, факельные системы).

Соответствующие системы нормативно-методических документов России, США, стран ЕС, а также международные документы Международной организации по стандартизации сведены в **табл. 1**.

В настоящее время российская нормативно-методическая документация по системам аварийного сброса включает:

- отдельные государственные стандарты, связанные с предохранительными устройствами [6–9];

Табл. 1. Основные российские и международные нормативно-методические документы по системам аварийного сброса

Содержание документа	Россия	США	ЕС	Стандарты ISO
Нормативные документы				
Общие требования к системам аварийного сброса, включая расчет требуемого количества сбрасываемого продукта	Частично РД 51-0220570-2–93 [13], У-ТБ [10–12]	API 521 [41], (= ISO 23251)	EN 764-7 [61]	ISO 23251 [76]
Требования к расчету и выбору предохранительных устройств на сосуды под давлением	ГОСТ 12.2.085–2002 [7]	API 520 Part 1 [39], также в ASME BPVC VIII-1 [52]	EN ISO 4126 1-10 [62–70]	ISO 4126 1-10 [62–70]
Требования к установке предохранительных устройств и трубопроводам системы сброса	ГОСТ 12.2.085–2002 [7]	API 520 Part 2 [40]	EN ISO 4126-9 [69], EN ISO 4126-3 [64]	ISO 4126-9 [69], ISO 4126-3 [64]
Требования к самим предохранительным клапанам, включая стандартизацию их параметров и испытания	ГОСТ 31294 [6]	API 526 [42], API 527 [43], ASME PTC 25 [48]	EN ISO 4126-1 [62], EN ISO 4126-4 [65], EN ISO 4126-5 [66]	ISO 4126-1 [62], ISO 4126-4 [65], ISO 4126-5 [66]
Требования к предохранительным мембранам, включая их выбор и установку	ПБ 03-583–03 [18]	API 520 Part 1 [39], также в ASME BPVC VIII-1 [52]	EN ISO 4126-2 [63], EN ISO 4126-3 [64], EN ISO 4126-6 [67]	ISO 4126-2 [63], ISO 4126-3 [64], ISO 4126-6 [67]
Требования к системам аварийного сброса для сосудов низкого давления и вакуумных сосудов (резервуаров)	Частично в ПБ 03-605–03 [28]	API 2000 [44], (= ISO 28300)	EN ISO 28300 [77]	ISO 28300 [77]
Требования к системам аварийного сброса для криогенных продуктов	–	CGA S1.1, S1.2, S1.3 [55–57]	EN 13648 [73–75] (= ISO 21013)	ISO 21013 [79–81]
Требования к системам аварийного сброса паровых и водогрейных котлов	ГОСТ 24570–81 [8]	ASME BPVC I [49], ASME BPVC IV [51]	EN 12952-10 [71], EN 12953-8 [72]	–
Другие отраслевые особенности применения систем аварийного сброса	[19–27, 29–35]	ASME BPVC III [50], ASME B31.1, B31.3 [53, 54]	–	–
Требования к ревизии, ремонту и обслуживанию предохранительных устройств	ИПКМ-2005 [16], РД 153-34.1 [14, 15]	API 576 [46], API 510 [45]	–	–
Требования к факельным системам	ГОСТ Р 53681 [37], ПБ 03-591–03 [38]	API 537 [47] (= ISO 25457), API 521 [41] (= ISO 23251)	EN ISO 25457 [78], ISO 23251 [76]	ISO 25457 [78], ISO 23251 [76]
Методические руководства				
Детальные методические руководства по проектированию систем аварийного сброса	У-ТБ [10–12]	GPREN [58] (готовится 2-я редакция), DIERS book [59]	WCR [82]	–

• методические документы по расчету и проектированию систем аварийного сброса [10–12];

• отраслевые стандарты и инструкции по установке и эксплуатации предохранительных устройств [13–17];

• правила разработки, изготовления и применения мембранных предохранительных устройств [18];

• правила безопасности в области устройства и эксплуатации различных промышленных объектов [19–36], включающие отдель-

ные положения в части систем аварийного сброса;

• нормативные документы по факельным системам [37, 38].

Перечисленные документы весьма разнородны по своему статусу, созданы в разное время различными, практически не взаимодействовавшими между собой коллективами разработчиков и не образуют единой системы. Часть из них содержит терминологические и методические неточности и ошибки, зачастую требования документов противоречат друг другу,

многие важнейшие вопросы, как мы далее увидим, вообще не проработаны. При этом в части проблем проектирования систем аварийного сброса в России не ведется скоординированной систематической работы по совершенствованию имеющихся документов и разработке новых.

Наиболее полными и целостными российскими документами в этой области до сих пор остаются три книги Указаний (У-ТБ) [10–12], разработанные во ВНИПИнефть более 20 лет назад. На тот момент это был достаточно качественный комплексный документ, охватывающий многие вопросы проектирования систем аварийного сброса, хотя и не без ряда пробелов и досадных неточностей. Однако он, к сожалению, не получил дальнейшего развития, а последующее нормотворчество в большей части сводилось к некритическому воспроизведению отдельных положений предшествующих документов.

В отличие от российских, американские и европейские стандарты в области аварийного сброса образуют целостные системы нормативной документации, причем ведется постоянная работа по их совершенствованию.

Основу американской системы технического регулирования в области систем аварийного сброса (см. табл. 1) традиционно образуют стандарты и рекомендации самоуправляемых профессиональных ассоциаций — Американского нефтяного института (American Petroleum Institute — API) [39–47], Американского общества инженеров-механиков (American Society of Mechanical Engineers — ASME) [48–54] и других ассоциаций [55–57], дополняемые документами национальных надзорных органов, а также методической литературой ведущей мировой профессиональной ассоциации — Американского института инженеров-химиков (American Institute of Chemical Engineers — AIChE) и созданного в его рамках Центра по безопасности химических процессов (Center for Chemical Process Safety — CCPS) [58]. Особая роль принадлежит так называемой группе пользователей DIERS (DIERS User Group <http://www.iomosaic.com/diersweb/home.aspx>), в рамках которой специалистами ведущих мировых компаний ведется работа по освоению, практическому использованию и дальнейшему развитию методов и подходов, разработанных Институтом по проектированию систем аварийного сброса (Design Institute for Emergency Relief Systems — DIERS) для решения наиболее сложных вопросов расчета и проектирования таких систем (расчет сбросов многофазных сред, расчет аварийного сброса из систем с химическими реакциями [59]). Действует также

и европейская группа пользователей DIERS (EDUG — <http://www.edug.eu>). При этом работа по совершенствованию нормативно-методической базы, проводимая в рамках перечисленных выше организаций, ведется систематически и скоординировано.

В Европейском союзе формирование единой системы технического регулирования в области аварийного сброса началось в 1997 г. с принятием директивы Европарламента и Совета Европы PED 97/23/EC [60]. В результате развернувшейся в соответствии с данной директивой деятельности была разработана целая серия взаимосвязанных между собой стандартов, включая EN 764-7 [61], серии международных стандартов EN ISO 4126 [62–70] и другие нормы, общие для всех стран ЕС [71–75].

В последние годы ускорился процесс гармонизации нормативно-методической документации. Несмотря на определенные различия в подходах «американской» и «европейской» школ расчета и проектирования систем аварийного сброса, в результате совместной работы им удалось создать и принять ряд основополагающих единых международных стандартов (ISO 23251 [76], ISO 28300 [77], ISO 25457 [78]) по ключевым вопросам.

Сравнение различных систем нормативно-методической документации по полноте охвата различных, в том числе наиболее сложных вопросов, приведено в **табл. 2**. Как видно, в целом это сравнение, к сожалению, не в пользу российских документов. Множество важных вопросов в российских документах либо вообще не рассматривается, либо рассматривается неполно и/или на основе устаревших подходов, не учитывающих современные методы расчета и компьютерного моделирования. Более того, даже, казалось бы, по самым простым вопросам российские нормативные документы содержат досадные неточности или противоречат друг другу.

Так, в отличие от западных норм, в них нередко недостаточно четко определены, путаются и смешиваются различные понятия, относящиеся к защищаемой системе (технологическое, рабочее, расчетное давление, допускаемое временное превышение давления над расчетным при сбросе) и к самому клапану (давление настройки, начала открытия, установочное давление пружины клапана, соотношение между давлением настройки и давлением полного открытия). Это приводит к тому, что неопытные российские проектировщики «блуждают» в этих понятиях как в «трех соснах», не имея ясного представления о соотношении различных величин и по-

Табл. 2. Охват вопросов проектирования систем аварийного сброса нормативно-методическими документами

Вопросы	Россия	США	ЕС	Стандарты ISO
1	2	3	4	5
1. Анализ сценариев аварийных ситуаций и расчет количества и параметров сбрасываемого продукта, в том числе	У-ТБ-06–85, РД 51-0220570-2–93	API 521, API 2000, GPREH	ISO 23251, EN ISO 28300, EN 13648-3	ISO 23251, ISO 28300, ISO 21013-3
вскипание многокомпонентного жидкого продукта	Нет	API 521, GPREH	ISO 23251	ISO 23251
разрыв трубки кожухотрубчатого теплообменника	Частично У-ТБ-06–85	API 521, GPREH	То же	То же
случаи сброса двухфазной смеси	Нет	API 521 (общие указания), API 2000 (общие указания), GPREH, DIERS book	EN ISO 4126-10, WCR	ISO 4126-10, ISO 23251 (общие указания)
системы с химическими реакциями	Нет	API (общие указания), GPREH	То же	ISO 23251 (общие указания), ISO 4126-10
2. Расчет пропускной способности и выбор предохранительных устройств, в том числе	ГОСТ 12.2.085–2002, ГОСТ 24570–81, ГОСТ 31294 (приложение Г), У-ТБ-08–90	API 520 Part 1	EN ISO 4126-1, EN ISO 4126-4, EN ISO 4126-5, EN ISO 4126-7, EN ISO 4126-9, EN ISO 4126-10, EN ISO 28300 (Appendix D)	ISO 4126-1, ISO 4126-4, ISO 4126-5, ISO 4126-7, ISO 4126-9, ISO 4126-10, ISO 28300 (Appendix D)
при самостоятельной установке предохранительных мембран	Частично ПБ 03-583–03	API 520 Part 1	EN ISO 4126-6	ISO 4126-6
при установке клапанов совместно с предохранительными мембранами	То же	То же	EN ISO 4126-3, EN ISO 4126-9	ISO 4126-3, ISO 4126-9
при сбросе высоковязкой жидкости (учет влияния вязкости)	Нет	API 520 Part 1 (Fig. 37, Eq. 30), GPREH (Darby–Molavi correction factor)	EN ISO 4126-1, EN ISO 4126-4, EN ISO 4126-5, EN ISO 4126-6, EN ISO 4126-7 (Fig. 2)	ISO 4126-1, ISO 4126-4, ISO 4126-5, ISO 4126-6, ISO 4126-7 (Fig. 2)
с учетом влияния противодавления для сифонных клапанов	Нет	API 520 Part 1 (Fig. 30, 31)	Частично EN ISO 4126-9 (Annex D)	Частично ISO 4126-9 (Annex D)
при сбросе двухфазной смеси или вскипании/ конденсации продукта в клапане	Нет	API 520 Part 1	EN ISO 4126-10	ISO 4126-10
3. Проектирование подводящего и отводящего трубопроводов, в том числе:	ГОСТ 12.2.085–2002, ГОСТ 24570–81, У-ТБ-08–90 и др.	API 520 Part 2	EN ISO 4126-9	ISO 4126-9
ограничение на потери в подводящем трубопроводе	ГОСТ 12.2.085–2002, ГОСТ 24570–81, У-ТБ-08–90	То же	То же	То же
ограничение на потери и характер течения в отводящем трубопроводе	Частично ГОСТ 12.2.085–2002, ГОСТ 24570–81, У-ТБ-08–90	То же	То же	То же

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
расчетная модель и методы теплового и гидравлического расчета трубопроводов	У-ТБ-08–90	API 520 Part 2, API 521 (paragraph 7.3.1.3), GPREN	EN ISO 4126-9 (Annex C, D)	ISO 4126-9 (Annex C, D), ISO 23251 (paragraph 7.3.1.3)
в том числе для двухфазного течения	Нет	API 521 (paragraph 7.3.1.3.5 — омега-метод) GPREN (2-я редакция)	ISO 23251 (paragraph 7.3.1.3.5 — омега-метод) Нет в явном виде	ISO 23251 (paragraph 7.3.1.3.5 — омега-метод) Нет в явном виде
4. Расчет изменения температуры продукта при сбросе	У-ТБ-08–90	GPREN (2-я редакция)	Нет в явном виде	Нет в явном виде
5. Расчет реактивной силы в клапане и отводящем трубопроводе	Нет	API 520 Part 2 (paragraph 4.4.1), GPREN	EN ISO 4126-9 (Annex E)	ISO 4126-9 (Annex E)
6. Расчет шума при сбросе	Нет	API 521 (paragraph 7.3.4.3)	EN ISO 4126-9 (Annex F)	ISO 4126-9 (Annex F), ISO 23251 (paragraph 7.3.4.3)

следовательности их определения при выборе клапана.

При этом важнейшие для проектирования систем аварийного сброса требования к соотношению расчетного и рабочего давления приводятся вовсе не в соответствующих стандартах или правилах безопасности, а в отраслевой инструкции 1978 г. [17, п. 3.2] и (в несколько терминологически запутанном виде) в стандарте организации (ЦКБН) 1993 г. [13, пп. 2.2, 2.3, 2.7].

В части требований к трубопроводам системы сброса основной российский стандарт — ГОСТ 12.2.085–2002 — декларирует в п. 7.8, что «внутренний диаметр и длина отводящего трубопровода должны быть рассчитаны так, чтобы при расходе, равном наибольшей пропускной способности клапана, противодействие в его выходном патрубке не превышало допустимого наибольшего противодействия». При этом в стандарте не содержится информации о том, что такое «допустимое наибольшее противодействие» и как его рассчитывать. Важно отметить и отсутствие хотя бы самых общих указаний, как вообще рассчитывать этот трубопровод, исходя из каких именно моделей течения. А ведь речь идет о важнейших вопросах, связанных с промышленной безопасностью!

Общим недостатком российских нормативных документов является отсутствие в них методических основ — как правило, не излагается общий подход к расчету и проектированию по рассматриваемому вопросу, а содержится просто набор указаний и формул практически без пояснения, откуда они взялись и почему следует применять именно их. В результате проектировщик, не понимая общих принципов и подходов, оказывается в растерянности в любой

нестандартной ситуации, не описанной явно в нормативном документе. В этом состоит принципиальное отличие от западных стандартов, в которых большое внимание уделяется именно объяснению общих подходов и принципов, которым необходимо следовать.

Разумеется, из сказанного выше отнюдь не следует, что необходимо полностью скопировать и принять на вооружение систему американских или европейских стандартов.

Во-первых, для нашей практики западные стандарты могут оказаться недостаточно конкретными с точки зрения практического применения, так как в них принято оставлять многое на усмотрение и ответственность проектировщика, или отсылать последнего за методиками по тем или иным конкретным вопросам к специальным, не всегда доступным для рядового российского инженера публикациям.

Во-вторых, западные стандарты по системам аварийного сброса также не лишены пробелов и недоговоренностей по определенным вопросам. В качестве примера можно упомянуть расчет изменения температуры продукта в процессе сброса, не изложенный четко и ясно ни в одном из действующих нормативных документов, хотя изменение температуры продукта прямо влияет на правильный выбор клапана.

В-третьих, инженерная и научная мысль не стоит на месте, происходит непрерывный процесс подготовки новых редакций стандартов, предлагающих более совершенные инженерные подходы с использованием результатов современных научных исследований и новейших компьютерных технологий.

Среди проблем, привлекающих в последнее время особое внимание, — проблема предска-

зания и предотвращения неустойчивой работы клапана, сопровождаемой ударами запорного элемента о седло (так называемый chatter) и приводящей к нарушению герметичности и разрушению клапана. Уже давно стало ясно, что пресловутое «правило 3% потерь» на подводящем трубопроводе, переписываемое десятилетиями из одних норм в другие, не является в реальности ни необходимым, ни достаточным условием стабильной работы клапана, а в некоторых случаях (клапаны большого диаметра, наличие переключающих устройств) это правило просто невозможно выполнить. Для обеспечения устойчивости работы клапана необходим динамический анализ всей системы клапана, защищаемой системы и трубопроводов. Усилия международного сообщества направлены сейчас на то, чтобы выработать метод такого анализа, адекватный с точки зрения учета всех существенных факторов, и в то же время реально применимый в инженерной практике.

Другой важной проблемой является разработка методов и моделей учета явления термодинамической неравновесности течения продукта при расчете клапана и примыкающих трубопроводов. Такие явления могут оказывать существенное влияние при сбросе вскипающего продукта.

Для того, чтобы вывести российскую систему нормативно-методической документации по системам аварийного сброса на мировой уровень, российские специалисты должны не просто критически воспринять и переработать

современные методы и подходы, заложенные в западных стандартах, но и стать составной частью международной команды, работающей над развитием этих стандартов. Именно по такому пути и пошли специалисты НТП Трубопровод.

С 2009 г. НТП Трубопровод принимает участие в деятельности Группы пользователей DIERS. В частности, специалисты фирмы вошли в состав команды добровольцев, работающей над новой редакцией руководства [58], которая должна включить самые последние достижения в области проектирования систем аварийного сброса. Работа над книгой в настоящее время завершается, ее выход ожидается в 2013 г.

С учетом полученного опыта в НТП Трубопровод был подготовлен стандарт предприятия [83] по расчету количества сбрасываемого продукта, являющийся современной переработкой У-ТБ-06–85 [11]. В разработке находятся другие стандарты предприятия по расчету и выбору предохранительных клапанов и трубопроводов систем аварийного сброса. После апробации и соответствующей доработки с учетом мнения всех заинтересованных специалистов эти стандарты могли бы стать основой соответствующих общероссийских нормативных документов.

Одновременно с работой над стандартами проводится модернизация программы «Предклапан», которая призвана стать российским инструментом проектирования систем аварийного сброса на основе современных методов и разрабатываемых стандартов.

Литература

1. Магалиф В. Я., Матвеев А. В. Новый этап по развитию российских норм по расчету на прочность технологических трубопроводов // Технологии нефти газа. — 2012. — № 3. — С. 6–10.
2. Матвеев А. В. Местная устойчивость стенки вакуумных участков трубопроводов // Промышленный сервис. — 2012. — № 3. — С. 26–28.
3. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Методики расчетов сосудов и аппаратов и их реализация в программе ПАССАТ // Технологии нефти газа. — 2012. — № 3. — С. 21–27.
4. Краснокутский А. Н., Тимошкин А. И. Проблемы расчета прочности узлов врезки // Там же. — С. 28–32.
5. Лисин С. Ю., Корельштейн Л. Б. «Предклапан» — российский инструмент проектирования систем аварийного сброса // Промышленный сервис. — 2012. — № 3. — С. 16–22.
6. ГОСТ 31294–2005. Клапаны предохранительные прямого действия. Общие технические условия.
7. ГОСТ 12.2.085–2002. Система стандартов безопасности труда. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности.
8. ГОСТ 24570–81. Клапаны предохранительные паровых и водогрейных котлов. Технические требования (с изм. 1, 2 от 1986 и 1991 гг.).
9. ГОСТ 14249–89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.
10. У-ТБ-09–90. Указания по выбору, расчету и установке предохранительных клапанов. Книга 1. Установка предохранительных клапанов и направление выбросов от предохранительных клапанов. — М.: ВНИПИнефть, 1990.
11. У-ТБ-06–85 с изм. 1.2. Указания по выбору, расчету и установке предохранительных клапанов. Книга 2. Временная методика расчета количества выбросов через предохранительные клапаны. — М.: ВНИПИнефть, 1985.
12. У-ТБ-08–90. Указания по выбору, расчету и установке предохранительных клапанов. Книга 3. Методика расчета сечения, гидравлического расчета отводящих трубопроводов и выбора предохранительных клапанов. — М.: ВНИПИнефть, 1990.

13. РД 51-0220570-2-93. Клапаны предохранительные. Выбор, установка и расчет. — ЦКБН, 1993.
14. РД 153-34.1-39.502-98. Инструкция по эксплуатации, порядку и срокам проверки предохранительных устройств сосудов, аппаратов и трубопроводов ТЭС. — РАО «ЕС России», 2000.
15. РД 153-34.1-26.304-98. Инструкция по организации эксплуатации, порядку и срокам проверки предохранительных устройств котлов теплостанций. — РАО «ЕС России», 1999.
16. ИПКМ-2005 Инструкция «Порядок эксплуатации, ревизии и ремонта пружинных предохранительных устройств нефтехимических предприятий Минпромэнерго России».
17. Инструкция по выбору сосудов и аппаратов, работающих с давлением до 100 кг/см² и защите их от превышения давления. — Миннефтехимпром СССР, 1978.
18. ПБ 03-583-03. Правила разработки, изготовления и применения мембранных предохранительных устройств.
19. ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
20. ПБ 03-585-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.
21. ПБ 10-574-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов.
22. ПБ 10-573-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды.
23. ПБ 08-624-03. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности.
24. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
25. ПБ 03-581-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.
26. ПБ 09-592-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем.
27. ПБ 03-595-03. Правила безопасности аммиачных холодильных установок.
28. ПБ 03-605-03. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и газа.
29. ПБ 09-566-03. Правила безопасности для складов сжиженных углеводородных газов и легковоспламеняющихся жидкостей под давлением.
30. ПНАЭ Г-7-008-89. Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (с изм. 1, 2 от 2000 и 2006 гг.)
31. НП 044-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, для объектов использования атомной энергии.
32. НП 045-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды для объектов использования атомной энергии.
33. НП 046-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов для объектов использования атомной энергии.
34. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кг/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 288 К (115°C). — Минстрой России, 1992.
35. СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных трубопроводов.
36. СА 03-005-07. Технологические трубопроводы нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности. Требования к устройству и эксплуатации. — Ассоциация «Ростехэкспертиза», 2007.
37. ГОСТ Р 53681-2009. Нефтяная и газовая промышленность. Детали факельных устройств для общих работ на нефтеперерабатывающих предприятиях. Общие технические требования.
38. ПБ 03-591-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации факельных систем.
39. API STD 520. Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries. Part 1. Sizing and Selection. 8th edition, 2008.
40. API RP 520. Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries. Part 2. Installation. 5th edition, 2003 (draft of 6th edition is available)
41. ANSI/API STD 521. Pressure-Relieving and Depressuring Systems. 5th edition, 2007 (identical to ISO 23251).
42. API STD 526. Flanged Steel Pressure Relief Valves. 5th edition, 2002.
43. API STD 527. Seat Tightness of Pressure Relief Valves. 3rd edition, 1991.
44. API STD 2000. Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks Nonrefrigerated and Refrigerated. 6th edition, 2009 (identical to ISO 28300:2008). Draft of 7th edition identical to draft of 2nd edition of ISO 28300.
45. API 510. Pressure Vessel Inspection Code. Maintenance Inspection, Rating, Repair, and Alteration. 9th edition, 2006.
46. API RP 576. Inspection of Pressure-Relieving Devices. 2nd edition, 2000.
47. API STD 537. Flare Details for General Refinery and Petrochemical Service. 2nd edition, 2008 (identical to ISO 25457).
48. ASME PTC 25 -2008. Pressure Relief Devices. Performance Test Codes.
49. ASME BPVC-I-2010. Boiler and Pressure Vessel Code Section I — Rules for Construction of Power Boilers.
50. ASME BPVC-III-2010. Boiler and Pressure Vessel Code Section III — Rules for Construction of Nuclear Facility Components.
51. ASME BPVC-IV-2010. Boiler and Pressure Vessel Code Section IV — Rules for Construction of Heating Boilers.
52. ASME BPVC-VIII-2010. Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII — Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1.
53. ASME B31.1-2010. Power Piping.

54. ASME B31.3–2010. Processing Piping.
55. Compressed Gas Association (CGA). S-1.1: Pressure Relief Device Standards — Part 1 — Cylinders for Compressed Gases.
56. Compressed Gas Association (CGA). S-1.2: Pressure Relief Device Standards — Part 2 — Portable Containers for Compressed Gases.
57. Compressed Gas Association (CGA). S-1.3: Pressure Relief Device Standards — Part 3 — Stationary Storage Containers of Compressed Gases.
58. Guidelines for Pressure Relief and Effluent Handling Systems. Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers. — NY, 1998.
59. Emergency Relief System Design Using DIERS Technology. The Design Institute for Emergency Relief Systems (DIERS). Project Manual. — NY, 1992.
60. Pressure Equipment Directive 97/23/EC.
61. EN 764-7:2006. Pressure Equipment. Part 7. Safety Systems for Unfired Pressure Equipment.
62. ISO 4126-1:2004. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 1: Safety Valves.
63. ISO 4126-2:2003. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 2: Bursting Disc Safety Devices.
64. ISO 4126-3:2006. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 3: Safety Valves and Bursting Disc Safety Devices in Combination.
65. ISO 4126-4:2004. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 4: Pilot-Operated Safety Valves.
66. ISO 4126-5:2004. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 5: Controlled Safety Pressure Relief Systems (CSPRS).
67. ISO 4126-6:2003. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 6: Application, Selection and Installation of Bursting Disc Safety Devices.
68. ISO 4126-7:2004. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 7: Common Data.
69. ISO 4126-9:2008. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 9: Application and Installation of Safety Devices Excluding Stand-Alone Bursting Disc Safety Devices.
70. ISO 4126-10:2010. Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 10: Sizing of Safety Valves and Connected Inlet and Outlet Lines for Gas/Liquid Two-Phase Flow.
71. EN 12952-10:2010. Water-Tube Boilers and Auxiliary Installations. Part 10. Requirements for Safeguards against Excessive Pressure.
72. EN 12953-8:2002. Shell Boilers. Part 8. Requirements for Safeguards against Excessive Pressure.
73. EN 13648-1:2008. Cryogenic Vessels — Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 1. Safety Valves for Cryogenic Service.
74. EN 13648-2:2002. Cryogenic Vessels — Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 2. Bursting Disc Safety Devices for Cryogenic Service.
75. EN 13648-3:2002. Cryogenic Vessels — Safety Devices for Protection against Excessive Pressure. Part 3. Determination of Required Discharge — Capacity and Sizing.
76. ISO 23251:2006. Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries. Pressure-Relieving and Depressuring Systems.
77. ISO 28300:2008. Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries. Venting of Atmospheric and low-Pressure Storage Tanks (draft of 2nd Edition is available).
78. ISO 25457:2008. Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries. Flare Details for General Refinery and Petrochemical Service.
79. ISO 21013-1:2008. Cryogenic Vessels — Pressure-Relief Accessories for Cryogenic Service. Part 1: Reclosable Pressure-Relief Valves.
80. ISO 21013-2:2007. Cryogenic Vessels — Pressure-Relief Accessories for Cryogenic Service. Part 2: Non-Reclosable Pressure-Relief Devices.
81. ISO 21013-3:2006. Cryogenic Vessels. Pressure-Relief Accessories for Cryogenic Service. Sizing and Capacity Determination.
82. Workbook for Chemical Reactor Relief System Sizing. Contract Research Report 136/1998. — HSE Books, 1998.
83. СТО ИПН/НТП 12-01–2010. Правила расчета и проектирования систем аварийного сброса.

L. B. Korelshteyn

Russian and International Standards and Rules for Pressure Relief System Analysis and Design

Current state of Russian technical regulation in the field of pressure relief system analysis and design in comparison with US and EN standard and rule systems is considered. The steps by NTP Truboprovod for Russian standards and rules modernization in this field are described.

Key words: pressure relief system, safety valve, technical regulation, standard.