ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 59115.13— 2021

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Поверочный расчет для стадии вывода из эксплуатации атомных энергетических установок

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2021

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежаля» (АО «НИКИЭТ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 322 «Атомная техника»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2021 г. № 1176-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии не несет ответственности за патентную чистоту настоящего стандарта. Патентообладатель может заявить о своих правах и направить в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии аргументированное предложение о внесении в настоящий стандарт поправки для указания информации о наличии в стандарте объектов патентного права и патентообладателе

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 2021

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 2
3.1 Термины и определения 2
3.2 Обозначения и сокращения 2
4 Общие положения 2
5 Требования к исходным данным для выполнения поверочного расчета 3
6 Поверочный расчет 4
6.1 Допускаемые напряжения 4
6.2 Учет несплошностей и отклонений геометрических параметров элемента от проектных значений 5
6.3 Расчет на статическую прочность 5
6.4 Расчет на внешние динамические воздействия 5
6.5 Расчет на устойчивость 5
6.6 Расчет на вибропрочность 5
6.7 Расчет на прогрессирующее изменение формы и размеров 5
6.8 Расчет на циклическую прочность 5
6.9 Расчет на сопротивление разрушению 5
7 Особенности поверочного расчета для стадии вывода из эксплуатации атомных энергетических установок 5
Библиография 7

Введение

Настоящий стандарт взаимосвязан с другими стандартами, входящими в комплекс стандартов, регламентирующих обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Поверочный расчет для стадии вывода из эксплуатации атомных энергетических установок

Rules for strength assessment of equipment and pipelines of nuclear power installations. Confirmatory analysis for nuclear power plant decommissioning

Дата введения — 2022—01—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к проведению поверочного расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, на которые распространяется действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии [1].

1.2 Настоящий стандарт предназначен для применения при обосновании прочности оборудования и трубопроводов при подготовке к выводу из эксплуатации атомных энергетических установок.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 59115.1 Обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Термины и определения

ГОСТ Р 59115.2 Обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Модуль упругости, температурный коэффициент линейного расширения, коэффициент Пуассона, модуль сдвига

ГОСТ Р 59115.3 Обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Кратковременные механические свойства конструкционных материалов

ГОСТ Р 59115.7 Обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Прибавки к толщине стенки на сплошную коррозию

ГОСТ Р 59115.9 Обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Поверочный расчет на прочность

ГОСТ Р 59115.11 Обоснование прочности оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Поверочный расчет на постпроектных стадиях

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 59115.1.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения:

s — номинальная толщина стенки, мм;

s_f — фактическая толщина стенки, мм;

c_2 — прибавка к толщине стенки, учитывающая утонение стенки за счет общей (равномерной) коррозии за срок службы изделия, мм;

c_{2f} — фактическая прибавка к толщине стенки, учитывающая утонение стенки за счет общей (равномерной) коррозии за срок службы изделия, мм;

τ — ожидаемый срок службы, лет;

АЭУ — атомная энергетическая установка;

БД — база данных;

ВЭ — вывод из эксплуатации.

4 Общие положения

4.1 Поверочный расчет оборудования и трубопроводов необходимо провести по состоянию оборудования и трубопроводов на момент окончания использования оборудования и трубопроводов по назначению в период ВЭ АЭУ. В случае использования оборудования и трубопроводов по другому назначению необходимо провести расчет на прочность при новых условиях эксплуатации. В случае невыполнения условий прочности на конец срока ВЭ АЭУ необходимо установить допускаемый период продления эксплуатации до достижения оборудованием и трубопроводом предельного состояния.

4.2 Поверочный расчет для стадии ВЭ АЭУ проводят при подготовке к ВЭ АЭУ, чтобы обосновать обеспечение безопасности при ВЭ АЭУ.

4.3 При расчете на прочность оборудования и трубопроводов при ВЭ АЭУ следует учитывать ухудшение характеристик материала относительно значений, используемых при поверочном расчете на стадии проектирования, вследствие воздействия эксплуатационных факторов (влияние рабочей среды, времени, температуры, облучения и т. п.).

4.4 При расчете на прочность оборудования и трубопроводов при ВЭ АЭУ должны быть учтены измеренные (фактические) значения размеров рассматриваемых элементов, выявленные несплошности и дефекты, влияние рабочей среды на утонение стенки.

4.5 Поверочный расчет включает в себя:

- расчет на статическую прочность;
- расчет на внешние динамические воздействия;
- расчет на устойчивость;
- расчет на вибропрочность;
- расчет на прогрессирующее изменение формы и размеров;
- расчет на циклическую прочность;
- расчет на сопротивление разрушению.

4.6 При проведении поверочного расчета при подготовке к ВЭ АЭУ толщину стенки оборудования и трубопроводов s следует принимать равной

$$s = s_f - \frac{\tau c_{2f}}{t}, \tag{4.1}$$

где s_f — фактическое (измеренное) значение толщины стенки на момент обследования;

τ — ожидаемый срок службы на момент окончания ВЭ, отсчитываемый от начала эксплуатации,

c_{2f} — утонение толщины стенки за счет сплошной (равномерной) коррозии на момент обследования за срок службы t.

Если установлено, что утонение толщины стенки за счет сплошной (равномерной) коррозии не превышает значения прибавки c_2, использованного при проведении расчета на прочность на стадии проектирования, то допускается принять номинальное значение толщины стенки s. Если средствами контроля установлено, что c_{2f} превышает значение c_2, установленное проведенным на стадии проектирования расчетом на прочность, то допускается принять измеренное значение s_f.

В случае выявления несплошностей и отклонений геометрических параметров оборудования и трубопроводов от проектных значений, они должны быть учтены в соответствии с ГОСТ Р 59115.11.

5 Требования к исходным данным для выполнения поверочного расчета

5.1 Для получения исходных данных для выполнения поверочного расчета при подготовке к ВЭ АЭУ используется следующая информация:

- значение характеристик физических и механических свойств конструкционных материалов, с учетом данных об их изменении;
- результаты эксплуатационного контроля коррозионного, эрозионного и другого влияния на элементы;
- история нагружения (температура, количество циклов, силовое нагружение, флюенс и др.);
- результаты контроля металла (не связанные с воздействием среды или изменением значений свойств, например, размеры выявленных несплошностей);
- сведения о работах, выполненных на стадии эксплуатации (сведения об обследованиях, проведенном контроле, расчетах на стадии эксплуатации и прочих работах, результаты которых можно использовать при проведении расчетов на стадии ВЭ АЭУ);
- сведения о проведенных модернизациях, реконфигурациях и изменениях в конструкции;
- сведения из БД по ВЭ АЭУ;
- программа ВЭ АЭУ;
- информация об изменении регламента эксплуатации оборудования и трубопроводов;
- перечень оборудования и трубопроводов, планируемого к применению для осуществления ВЭ АЭУ.

5.2 Значения физических и механических характеристик конструкционных материалов, используемые в расчете, следует принимать с учетом срока эксплуатации, а также сроков ВЭ АЭУ на основе представительных экспериментальных данных, либо по ГОСТ Р 59115.2 и ГОСТ Р 59115.3 — в случае, если измеренные (фактические) значения характеристик превышают значения по ГОСТ Р 59115.2 и ГОСТ Р 59115.3.

5.3 В расчете необходимо учитывать возможную деградацию конструкционных материалов в результате температурного старения и радиационного охрупчивания, результаты коррозионного, эрозионного и другого влияния на свойства конструкционных материалов за весь срок эксплуатации, а также с учетом сроков ВЭ АЭУ на основе представительных экспериментальных данных.

5.4 Влияние рабочих сред на изменение значений физических и механических характеристик конструкционных материалов, а также на изменение размеров конструкций следует учитывать в расчете на основе представительных экспериментальных данных, в том числе полученных при эксплуатационном контроле.

5.5 Учет коррозионного влияния среды на значения характеристик физических и механических свойств конструкционных материалов происходит в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59115.7 и ГОСТ Р 59115.11.

5.6 В поверочном расчете при определении расчетных значений характеристик физических и механических свойств конструкционных материалов следует учитывать данные контроля металла за весь срок эксплуатации, в том числе данные по образцам-свидетелям (при их наличии).

5.7 В поверочном расчете необходимо учитывать данные о работах, выполненных на стадии эксплуатации, включая информацию по оценке технического состояния оборудования и трубопроводов.

5.8 При учете проведенных модернизаций, реконфигураций и изменений в конструкциях оборудования и трубопроводов необходимо учитывать модернизации, реконфигурации и изменения, проведенные за период эксплуатации, а также планируемые в программе ВЭ изменения конструкций в процессе ВЭ АЭУ.

5.9 В поверочном расчете для оборудования и трубопроводов из перечня оборудования и трубопроводов, необходимых для ВЭ АЭУ следует использовать новые регламенты эксплуатации в случае их изменения, которые необходимо рассматривать как нормальные условия эксплуатации. В случае

отсутствия изменений, следует использовать регламент эксплуатации, установленный конструкторской (проектной) документацией.

5.10 Для оборудования и трубопроводов должна быть учтена следующая информация, используемая для проведения поверочного расчета:

- очередность проведения работ по демонтажу оборудования и трубопроводов на стадии ВЭ АЭУ;
- организационно-технические мероприятия (при необходимости модернизации оборудования и трубопроводов на стадии ВЭ АЭУ) по модернизации оборудования и трубопроводов, предназначенных для проведения работ и обеспечения безопасности.

5.11 В случае установки нового оборудования и трубопроводов, специально созданных для использования при ВЭ АЭУ, необходимо провести их поверочный расчет.

5.12 Для рассматриваемого оборудования и трубопроводов следует устанавливать расчетную историю нагружения (включая нагрузки при ремонте, остаточные сварочные и реактивные напряжения), представляющую собой фактическую или принятую последовательность режимов эксплуатации, которая включает:

- фактическую историю от начала эксплуатации до текущего момента времени (начала ВЭ АЭУ);
- прогнозируемую историю на период времени эксплуатации оборудования и трубопроводов от начала ВЭ АЭУ до момента окончания ВЭ АЭУ или до окончания их использования при ВЭ АЭУ.

5.13 При отсутствии данных о фактической истории нагружения необходимо использовать либо проектную историю, либо принятую на основе аналогичных фактических данных (полученных при использовании аналогичного оборудования в аналогичных условиях, основанных на опыте его эксплуатации), так, чтобы обеспечить консервативность оценок прочности.

5.14 В качестве прогнозируемой истории нагружения используют прогнозируемую последовательность режимов эксплуатации оборудования и трубопроводов (в соответствии с новым регламентом, в случае его изменения) на период от текущего момента до момента окончания ВЭ АЭУ или до окончания использования оборудования в процессе ВЭ АЭУ.

5.15 До начала выполнения расчетов необходимо провести анализ эксплуатационной документации для получения:

- данных по результатам предыдущих обследований и контроля за весь срок эксплуатации;
- сведений о повреждениях, дефектах, обнаруженных при наружном и внутреннем осмотрах, измерениях основных размеров, неразрушающем контроле;
- причин, послуживших основанием для ремонта и модернизации;
- измеренных (фактических) технических (технологических) параметров, эксплуатационных условий, отклонений от нормальной эксплуатации, специфических условий эксплуатации (если таковые имели место) и т. д.;
- результатов оценки технического состояния.

5.16 Сведения из БД по ВЭ АЭУ включают в себя программы обследований, отчеты с результатами расчетов на прочность, заключения, акты, протоколы, решения, составленные в процессе эксплуатации АЭУ.

5.17 При анализе документации следует использовать данные, полученные по результатам выполненных работ по программе управления ресурсом.

5.18 В качестве дополнительных исходных данных может использоваться информация из БД системы эксплуатационного мониторинга, а также из фактической модели эксплуатации реакторной установки.

6 Поверочный расчет

6.1 Допускаемые напряжения

Допускаемые напряжения следует определять в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59115.9, при этом допускается снижение значений коэффициентов запаса при определении допускаемых напряжений с учетом возможного изменения классификации режимов (нормальные условия эксплуатации, нарушение нормальных условий эксплуатации и т. п.).

6.2 Учет несплошностей и отклонений геометрических параметров элемента от проектных значений

Требования к учету несплошностей и отклонений геометрических параметров элемента от проектных значений следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11.

6.3 Расчет на статическую прочность

Требования к проведению расчета на статическую прочность следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

6.4 Расчет на внешние динамические воздействия

Требования к проведению расчета на внешние динамические воздействия следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

6.5 Расчет на устойчивость

Требования к проведению расчета на устойчивость следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

6.6 Расчет на вибропрочность

Требования к проведению расчета на вибропрочность следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

6.7 Расчет на прогрессирующее изменение формы и размеров

Требования к проведению расчета на прогрессирующее изменение формы и размеров следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

6.8 Расчет на циклическую прочность

Требования к проведению расчета на циклическую прочность следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

6.9 Расчет на сопротивление разрушению

Требования к проведению расчета на прочность при наличии либо постулировании несплошностей следует устанавливать в соответствии с ГОСТ Р 59115.11 с учетом требований раздела 4.

7 Особенности поверочного расчета для стадии вывода из эксплуатации атомных энергетических установок

7.1 В расчетах при подготовке к ВЭ АЭУ необходимо учитывать следующие факторы:

- измеренные значения размеров элементов оборудования и трубопроводов;
- выявленные и не устраненные на стадии монтажа и эксплуатации отклонения геометрических параметров элемента от проектных значений и несплошности;
- данные об изменении значений физических и механических характеристик материалов на стадии эксплуатации по результатам измерений при контроле состояния металла;
- изменение скорости коррозии, обусловленное изменением эксплуатационных условий оборудования и трубопроводов;
- результаты ремонта, модернизации и замены оборудования на стадии эксплуатации, изменений в конструкции во время ВЭ;
- дополнительные нагрузки, изменение усилий и моментов затяжки резьбовых соединений;
- условия крепления и фактические перемещения оборудования и трубопроводов;
- монтажные и ремонтные натяги (растяжки);
- изменение геометрических параметров, компоновки элементов конструкции на разных этапах стадии ВЭ АЭУ;
- изменение нагрузок, связанное с постепенным демонтажем оборудования и трубопроводов и его результатами;
- возможные повреждения, обусловленные демонтажем;

- изменение граничных условий;
- непроектные условия нагружения оборудования и трубопроводов, связанные с авариями и последствиями аварий (если они имели место или включены дополнительно в перечень анализируемых событий), а также демонтажем.

7.2 В обоснованных случаях для анализа прочности допускается использовать результаты расчетов напряженно-деформированного состояния, выполненных на стадии проектирования, эксплуатации, в том числе при продлении срока эксплуатации.

7.3 В поверочном расчете при подготовке к ВЭ АЭУ должно быть обосновано, что прочность незаменяемых оборудования и трубопроводов, постоянно или периодически эксплуатируемых при ВЭ АЭУ, будет обеспечена до полного окончания стадии ВЭ АЭУ, либо до окончания их использования при ВЭ АЭУ.

7.4 В ходе выполнения работ по ВЭ АЭУ в программу ВЭ и проектную документацию ВЭ могут быть внесены изменения, связанные с изменением концепции ВЭ или учитывающие появление новых технологий и оборудования, применяемых для выполнения работ по ВЭ. В случае изменения программы и проектной документации ВЭ должен быть проведен расчет с учетом этих изменений.

7.5 Результаты расчета при ВЭ АЭУ заносятся в БД по ВЭ.

Библиография

[1] Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии НП-089-15 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок

УДК 621.039:531:006.352 ОКС 27.120.20

Ключевые слова: прочность, оборудование, трубопроводы, поверочный расчет, вывод из эксплуатации

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 21.10.2021. Подписано в печать 11.11.2021. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,24.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «РСТ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru