# РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

при использовании атомной энергии



## УСТАНОВЛЕНИЕ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

**РБ-133-17**

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ**

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 28 сентября 2017 г. № 396

# РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

# «УСТАНОВЛЕНИЕ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РЕСУРСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ»

**(РБ-133-17)**

Введено в действие
с 28 сентября 2017 г.

**Москва 2017**

**Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций» (РБ-133-17)**

**Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2017**

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций» (РБ-133-17) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований следующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии: «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (НП-089-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 521 (зарегистрирован Минюстом России 9 февраля 2016 г., регистрационный № 41010), «Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения» (НП-096-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 октября 2015 г. № 410 (зарегистрирован Минюстом России 11 ноября 2015 г., регистрационный № 39666).

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации по установлению и методам мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций при ее конструировании и эксплуатации.

Действие настоящего Руководства по безопасности распространяется на корпуса и механическое оборудование насосов и насосных агрегатов атомных станций, включенных в программу управления ресурсом в соответствии с требованиями НП-096-15.

Руководство по безопасности рекомендуется для применения юридическим и физическим лицам, осуществляющим конструирование и эксплуатацию насосов атомных станций.

Выпускается впервые*.

---

* В разработке принимали участие: Рубцов В.С. (ФБУ «НТЦ ЯРБ»), Белов В.И., Гривизирский В.А. (Ростехнадзор) и Березанин А.А. (АО «Концерн Росэнергоатом»).

## I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций» (РБ-133-17) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований следующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии: «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (НП-089-15); утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 521 (зарегистрирован Минюстом России 9 февраля 2016 г., регистрационный № 41010) (далее – НП-089-15), «Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения» (НП-096-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 октября 2015 г. № 410 (зарегистрирован Минюстом России 11 ноября 2015 г., регистрационный № 39666) (далее – НП-096-15).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по установлению и методам мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций при их проектировании, конструировании и эксплуатации.

3. Действие настоящего Руководства по безопасности распространяется на корпуса и механическое оборудование насосов и насосных агрегатов атомных станций, включенных в программу управления ресурсом в соответствии с требованиями НП-096-15[1].

[1] Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик электротехнического оборудования насосов АС регламентируются Руководством по безопасности «Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик электротехнического оборудования атомных станций».

4. Настоящее Руководство по безопасности не распространяется на тепломеханическое оборудование, корпуса реакторов, арматуру атомных станций.

5. Настоящее Руководство по безопасности разработано с учётом отечественного и зарубежного опыта по управлению ресурсом насосов атомных станций.

6. Перечень сокращений, использованных в настоящем Руководстве по безопасности, приведен в приложении № 1, термины и определения – в приложении № 2.

7. Примерный перечень насосов АС, включаемых в программу управления ресурсом и попадающих под действие настоящего Руководства по безопасности, приведен в приложении № 3. По согласованию с разработчиками проектов АС и реакторных установок эксплуатирующая организация может дополнять указанный перечень.

## II. Рекомендации по установлению ресурсных характеристик

8. Ресурсные характеристики насосов АС рекомендуется устанавливать и обосновывать либо конструкторской (проектной) организацией на стадии проектирования, либо эксплуатирующей организацией, если на стадии конструирования (проектирования) эти характеристики не установлены.

9. Примерный перечень параметров, на основе которых могут быть определены ресурсные характеристики насосов АС, приведен в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности. Необходимые для управления ресурсом насосов ресурсные характеристики рекомендуется определять на основе параметров из указанного перечня или, если приведенных в нем параметров недостаточно для определения ресурсных характеристик, дополнительно назначать иные.

10. Ресурсные характеристики насосов АС определяются как предельно допустимые значения параметров, приведенных в приложении № 4 к настоящему Руководству по безопасности, достижение которых соответствует исчерпанию ресурса согласно критериям оценки ресурса (см. раздел IV настоящего Руководства по безопасности).

11. Установленный конструкторской (проектной) организацией перечень ресурсных характеристик насосов рекомендуется обосновать, при этом в качестве обоснования могут служить:

ссылки на опыт эксплуатации и управление ресурсом аналогичных насосов на АС;

результаты опытной эксплуатации прототипов, имеющих наибольшую наработку и эксплуатируемых в наиболее жестких условиях по параметрам рабочей среды, внешним и внутренним воздействиям;

прогнозируемые механизмы деградации насоса[2] .

12. В случаях когда ресурсные характеристики насосов устанавливаются эксплуатирующей организацией, перечень ресурсных характеристик рекомендуется согласовать с организацией, которая выполняла конструирование (проектирование) указанного насоса (за исключением случаев, когда конструкторские организации прекратили существование или являются иностранными юридическими лицами).

## III. Рекомендации по установлению критериев оценки ресурса

13. Критерии оценки ресурса насоса рекомендуется устанавливать по каждой из назначенной для этого насоса ресурсной характеристике на основе:

требований федеральных норм и правил в области использования атомной энергии;

требований национальных или отраслевых стандартов, включенных в сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии, применяемых на обязательной основе;

требований конструкторской (проектной) документации.

14. Примерный перечень критериев оценки ресурса насосов АС приведен в приложении № 5 к настоящему Руководству по безопасности. Необходимые для управления ресурсом насосов критерии оценки ресурса рекомендуется определять с использованием указанного перечня. В случае необходимости использования иных, не указанных в приложении № 5 критериев оценки

[2] Для новых разработок.

ресурса или дополнительных источников установления численных значений критериев ресурса, конструкторской (проектной) организации рекомендуется подготовить обоснование необходимости использования альтернативных критериев.

## IV. Рекомендации по методам мониторинга ресурсных характеристик насосов

15. Мониторинг ресурсных характеристик насосов АС рекомендуется выполнять для всех включенных в программу управления ресурсом насосов, ресурс которых подлежит управлению согласно НП-096-15, с целью периодической или непрерывной (с использованием систем автоматизированного контроля остаточного ресурса) оценки технического состояния и выявления доминирующих (определяющих) механизмов старения, деградации и повреждений этих насосов.

16. Конструкторской организации (проектировщику) насоса рекомендуется приводить ресурсные характеристики и методы мониторинга ресурсных характеристик в руководстве по эксплуатации с указанием периодичности замены внутрикорпусных элементов насоса с внесением в паспорт насоса перечня заменяемых элементов.

17. На стадии эксплуатации мониторинг ресурсных характеристик насосов АС проводится в соответствии с Программой управления ресурсом оборудования и трубопроводов, которая разрабатывается эксплуатирующей организацией для каждого энергоблока АС и согласовывается с разработчиками проектов РУ и АС.

18. Рекомендуется подтверждать, поддерживать и при наличии технической возможности восстанавливать ресурс насосов АС за счет ТОиР с периодичностью, определенной в Программе управления ресурсом оборудования и трубопроводов. Ресурс корпуса насоса подтверждается отдельными расчетами.

19. В случаях когда остаточный ресурс насоса исчерпан, насос заменяется. При замене насоса в Программу управления ресурсом оборудования и трубопроводов вносятся соответствующие изменения, включая необходимые мероприятия по мониторингу ресурсных характеристик вновь установленного насоса.

20. Эксплуатирующей организации рекомендуется определить перечень незаменяемых насосов, ресурс которых должен быть обеспечен до вывода блока из эксплуатации, а также насосов, задействованных при выводе блока АС из эксплуатации, ресурс должен быть также обеспечен и на период вывода блока из эксплуатации.

21. Необходимым условием выполнения процедур по мониторингу ресурсных характеристик, подлежащих управлению ресурсом насосов АС, является мониторинг фактических условий эксплуатации этих насосов, для чего рекомендуется контролировать (прямыми измерениями или с использованием косвенных расчетных оценок) следующие параметры:

температуру стенки корпуса;

температуру теплоносителя или иной рабочей среды;

количество циклов разогрева и расхолаживания;

скорость разогрева или расхолаживания и максимальные значения этих характеристик в процессе эксплуатации;

давление и скорость повышения или сброса давления теплоносителя или рабочих сред;

вибрационные характеристики (в программу управления ресурсом рекомендуется включить периодичность замера вибрационных характеристик);

скорость потока теплоносителя или рабочих сред;

количество циклов нагружения.

22. Дополнительно к приведенным в пункте 21 настоящего Руководства по безопасности параметрам рекомендуется выполнять фиксацию и учет времени эксплуатации насосов в том или ином режиме, а также учет фактического количества реализаций того или иного режима эксплуатации, включая гидравлические (пневматические) испытания насосов на прочность и плотность с учетом заводских испытаний.

23. Контроль приведенных в пункте 21 настоящего Руководства по безопасности параметров рекомендуется осуществлять либо прямыми методами (постоянное или периодическое измерение в процессе эксплуатации), либо косвенными методами (посредством пересчета, экстраполяции или интерполяции).

24. В случаях невозможности прямого или косвенного кон-

троля приведенных в пункте 21 настоящего Руководства по безопасности параметров рекомендуется установить порядок дооснащения насосов АС системами и (или) способами контроля необходимых параметров из приведенного выше перечня.

25. Рекомендуемые методы мониторинга ресурсных характеристик насосов с использованием приведенных в пункте 21 настоящего Руководства по безопасности параметров указаны в приложении № 6.

## V. Рекомендации по сбору, систематизации и хранению данных по насосам атомных станций

26. Для строящихся и проектируемых АС эксплуатирующей организации рекомендуется до ввода энергоблока АС в эксплуатацию организовать и отладить систему сбора, обработки, систематизации, анализа и хранения информации по повреждениям насосов, их накоплению и развитию, механизмам старения, отказам и нарушениям в работе (с учетом пусконаладочных работ), а также по режимам работы, включая переходные режимы, гидравлические (пневматические) испытания и аварийные ситуации.

27. Указанную информацию рекомендуется хранить в течение всего срока службы насоса в виде компьютерной базы данных, позволяющей в случае необходимости оперативно получить все необходимые параметры для оценки остаточного ресурса насоса.

28. В указанную базу данных для каждого типа насосов, ресурс которого подлежит управлению, вводятся следующие параметры:

все паспортные данные на насос в соответствии с требованиями НП-089-15;

данные изготовителей насосов АС, монтажных и наладочных организаций о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на насосы АС и технологии их изготовления, а также данные о ремонтах, термообработках, дополнительных испытаниях;

о наличии или отсутствии отклонений от конструкторской (проектной) документации на насосы АС при их хранении, пере-

консервации, перевозке и транспортно-технологических операциях;

технические характеристики имеющихся отклонений (при их наличии) при изготовлении, хранении, транспортировке, монтаже насосов, а также при пусконаладочных работах;

данные по мониторингу фактических условий эксплуатации насосов, приведенные в пункте 21 настоящего Руководства по безопасности;

данные по повреждениям насосов (или металла насосов), их накоплению и развитию, механизмам старения, отказам и нарушениям в работе.

29. Математическое и программное обеспечение базы данных рекомендуется подготовить таким образом, чтобы они позволяли на любом этапе жизненного цикла блока АС обеспечить возможность сопоставления исходных и фактических значений ресурсных характеристик насосов, а также анализа информации об условиях эксплуатации насосов АС и влиянии этих условий на ресурс.

30. Хранение базы данных рекомендуется выполнять с использованием современных носителей информации с обязательным дублированием информации в виде резервных копий, позволяющих в случае потери или повреждения данных восстановить полный объем информации. При хранении копий базы данных рекомендуется использовать носители информации, не имеющие связи с сетями общего доступа.

31. Для АС, находящихся на стадии эксплуатации, эксплуатирующей организации рекомендуется составить план-график разработки и ввода в действие компьютерной базы данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Установление и методы мониторинга
ресурсных характеристик насосов атомных
станций», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от « 28» сентября 2017 г. № 396

**Перечень сокращений**

В настоящем Руководстве по безопасности используются следующие сокращения:

| | | |
|---|---|---|
| АС | – | атомная станция |
| АЭУ | – | атомная энергетическая установка |
| БН | – | реактор на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем |
| ВВЭР | – | водо-водяной энергетический реактор |
| ВПЭН | – | вспомогательный питательный электронасос |
| ГЦН | – | главный циркуляционный насос |
| КМПЦ | – | контур многократной принудительной циркуляции теплоносителя |
| КЭН | – | конденсатный электронасос |
| РБМК | – | реактор большой мощности канальный |
| РУ | – | реакторная установка |
| САКОР | – | система автоматизированного контроля остаточного ресурса |
| СУЗ | – | система управления и защиты |
| ТОиР | – | техническое обслуживание и ремонт |
| ТПН | – | турбопитательный насос |
| ЭГП-6 | – | энергетический гетерогенный петлевой реактор с 6-ю петлями циркуляции теплоносителя |

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Установление и методы мониторинга
ресурсных характеристик насосов атомных
станций», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от « 28» сентября 2017 г. № 396

## Термины и определения

В настоящем Руководстве по безопасности используются следующие термины и определения:

1. **Доминирующий механизм старения, деградации, повреждений насосов** – один из нескольких механизмов старения, деградации, повреждений элементов насосов, приводящий к наиболее быстрому исчерпанию их ресурса.

2. **Кавитационный запас** – превышение удельной энергии рабочей среды на входе в насос над удельной энергией, соответствующей давлению насыщенных паров жидкости при температуре перекачки.

3. **Однотипные насосы** – насосы, представленные в проекте РУ или АС как минимум в нескольких единицах (например, ГЦН, насосы аварийного впрыска высокого давления).

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Установление и методы мониторинга
ресурсных характеристик насосов атомных
станций», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от « 28» сентября 2017 г. № 396

**Примерный перечень однотипных насосов атомных станций, включаемых в программу управления ресурсом**

1. Насосы АС с реакторами ВВЭР, включаемые в программу управления ресурсом:

ГЦН;
ВПЭН;
КЭН I и II ступеней;
насосы аварийного впрыска высокого давления;
насосы аварийного впрыска низкого давления;
насосы подпитки;
насосы борного регулирования;
насосы аварийного ввода бора;
насосы аварийной питательной воды;
питательный электронасос (для ВВЭР-1200);
спринклерные насосы;
ТПН.

2. Насосы АС с реакторами РБМК, включаемые в программу управления ресурсом:

ГЦН.

3. Насосы АС с реакторами БН, включаемые в программу управления ресурсом:

ГЦН первого контура;
ГЦН второго контура;
электромагнитные насосы.

4. Насосы АС с реакторами ЭГП-6, включаемые в программу управления ресурсом:

питательный электронасос;
насосы контура охлаждения каналов СУЗ;
насосы аварийной подачи питательной воды;
конденсатные насосы.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Установление и методы мониторинга
ресурсных характеристик насосов атомных
станций», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от « 28» сентября 2017 г. № 396

**Примерный перечень параметров, на основе которых могут быть определены ресурсные характеристики насосов атомных станций**

1. Время эксплуатации.
2. Общая толщина стенки корпуса или других элементов насоса.
3. Локальная толщина стенки корпуса или других элементов насоса.
4. Накопленное значение повреждаемости металла элемента насоса при циклически повторяющихся нагрузках.
5. Сдвиг критической температуры хрупкости металла сварных соединений и основного металла корпуса насоса вследствие температурного старения и циклической повреждаемости металла[1].
6. Накопленное значение пластических деформаций элемента насоса.
7. Накопленное значение деформаций ползучести элемента насоса.
8. Изменения размеров или формы элемента насоса вследствие упругих и неупругих деформаций.
9. Механические характеристики конструкционных материалов незаменяемых и заменяемых элементов насоса.
10. Качественное изменение структуры металла элемента насоса, приводящее к появлению новых механизмов его деградации и ускоренному исчерпанию ресурса.
11. Максимальное отклонение напора насоса от значения, установленного в конструкторской документации.
12. Максимальное отклонение подачи насоса от значения, установленного в конструкторской документации.
13. Необратимые изменения технологических параметров насосов вследствие отложений, износа или истирания, изменений размеров или формы элементов насоса.
14. Вибрационные характеристики насоса.
15. Кавитационный запас.

---

[1] Указанный параметр используется только в случаях, когда является обязательным расчет корпуса насоса на сопротивление хрупкому разрушению.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Установление и методы мониторинга
ресурсных характеристик насосов атомных
станций», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «28» сентября 2017 г. № 396

**Примерный перечень критериев оценки ресурса насосов атомных станций**

| № п/п | Параметр | Критерий оценки ресурса | Примечание |
|---|---|---|---|
| 1. | Время эксплуатации | Предельное значение, установленное конструкторской документацией | Рекомендуется внести в паспорт и вести учет с занесением информации в паспорт |
| 2. | Общая толщина стенки корпуса или других элементов насоса | Минимальное значение, для которого выполняются требования расчета по выбору основных размеров, регламентированные федеральными нормами и правилами в области использования атомной энергии, устанавливающими нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ[1] | Рекомендуется внести в паспорт и проводить контроль с занесением информации в паспорт по результатам контроля в соответствии с Программой управления ресурсом) |
| 3. | Локальная толщина стенки корпуса или других элементов насоса | Минимальное значение, для которого выполняются условия прочности при поверочном расчете на прочность, приведенные в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, устанавливающих нормы | Рекомендуется внести в паспорт и проводить контроль с занесением информации в паспорт (по результатам контроля в соответствии с Про- |

[1] Для элементов, не попадающих под действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии, расчет на прочность выполняется в соответствии с современным уровнем развития науки, техники.

| № п/п | Параметр | Критерий оценки ресурса | Примечание |
|---|---|---|---|
| | | расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ[1] | граммой управления ресурсом) |
| 4. | Накопленное значение повреждаемости металла элемента насоса при циклически повторяющихся нагрузках | Предельное значение, приведенное в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, устанавливающих нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ[1] | |
| 5. | Сдвиг критической температуры хрупкости металла сварных соединений и основного металла корпуса насоса вследствие температурного старения и циклической повреждаемости металла | Предельное значение, для которого выполняются условия прочности при расчете на сопротивление хрупкому разрушению, приведенное в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, устанавливающих нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ[1] | |
| 6. | Накопленное значение пластических деформаций элемента насоса | Предельное значение для конструкционного материала, установленное в национальных или отраслевых стандартах, включенных в сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии, применяемых на обязательной основе | |
| 7. | Накопленное значение деформаций ползучести элемента насоса | Предельное значение для конструкционного материала, установленное в национальных или отраслевых стандартах, включенных в сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии, применя- | |

| № п/п | Параметр | Критерий оценки ресурса | Примечание |
|---|---|---|---|
| | | емых на обязательной основе | |
| 8. | Изменения размеров или формы элемента насоса вследствие упругих и неупругих деформаций | Предельное значение, установленное в конструкторской (проектной) документации | |
| 9. | Механические характеристики конструкционных материалов незаменяемых и заменяемых элементов насоса | Предельные значения для конструкционных материалов, установленные в национальных или отраслевых стандартах, включенных в сводный перечень документов по стандартизации в области использования атомной энергии, применяемых на обязательной основе | |
| 10. | Качественное изменение структуры металла элемента насоса, приводящее к появлению новых механизмов его деградации и ускоренному исчерпанию ресурса | Устанавливается эксплуатирующей организацией по результатам эксплуатационного контроля металла по согласованию с конструкторской организацией (при ее наличии) и профильной материаловедческой организацией | Рекомендуется внести в паспорт (по результатам контроля в соответствии с Программой управления ресурсом) |
| 11. | Максимальное отклонение напора насоса от значения, установленного в конструкторской документации | Устанавливается в конструкторской документации на насос | |
| 12. | Максимальное отклонение подачи насоса от значения, установленного в конструкторской документации | Устанавливается в конструкторской документации на насос | |
| 13. | Необратимые изменения технологических параметров насоса вследствие | Предельные значения, установленные в конструкторской документации на насос | |

| № п/п | Параметр | Критерий оценки ресурса | Примечание |
|---|---|---|---|
| | отложений, износа или истирания, изменения геометрических размеров или формы | | |
| 14. | Вибрационные характеристики насоса | Недопустимые частоты или амплитуды колебаний насоса или его элементов, приводящие к нарушениям условий прочности самого насоса, его элементов или присоединенных трубопроводов. Определяются из условий прочности, приведенных в федеральных нормах и правилах в области использования атомной энергии, устанавливающих нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов АЭУ[1] | |
| 15. | Кавитационный запас | Предельное значение, установленное в конструкторской документации на насос | |
| 16. | Состояние заменяемых элементов | Предельное состояние, установленное в конструкторской документации | Рекомендуется вносить в паспорт перечень замененных элементов, периодичность замены внутрикорпусных элементов. Рекомендуется вести учет |

ПРИЛОЖЕНИЕ № 6
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Установление и методы мониторинга
ресурсных характеристик насосов атомных
станций», утвержденному приказом
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от «28» сентября 2017 г. № 396

**Рекомендуемые методы мониторинга ресурсных характеристик насосов**

| № п/п | Ресурсная характеристика | Рекомендуемые методы мониторинга |
|---|---|---|
| 1. | Общая толщина стенки корпуса или других элементов насоса | Ультразвуковая толщинометрия; визуальный и измерительный контроль |
| 2. | Локальная толщина стенки корпуса или других элементов насоса | Ультразвуковая толщинометрия; визуальный и измерительный контроль |
| 3. | Накопленное значение повреждаемости металла элемента насоса при циклически повторяющихся нагрузках | Расчет или автоматический метод (при использовании САКОР) |
| 4. | Сдвиг критической температуры хрупкости металла сварных соединений и основного металла корпуса насоса вследствие температурного старения и циклической повреждаемости металла | Расчет или эксперимент (по результатам испытаний образцов металла) |
| 5. | Накопленное значение пластических деформаций элемента насоса | Расчет или измерения |
| 6. | Накопленное значение деформаций ползучести элемента насоса | Расчет или измерения |
| 7. | Изменения размеров или формы элемента насоса вследствие упругих и неупругих деформаций | Расчет или измерения |
| 8. | Механические характеристики конструкционных материалов незаме- | Измерения (прямые или косвенные методы), испы- |

| № п/п | Ресурсная характеристика | Рекомендуемые методы мониторинга |
|---|---|---|
| | няемых и заменяемых элементов насоса | тания и (или) исследования на образцах металла |
| 10. | Качественное изменение структуры металла элемента насоса, приводящее к появлению новых механизмов его деградации и ускоренному исчерпанию ресурса | Исследования образцов металла |
| 11. | Максимальное значение внешней утечки, установленное в конструкторской документации | Измерения (прямые или косвенные методы) в процессе эксплуатации или при осмотрах |
| 12. | Максимальное отклонение напора насоса от значения, установленного в конструкторской документации | Расчет |
| 13. | Максимальное отклонение подачи насоса от значения, установленного в конструкторской документации | Расчет |
| 15. | Необратимые изменения технологических параметров насоса вследствие отложений, износа или истирания, изменения геометрических размеров или формы | Расчет или измерения |
| 16. | Вибрационные характеристики насоса | Расчет или измерения |
| 17. | Кавитационный запас | Расчет |

Примечание. Для контроля и мониторинга ресурсных характеристик насосов АС рекомендуется применять методы, которые включены в нормы и правила в области использования атомной энергии, национальные стандарты (предварительные национальные стандарты), руководства по безопасности, методики по контролю металла, методики по измерению вибрации.

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии

**Установление и методы мониторинга ресурсных характеристик насосов атомных станций**

**РБ-133-17**

Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с приложением к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 сентября 2017 г. № 396

Подписано в печать 11.10.2017

ФБУ «Научно-технический центр по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ») является официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.06 № 384), а также официальным распространителем документов МАГАТЭ на территории России.
Тираж 100 экз.
Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ»
Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5

Товарный знак ФБУ «НТЦ ЯРБ» зарегистрирован в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации 19.06.2017

| | | |
|---|---|---|
| РЕГИСТР ИСО 9001 | TÜVRheinland Система менеджмента ISO 9001:2008 | Система менеджмента качества ФБУ «НТЦ ЯРБ» сертифицирована на соответствие требованиям международного стандарта ISO 9001:2008 и межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 9001-2011 |
| | Данный продукт изготовлен компанией, система менеджмента качества которой сертифицирована в TUV Rheinland | |

gost.e-ecolog.ru