

Державне підприємство
«Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»

ДП НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"
ФОНД
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ
«ЕНЕРГОАТОМ»**

**Інженерна, наукова та технічна підтримка
ВОДНО-ХІМІЧНИЙ РЕЖИМ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ОБМОТОК
СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ ТИПУ ТВВ АЕС УКРАЇНИ. ТЕХНІЧНІ
ВИМОГИ І СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА**

СОУ НАЕК 172:2018

**НА НАЕК
ОРИГІНАЛ**

**Київ
2018**

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО: виконавча дирекція з виробництва

2 РОЗРОБНИКИ: О.В. Архипенко, В.В. Бережна, І.Ю. Добровольська, М.В. Замфіракі, В.Я. Козлов, Т.Ю. Козлова, Н.В. Панченко, Л.М. Таран

3 ЗАТВЕРДЖЕНО: наказ ДП «НАЕК «Енергоатом» від 06.03.2019 № 215

4 ДАТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ: 19.03.2019

5 ВВЕДЕНО НА ЗАМІНУ: СОУ-Н ЯЕК 1.036:2013 «Водно-хімічний режим системи охолодження обмоток статора турбогенераторів типу ТВВ АЕС України. Технічні вимоги і способи забезпечення якості охолоджувального середовища»

6 ПЕРЕВІРКА: 19.03.2024

7 КОД КНДК: 2.50.40

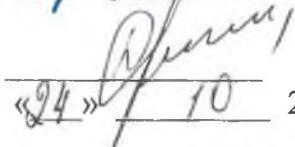
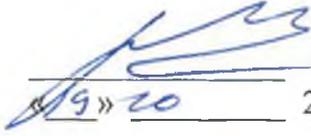
8 ПІДРОЗДІЛ, ЩО ЗДІЙСНЮЄ ВЕДЕННЯ НД: відділ хімічних технологій виконавчої дирекції з виробництва

9 МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОРИГІНАЛУ НД: відділ стандартизації департаменту з управління документацією та стандартизації виконавчої дирекції з якості та управління

Цей стандарт заборонено повністю або частково відтворювати, тиражувати та розповсюджувати у комерційних цілях без згоди ДП «НАЕК «Енергоатом»

АРКУШ ПОГОДЖЕННЯ СОУ НАЕК 172:2018

Інженерна, наукова та технічна підтримка. Водно-хімічний режим системи охолодження обмоток статора турбогенераторів типу ТВВ АЕС України. Технічні вимоги і способи забезпечення якості охолоджувального середовища

ТВО Перший віце-президент - технічний директор	 «24» 10 2018	 О.В. Шавлаков
Генеральний інспектор – директор з безпеки	 «24» 10 2018	Д.В. Білей
Виконавчий директор з виробництва	 «19» 10 2018	В.А. Кравець
Виконавчий директор з якості та управління	 «18» 10 2018	С.О. Бриль
Начальник відділу стандартизації ДУДС ВДЯУ	 «18» 10 2018	А.А. Нелепов
Директор ВП «Науково-технічний центр»	лист №1452/41-05 від 22.05.2018	
ВП ЗАЕС	лист №38-41/19052 від 28.08.2018	
ВП РАЕС	лист №171/3841-2 від 31.08.2018	
ВП ЮУАЕС	лист №08/14267 від 28.08.2018	
ВП ХАЕС	лист 24-01/1738-7721 від 30.08.2018	



ЗМІСТ

1	Сфера застосування	1
2	Нормативні посилання	1
3	Терміни та визначення понять.....	2
4	Позначки та скорочення	2
5	Загальні положення	3
6	Технічні вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ.....	5
	6.1 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ на період пуску енергоблоку після ППР (зупину)	5
	6.2 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ при роботі енергоблоку на потужності	6
	6.3 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ на період консервування устаткування другого контуру	7
7	Вимоги до систем та методів забезпечення ВХР СООСТГ	7
	7.1 Вимоги до якості ХЗВ для заповнення та підживлення СООСТГ	7
	7.2 Вимоги до якості основного конденсату для підживлення СООСТГ	7
	7.3 Вимоги до іонообмінних фільтрів та завантажувальних матеріалів	8
	7.4 Вимоги до продування	9
	7.5 Вимоги до системи подачі азоту	9
8	Вимоги до хімічного очищення СООСТГ	9
9	Вимоги до хімічного контролю	10
	Додаток А. Розчинність кисню у воді при контакті з повітрям та при тиску 0,1МПа	14
	Додаток Б. Гістограма залежності величини водневого показника (рН) від масової концентрації аміаку та морфоліну в охолоджувальному середовищі	15
	Додаток В. Гістограма залежності величини водневого показника (рН) від масової концентрації аміаку та етаноламіну в охолоджувальному середовищі	16
	Додаток Г. Методичні рекомендації з визначення вмісту водню, розчиненому в охолоджувальному середовищі СООСТГ	17
	Аркуш реєстрації змін.....	20

**СТАНДАРТ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА
«НАЦІОНАЛЬНА АТОМНА ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧА КОМПАНІЯ
«ЕНЕРГОАТОМ»**

Інженерна, наукова та технічна підтримка

**ВОДНО-ХІМІЧНИЙ РЕЖИМ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ
ОБМОТОК СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ ТИПУ ТВВ АЕС
УКРАЇНИ. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ І СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА**

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Цей стандарт поширюється на водно-хімічний режим системи водяного охолодження обмоток статорів турбогенераторів типів ТВВ-220-2АУЗ, ТВВ-1000-4УЗ, ТВВ-1000-2УЗ та ТВВ-1000-2МУЗ енергоблоків АЕС з водно-водяними енергетичними реакторами, що експлуатуються.

1.2 Цей стандарт встановлює вимоги до якості охолоджувального середовища системи охолодження обмотки статора турбогенератора (СООСТГ) в режимах пуску, під час експлуатації, на період консервування устаткування другого контуру; до систем забезпечення, хімічного контролю якості охолоджувального середовища, відмивок внутрішньої поверхні стрижнів обмотки статора, що складаються з елементарних порожнистих провідників.

1.3 Цей стандарт встановлює обмеження з експлуатації системи охолодження обмотки статора турбогенератора при відхиленні нормованих показників якості охолоджувального середовища від діапазонів допустимих значень та при відхиленні діагностичних показників від контрольних рівнів, вимоги до обсягу і періодичності хімічного контролю, до застосовуваних реагентів та фільтруючих матеріалів.

1.4 Вимоги цього стандарту обов'язкові для підрозділів ДП «НАЕК «Енергоатом», які здійснюють діяльність з експлуатації турбогенераторів типу ТВВ.

1.5 Вимоги цього стандарту є обов'язковими для внесення їх до тендерної документації та/або договору з підрядними організаціями, які здійснюють для ДП «НАЕК «Енергоатом» діяльність (постачають продукцію, виконують роботи, надають послуги), пов'язану з експлуатацією турбогенераторів типу ТВВ.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Нижче наведено документ, на який в стандарті є посилання.

Якщо документ, зазначений у цьому розділі, змінено (замінено) або його дію скасовано (без заміни на інший), то до моменту внесення зміни до СОУ НАЕК 172 необхідно користуватися зміненим (заміненим) документом або положення СОУ НАЕК 172 застосовувати без врахування вимог документа, дію якого скасовано.

ГНД 95.1.10.07.041-99 «Методика измерения осмотической стабильности сферических ионитов по результатам осмотра под микроскопом» (Методика вимірювання осмотичної стабільності сферичних іонітів за результатами огляду під микроскопом)

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, вжиті в цьому стандарті, та визначення позначених ними понять

3.1 величина надходження водню

Різниця концентрацій розчиненого водню на виході та вході охолоджувального середовища СООСТГ (використовується в цьому стандарті)

3.2 діагностичний показник

Показник, що забезпечує отримання додаткової інформації про причини змін нормованого показника (використовується в цьому стандарті)

3.3 нормований показник

Показник якості охолоджувального середовища СООСТГ, підтримання якого в діапазонах допустимих значень забезпечує цілісність та прохідність порожнистих елементарних провідників стрижнів обмотки статора, проектний ресурс безпечної експлуатації турбогенератора (використовується в цьому стандарті)

3.4 охолоджувальне середовище

Вода, що циркулює у системі охолодження обмотки статора турбогенератора (використовується в цьому стандарті)

3.5 якість охолоджувального середовища

Сукупність характеристик (показників якості) охолоджувального середовища, що забезпечують оптимальні умови експлуатації СООСТГ (використовується в цьому стандарті)

4 ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

АХК	– автоматизований хімічний контроль
АЕС	– атомна електрична станція
БВВ	– бак водяний вакуумний
БЗК	– бак запасу конденсату
БЩУ	– блоковий щит управління
ВВЕР	– водо-водяний енергетичний реактор
ВНВ	– величина надходження водню
ВП АЕС	– відокремлені підрозділи «Запорізька АЕС», «Хмельницька АЕС», «Рівненська АЕС» та «Южно-Українська АЕС»
ВХР	– водно-хімічний режим
ЗВТ	– засоби вимірювальної техніки
ЛХК	– лабораторний хімічний контроль
ПАР	– піріділазорезорцин

ПЕПОСТГ	– порожнистий елементарний провідник обмотки статора турбогенератора
ППР	– планово-попереджувальний ремонт
СООСТГ	– система охолодження обмотки статора турбогенератора
ТВВ	– турбогенератор з воднево-водяним охолодженням
ХВО	– хімічне водоочищення
ХЗВ	– хімічно знесолена вода

5 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

5.1 Цей стандарт розроблено на підставі досвіду експлуатації СООСТГ АЕС з ВВЕР-440 та ВВЕР-1000, де застосовуються морфоліновий та етаноламіновий ВХР другого контуру.

5.2 Для забезпечення оптимальних умов експлуатації порожнистих елементарних провідників стрижнів обмотки статора турбогенераторів ВХР СООСТГ повинен забезпечувати:

- підтримання нормованих показників якості охолоджувального середовища;
- проектну корозійну стійкість ПЕПОСТГ та інших конструкційних матеріалів обмотки;
- мінімізацію відкладень на внутрішніх поверхнях ПЕПОСТГ, з'єднувальних шлангів, вивідних шин та в інших проточних частинах обмотки статора і СООСТГ;
- проектний тепловий режим стрижнів обмотки та натискних плит (кілець) статора турбогенератора.

5.3 Дані контролю ВХР СООСТГ повинні фіксуватися та зберігатися на АЕС протягом усього строку служби турбогенератора.

5.4 У цьому стандарті показники якості охолоджувального середовища класифікуються на нормовані та діагностичні.

5.5 Порухом ВХР СООСТГ є вихід значення одного або декількох нормованих показників за межі діапазону допустимих значень:

- визначених у таблиці 1 – протягом перших 10 діб після включення турбогенератора в мережу;
- визначених у таблиці 2 – при роботі енергоблока на потужності.

Тривалістю порушення ВХР СООСТГ є період часу від моменту фіксації порушення до його усунення.

Сумарна тривалість усіх порушень ВХР СООСТГ повинна складати не більше 10 календарних діб за кампанію.

Повідомлення про порушення ВХР СООСТГ та їх розслідування проводяться у порядку, встановленому для розслідування порушень у роботі АЕС.

Дані про величину та тривалість порушень ВХР повинні фіксуватися і зберігатися протягом усього строку служби турбогенератора.

5.6 Основними причинами та джерелами надходження забруднень в охолоджувальне середовище СООСТГ є:

- домішки, що надходять з підживлювальною водою із БЗК або з основним конденсатом;
- продукти деструкції іонообмінних матеріалів системи очищення робочих середовищ;

- домішки у реагентах, що застосовуються для корекції ВХР другого контуру при підживленні СООСТГ основним конденсатом енергоблоку;
- продукти корозії порожнистих елементарних провідників стрижнів обмотки статора СООСТГ або інших її елементів;
- присмокти повітря або водню, що надходять через нещільності обмотки статора та інших елементів СООСТГ;
- домішки в азоті технічному.

5.7 СООСТГ для турбогенераторів типу ТВВ енергоблоків АЕС повинна оснащуватися технічними засобами і системами, які забезпечують підтримання і контроль нормованих та діагностичних показників якості охолоджувального середовища.

5.8 Значення хімічних показників якості, наведених у цьому стандарті, відповідають результатам вимірювань або перерахунку для стандартних умов аналізованих проб: температура 25 °С, тиск 0,1 МПа та представлені у системі СІ.

6 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА СООСТГ

6.1 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ на період пуску енергоблоку після ПНР (зупину)

6.1.1 На період пуску енергоблоку після планово-попереджувального ремонту СООСТГ заповнюється хімічно знесоленою водою.

Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ на період пуску та перші 10 діб після включення енергоблоку у мережу наведені у таблиці 1.

6.1.2 При заповненні СООСТГ із БЗК концентрація розчиненого кисню в охолоджувальному середовищі не нормується. Вміст розчиненого кисню залежить від температури води (див. додаток А).

6.1.3 Для підтримання масових концентрацій морфоліну та етаноламіну у межах контрольних рівнів необхідно керуватися графіками згідно з додатками Б та В відповідно.

Таблиця 1 – Показники якості охолоджувального середовища СООСТГ на період пуску та перші 10 діб після включення енергоблоку у мережу, а також на період консервування

Нормовані показники	
Найменування показника	Допустимі значення
Водневий показник рН	від 5,6 до 9,0 включно
Питома електрична провідність, мкСм/см, не більше	5,0
Питомий електричний опір, кОм · см, не менше	200
Масова концентрація міді, мкг/дм ³ , не більше	100
Діагностичні показники	
Найменування показників	Контрольні рівні
Масова концентрація морфоліну, мг/дм ³ , не більше	3,7*
Масова концентрація етаноламіну, мг/дм ³ , не більше	0,8**
Концентрація водню у газовій фазі уловника, % об'ємних, не більше	3
Концентрація водню у газовій фазі БВВ, % об'ємних, не більше	3
ВНВ, мкг/дм ³ , не більше	50
* При корекційній обробці робочого середовища другого контуру морфоліном.	
** При корекційній обробці робочого середовища другого контуру етаноламіном.	

6.2 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ при роботі енергоблоку на потужності

6.2.1 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ при роботі енергоблоку на потужності наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники якості охолоджувального середовища СООСТГ при роботі енергоблоку на потужності

Нормовані показники	
Найменування показника	Допустимі значення
Водневий показник рН	від 8,0 до 9,0 включно
Питома електрична провідність, мкСм/см, не більше	5,0
Питомий електричний опір охолоджувального середовища, кОм · см, не менше	200
Масова концентрація розчиненого кисню, мкг/дм ³ , не більше	400
Масова концентрація міді, мкг/дм ³ , не більше	100 50*
Діагностичні показники	
Найменування показників	Контрольні рівні
Масова концентрація морфоліну, мкг/дм ³ , не більше	3,7**
Масова концентрація етаноламіну, мкг/дм ³ , не більше	0,8***
Концентрація водню у газовій фазі уловника, % об'ємних, не більше	3
Концентрація водню у газовій фазі БВВ, % об'ємних, не більше	3
ВНВ, мкг/дм ³ не більше не більше	30 100****
* Для СООСТГ, що мають у складі конструкційних матеріалів порожнистих елементарних провідників нержавіючу сталь (реконструйовані за технологією компанії «Альстом»).	
** При корекційній обробці робочого середовища другого контуру морфоліном.	
*** При корекційній обробці робочого середовища другого контуру етаноламіном.	
**** При рості ВНВ на величину менше 25 мкг/дм ³ на тиждень.	

6.2.2 При збільшенні у газовій фазі БВВ СООСТГ водню більше ніж 3% об'ємних необхідно виконати аналіз на вміст розчиненого водню в охолоджувальному середовищі на виході та вході СООСТГ і визначити ВНВ, а також збільшити частоту продувки газового простору БВВ.

6.2.3 ВНВ до 50 мкг/дм³ слід вважати допустимою, якщо немає тенденції до її збільшення.

6.2.4 Якщо ВНВ перевищує 50 мкг/дм³, але не більше 100 мкг/дм³, слід збільшити періодичність контролю концентрації розчиненого водню згідно з таблицею 7. Якщо протягом двох місяців не буде виявлено зростання ВНВ, герметичність обмотки статора слід вважати задовільною.

6.2.5 У разі підвищення ВНВ під час експлуатації на величину більше ніж 25 мкг/дм³ від попереднього значення, виміряного з регламентною періодичністю, а також при ВНВ більше 100 мкг/дм³ слід вважати, що має місце розгерметизація обмотки з небезпекою розвитку дефекту.

6.2.6 Для виявлення розгерметизації обмотки статора турбогенератора виконувати контроль ВНВ згідно з методичними вказівками, наведеними у додатку Г.

6.3 Вимоги до якості охолоджувального середовища СООСТГ на період консервування устаткування другого контуру

6.3.1 Показники якості охолоджувального середовища у СООСТГ на період консервування устаткування другого контуру повинні відповідати вимогам, що вказані у таблиці 1.

6.3.2 На період консервування устаткування другого контуру морфоліном, октадециламіном, гідрaziном, етаноламіном підживлення СООСТГ проводити ХЗВ із БЗК.

7 ВИМОГИ ДО СИСТЕМ ТА МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВХР СООСТГ

Підтримання показників якості охолоджувального середовища у нормованих межах здійснюється шляхом проведення водообміну ХЗВ із БЗК, основним конденсатом або очищенням охолоджувального середовища на іонообмінних фільтрах.

7.1 Вимоги до якості ХЗВ для заповнення та підживлення СООСТГ

7.1.1 Створений запас ХЗВ у БЗК повинен повністю забезпечувати потребу у ХЗВ для проведення передпускових промивок та заповнення СООСТГ.

7.1.2 Вимоги до якості ХЗВ для заповнення та підживлення СООСТГ наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 – Показники якості ХЗВ для заповнення та підживлення СООСТГ

Діагностичні показники	
Найменування показників	Контрольні рівні
Водневий показник рН	від 5,6 до 7,5 вклуч.
Масова концентрація заліза, мкг/дм ³ , не більше	20
Масова концентрація міді, мкг/дм ³ , не більше	10
Масова концентрація іонів натрію, мкг/дм ³ , не більше	5,0
Масова концентрація кремнієвої кислоти, мкг/дм ³ , не більше	20
Питома електрична провідність, мкСм/см, не більше	1,2

7.2 Вимоги до якості основного конденсату для підживлення СООСТГ

Вимоги до якості основного конденсату для підживлення СООСТГ наведені у таблиці 4.

Таблиця 4 – Показники якості основного конденсату для підживлення СООСТГ

Діагностичні показники	
Найменування показників	Контрольні рівні
Водневий показник рН	від 8,0 до 9,2 вклуч.
Питома електрична провідність, мкСм/см, не більше	5,0
Масова концентрація розчиненого кисню, мкг/дм ³ , не більше	50,0
Масова концентрація морфоліну, мг/дм ³ , не більше	5,0*
Масова концентрація етаноламіну, мг/дм ³ , не більше	1,2**
* При корекційній обробці робочого середовища другого контуру морфоліном.	
** При корекційній обробці робочого середовища другого контуру етаноламіном.	

7.3 Вимоги до іонообмінних фільтрів та завантажувальних матеріалів

7.3.1 Для зниження питомої електропровідності і підтримання рН у допустимому діапазоні, а також для очищення охолоджувального середовища від продуктів корозії рекомендується на байпасі циркуляційного контуру СООСТГ встановлювати іонообмінні фільтри, що завантажені сильнокислотним катіонітом у Н-формі та сильноосновним аніонітом у ОН-формі.

7.3.2 У СООСТГ, де встановлені два іонообмінні фільтри, рекомендується завантаження одного фільтру сильнокислотним катіонітом у Н-формі, другого – сильнокислотним катіонітом у Н-формі та сильноосновним аніонітом у ОН-формі у співвідношенні 1:1 або тільки аніонітом у ОН-формі.

7.3.3 При підживленні СООСТГ основним конденсатом при морфоліновому або етаноламіновому ВХР-2 рекомендується використання у фільтрі змішаної дії катіоніту у Н-формі з наступним переводом його у морфоліново-аміачну або етаноламіново-аміачну форми або завантажувати катіоніт, попередньо переведений у морфоліново-аміачну або етаноламіново-аміачну форми відповідно.

7.3.4 Для підвищення значення водневого показника рН у СООСТГ допускається використовувати у фільтрі змішаної дії катіоніт у Na-формі.

7.3.5 Допускається використання катіоніту і аніоніту з якістю не гірше за наведену у таблиці 5.

Таблиця 5 - Вимоги до якості іонообмінних смол, що використовуються для завантаження іонообмінних фільтрів

Найменування показника	Аніоніт	Катіоніт
Тип іоніту	сильноосновний	сильнокислотний
Іонна форма	гідроксильна	воднева
Розмір зерен, мм	від 0,315 до 1,25	від 0,315 до 1,25
Об'ємна частка робочої фракції, %, не менше	94	96
Повна статична обмінна ємність, мг-екв/см ³ , не менше	1,1	1,8
Осмотична стабільність, %*, не менше	92	94
Окислюваність фільтрату у перерахунку на кисень, не більше	0,55 мг/дм ³	0,5 мг/г
* Осмотична стабільність визначається згідно з ГНД 95.110.07.041-99.		

7.3.6 Не допускається робота іонообмінного фільтру СООСТГ при винесенні з нього іонообмінної смоли.

7.3.7 Відпрацьований іонообмінний матеріал після вивантаження із іонообмінного фільтру повторно не використовується. Оцінка якості іонітів проводиться по якості фільтрату. Заміну іонітів виконувати при вичерпанні їх обмінної ємності. Відпрацьований іонообмінний матеріал після вивантаження із іонообмінного фільтру в СООСТГ повторно не використовується. Регенерація іонітів в проекті енергоблоку не передбачена.

7.4 Вимоги до продування

7.4.1 Підтримання показників якості охолоджувального середовища СООСТГ здійснюється також за рахунок продування СООСТГ. Величина продування визначається виходячи із необхідності підтримання показників якості охолоджувального середовища СООСТГ у межах, визначених вимогами цього стандарту.

7.4.2 Величину продування (втрат) охолоджувального середовища слід контролювати не менше ніж 1 раз на тиждень, при вимірюванні її за допомогою автоматичного контролю – 1 раз у зміну із записом результатів у оперативному журналі, персоналу, який виконує продувку.

7.5 Вимоги до системи подачі азоту

Під час пуску і експлуатації енергоблоку на енергетичних рівнях потужності у БВВ СООСТГ повинен подаватися азот низького тиску такої якості:

- вміст азоту – не менше 99,4% об'ємних;
- вміст кисню – не більше 0,6% об'ємних.

У газовій фазі БВВ вміст кисню не повинен перевищувати 0,8% об'ємних, вміст азоту повинен бути не менше 97,5%.

Номінальні значення надлишкового тиску азоту у БВВ – від 10 кПа до 20 кПа.

8 ВИМОГИ ДО ХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СООСТГ

8.1 Необхідність проведення хімічного очищення СООСТГ визначається:

- за даними температурного контролю охолоджувального середовища і стрижнів обмотки статора шляхом порівняння значень у режимі, близькому до номінального, з даними, отриманими після введення в експлуатацію турбогенератора або попереднього очищення;
- за результатами гідравлічних випробувань стрижнів обмотки статора.

На погіршення прохідності елементарних порожнистих провідників стрижнів обмотки та необхідність очищення внутрішніх поверхонь окремих стрижнів або всієї обмотки статора вказують:

- підвищення температури охолоджувального середовища більше ніж на 5 °С при вихідному (номінальному) перепаді тисків на обмотці статора;
- підвищення температур окремих стрижнів обмотки статора більше ніж на 5 °С при номінальній витраті охолоджувального середовища через обмотку статора;
- збільшення різниці температур між найбільш та найменш нагрітими стрижнями більше за значення, допустимого підприємством-виробником.

8.2 Хімічне очищення внутрішніх поверхонь СООСТГ повинне виконуватися на зупиненому енергоблоці на період ППР за розробленою ВП АЕС та узгодженою у встановленому порядку програмою або інструкцією.

8.3 Програма або інструкція проведення хімічного очищення СООСТГ і обмотки статора повинна визначати умови його проведення, порядок приготування відмивного розчину, тривалість проведення очищення, тиск та витратні характеристики пристроїв для очищення, обсяг і періодичність хімічного контролю, а також передбачати умови, час та критерії прийнятності результатів проведення гідравлічного опресовування обмотки статора і контуру СООСТГ, усунення знайдених протікань.

8.4 Для хімічного очищення порожнистих елементарних провідників стрижнів обмотки статора застосовують миючий розчин, вимоги до якого наведені у таблиці 6.

Таблиця 6 – Вимоги до складу і якості миючого розчину

Найменування реагенту	Концентрація реагенту, г/дм ³	рН
Трилон Б (динатрієва сіль ЕДТК), «ч»	від 10 до 40	—
Тіосечовина (NH ₂) ₂ CS, «ч»	10	
Аміак водний, «ч.д.а.»	—	від 8,0 до 8,5

8.5 Величина рН у відмивному розчині, що зазначена у таблиці 6, повинна підтримуватися для захисту паяних з'єднань наконечників стрижнів обмотки статора від корозії.

8.6 Розрахункова швидкість руху миючого розчину у порожнистих провідниках повинна бути не менше 1 м/с.

8.7 Масова концентрація міді у відмивному розчині під час та після закінчення очищення обмотки статора не повинна перевищувати 200 мг/дм³ для уникнення втрати ізоляційних властивостей фторопластових шлангів, що з'єднують приймальний і роздавальний колектори із стрижнями обмотки статора турбогенератора.

8.8 Допускається використання інших перевірених на практиці методик хімічного очищення при умові узгодження їх із підприємством-виробником турбогенератора.

9 ВИМОГИ ДО ХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ

9.1 Система хімічного контролю призначена для отримання оперативної інформації про стан ВХР СООСТГ з метою підтримання показників якості охолоджувального середовища у встановлених межах.

9.2 Система хімічного контролю включає:

- автоматичний хімічний контроль;
- лабораторний хімічний контроль;
- контроль параметрів засобів забезпечення ВХР;
- представлення результатів контролю.

9.3 Реєстрацію та представлення інформації з ведення ВХР енергоблоків, а також управління ВХР необхідно здійснювати із використанням засобів обчислювальної техніки, не виключаючи можливості використання інформації із щитів АХК. Інформація з ВХР повинна надаватися оперативному персоналу БЦУ, а також адміністративно-технічному персоналу хімічного цеху, водно-радіохімічної лабораторії, електричного та турбінного цехів.

9.4 Обсяг та періодичність хімічного контролю наведені у таблиці 7.

Таблиця 7 – Мініально необхідні обсяг та періодичність хімічного контролю якості охолоджувального середовища СООСТГ

Контрольоване середовище	Найменування показників	Періодичність		Примітка
		АХК, ЛХК	При непрацюючому АХК	
1	2	3	4	5
Робоче середовище на вході та виході статора генератора	Масова концентрація розчиненого водню	АХК	ЛХК 1 раз на тиждень При ВНВ більше 50 мкг/дм ³ – 2 рази на тиждень. При ВНВ більше 100 мкг/дм ³ або зростанні ВНВ більше 25 мкг/дм ³ на добу – 1 раз на добу	Обов'язковий АХК
Робоче середовище СООСТГ	Водневий показник рН	АХК	ЛХК 1 раз на тиждень	Рекомендований АХК
	Питома електрична провідність	АХК	ЛХК 1 раз на добу	Обов'язковий АХК
	Питомий електричний опір	АХК	ЛХК 1 раз на добу	Обов'язковий АХК
	Масова концентрація розчиненого кисню	АХК	ЛХК 1 раз на тиждень	Обов'язковий АХК
	Масова концентрація міді	ЛХК 1 раз на тиждень		
	Масова концентрація морфоліну, етаноламіну	ЛХК При відхиленні величини рН від допустимих значень		
Газовий простір газового уловника	Об'ємна концентрація водню	АХК	ЛХК 1 раз на тиждень. При об'ємній концентрації водню у газовому уловнику більше 3% – 1 раз на годину	Обов'язковий АХК
Газовий простір БВВ	Об'ємна концентрація водню	АХК	ЛХК 1 раз на тиждень. При концентрації водню в БВВ більше 3% 1 раз на добу. При падінні тиску водню у турбогенераторі більше 5% на добу – 1 раз на 4 години.	Обов'язковий АХК
	Об'ємна концентрація азоту	ЛХК 1 раз на місяць		
	Об'ємна концентрація кисню	ЛХК 1 раз на місяць		

9.5 Рекомендоване відображення параметрів АХК наведено у таблиці 8.

Таблиця 8 – Рекомендоване відображення параметрів АХК

Місце відбору проби	Найменування показника	Вид інформації			
		Показання ЗВТ	Автоматичний запис	Сигналізація на щиті	
				АХК	БЩУ
Робоче середовище системи	Питома електрична провідність	+	+	+	+
	Масова концентрація розчиненого кисню	+	+	+	+
	Водневий показник	+	+	+	-
	Масова концентрація розчиненого водню	+	+	+	-
Газовий уловник	Концентрація водню у газовій фазі уловника водню	+	+	+	+

9.6 Рекомендовані методи і засоби лабораторного та автоматичного хімічного контролю нормованих та діагностичних показників якості охолоджувального середовища СООСТГ наведені у таблиці 9.

9.7 Дозволяється застосування інших методів і приладів з метрологічними характеристиками не гірше вказаних у таблиці 9.

Таблиця 9 – Рекомендовані методи і засоби лабораторного та автоматичного хімічного контролю

Найменування показника	Методи контролю	Нижня межа вимірювань, одиниці вимірювання	Засоби вимірювання	Похибка вимірювання, не більше
1	2	3	4	5
Водневий показник рН	Потенціометричний	0	Автоматичні або лабораторні рН-метри	0,1 рН
Водень	Термокондуктометричний метод	0,2%	Переносні газоаналізатори	10%
	Хроматографічний	0,09 мг/дм ³	Газові хроматографи з детектором з теплопровідності	10%
	Амперометричний	0,09 мг/дм ³	Аналізатори з датчиком мембранного типу	±(1,0+0,035С) мкг/дм ³ , де С-вимірне значення
Кисень	За методом Вінклера	0,1 мг/дм ³		30%
	Візуально-колориметричний	0,005 мг/дм ³	Візуальне порівняння зі стандартною шкалою	-
	Амперометричний	0,001 мг/дм ³	Аналізатори з датчиком мембранного типу	±(0,003+0,04С) мг/дм ³ , де С-вимірне значення

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5
Мідь	Фотоколориметричний з купризоном	0,001 мг/дм ³	Фотоелектроколориметри	1%
	Фотоколориметричний з індикатором ПАР	0,002 мг/дм ³		
	Спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою	0,0005 мг/дм ³	Спектрометри з індуктивно-зв'язаною плазмою	
	Масспектрометрія	0,0001 мг/дм ³	Масспектрометри	

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

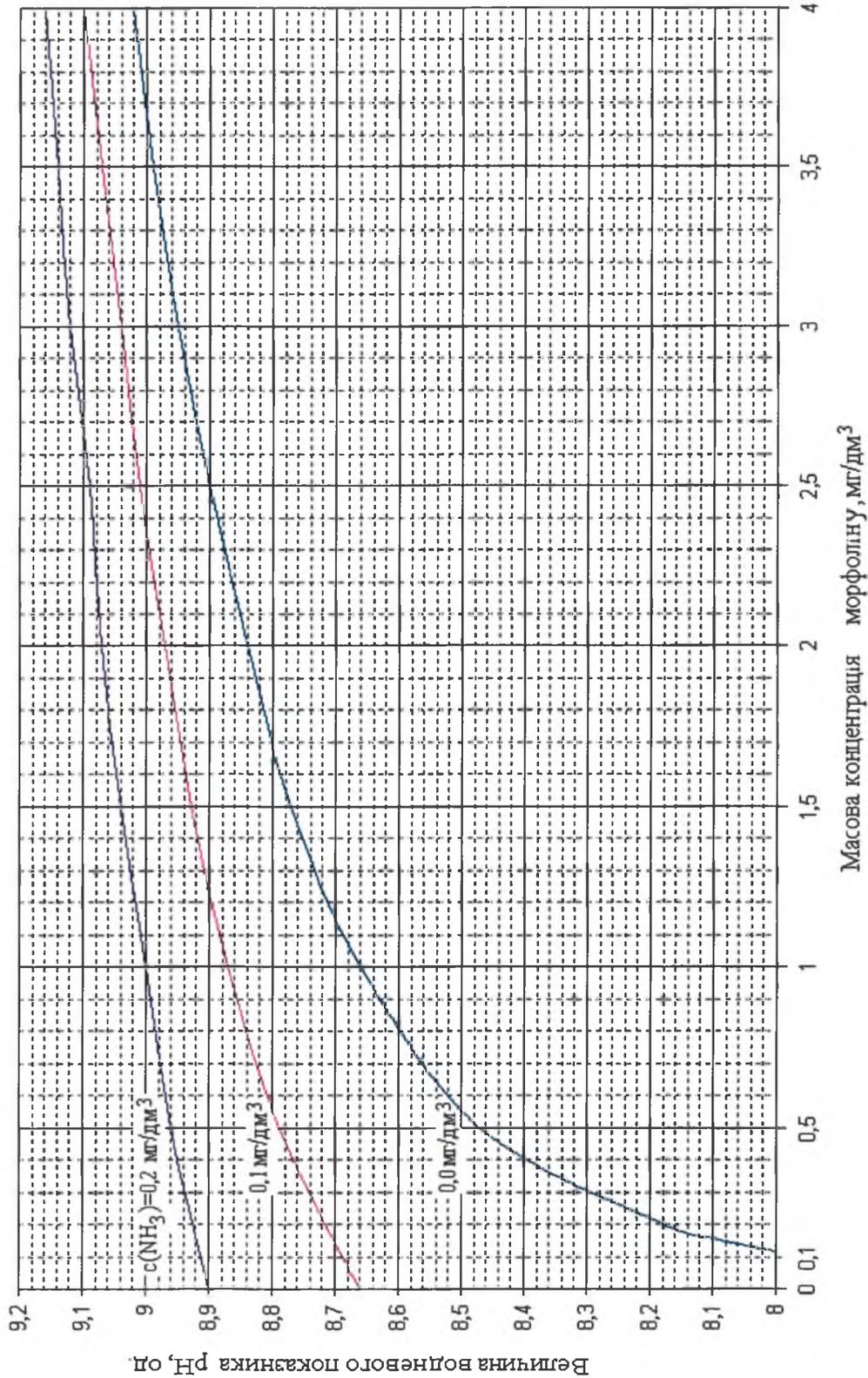
**РОЗЧИННІСТЬ КИСНЮ У ВОДІ ПРИ КОНТАКТІ
З ПОВІТРЯМ І ТИСКУ 0,1 МПА**

Таблиця А.1 – Розчинність кисню у воді при контакті з повітрям у залежності від температури при тиску 0,1 МПа

Температура води, °С	Вміст кисню, мг/дм ³	Температура води, °С	Вміст кисню, мг/дм ³	Температура води, °С	Вміст кисню, мг/дм ³
0	14,6	11	11,0	30	7,5
1	14,2	12	10,8	35	7,0
2	13,8	13	10,5	40	6,5
3	13,4	14	10,3	45	6,0
4	13,1	15	10,1	50	5,6
5	12,8	16	9,9	60	4,8
6	12,4	17	9,7	70	3,9
7	12,1	18	9,5	80	2,9
8	11,8	19	9,3	90	1,6
9	11,6	20	9,1	100	0
10	11,3	25	8,3		

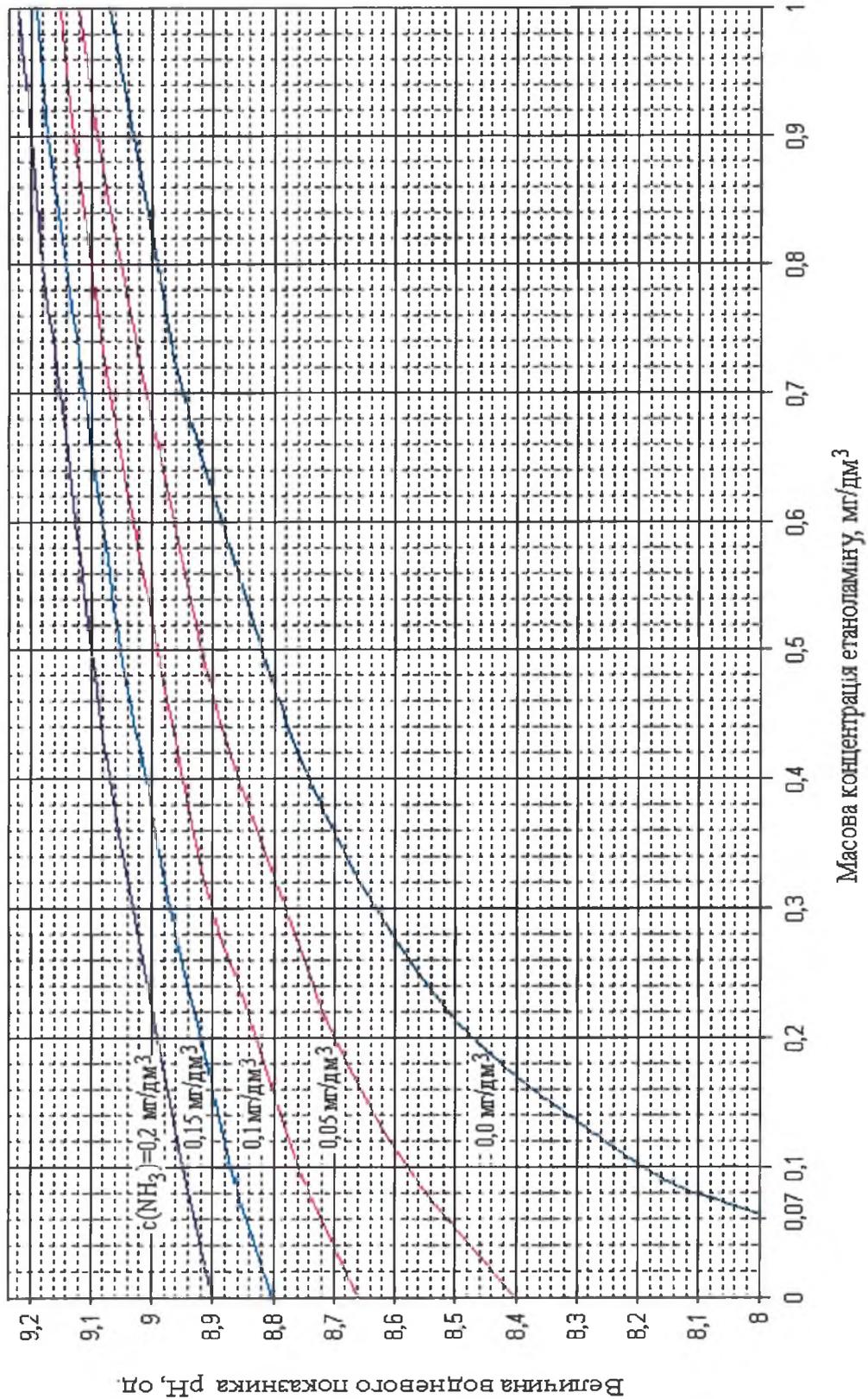
ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

ГІСТОГРАМА ЗАЛЕЖНОСТІ ВЕЛИЧИНИ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА
(РН) ВІД МАСОВОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ АМІАКУ ТА МОРФОЛІНУ В
ОХОЛОДЖУВАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ



ДОДАТОК В
(обов'язковий)

ГІСТОГРАМА ЗАЛЕЖНОСТІ ВЕЛИЧИНИ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА
(PH) ВІД МАСОВОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ АМІАКУ ТА ЕТАНОЛАМІНУ В
ОХОЛОДЖУВАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ



ДОДАТОК Г
(рекомендований)

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВОДНЮ,
РОЗЧИНЕНОГО В ОХОЛОДЖУВАЛЬНОМУ СЕРЕДОВИЩІ СООСТГ**

Г.1 Загальні положення

У турбогенераторах типу ТВВ тиск водню у корпусі підтримується вище тиску води в обмотці статора. Тому при розгерметизації обмотки водень надходить в охолоджувальне середовище СООСТГ. На початковій стадії розвитку дефекту ВНВ в охолоджувальне середовище СООСТГ незначна, і водень повністю розчиняється у воді. По мірі розвитку дефекту концентрація водню в охолоджувальному середовищі зростає. Коли настає повне насичення води (при температурі 40 °С – 1380 мкг водню на 1 дм³ води), водень може бути виявлений у газовому уловнику, передбаченому проектом ТВВ, і у газовій фазі БВВ.

Газовий уловник сигналізує про розгерметизацію СООСТГ на пізніх стадіях розвитку дефекту, коли непланового виведення генератора у ремонт важко уникнути.

У цих методичних рекомендаціях описаний спосіб раннього виявлення розгерметизації обмотки статора турбогенератора, заснований на визначенні концентрації розчиненого у воді водню методами газової хроматографії.

Метод забезпечує виявлення розгерметизації обмотки статора турбогенератора на початкових стадіях її розвитку і дозволяє відслідковувати швидкість розвитку дефекту.

Г.2 Вимоги до відбору проб

Для контролю концентрації розчиненого водню в охолоджувальному середовищі турбогенератор повинен бути обладнаний двома пробовідбірними точками. Імпульсна лінія першої точки врізається в напірний трубопровід охолоджувального середовища СООСТГ, а другої точки – у зливний трубопровід охолоджувального середовища на мінімально можливій відстані від корпусу турбогенератора. Злив відібраної охолоджувальної води повинен здійснюватися у зливну лійку біля газового уловника турбогенератора. Імпульсна лінія повинна бути обладнана «корінним» (біля трубопроводу охолоджувальної води) та «напірним» (біля зливної лійки) вентилями.

БВВ повинен бути обладнаний штатною пробовідбірною точкою для відбору проби з газового простору баку.

Температура охолоджувальної води може досягати 85 °С. Тому конструкція вузла пробовідбору повинна забезпечувати охолодження проби до 25 °С – 40 °С.

Відбір проб здійснюється у скляні колби місткістю від 500 см³ до 1000 см³ з щільно притертою гумовою пробкою. На колбу наноситься горизонтальна мітка, що ділить об'єм колби у співвідношенні 0,8 та 0,2 відповідно для рідкої та газоподібної фаз. Гумова пробка має дві скляні трубки, одна з яких в об'ємі колби закінчується гумовою трубкою, що доходить до дна колби, друга закінчується у газовому просторі колби. Трубки герметично закриваються пробками. Об'єм трубок повинен бути врахований при визначенні об'єму газової фази колби.

При відбиранні проб колби заповнюються доверху через гумову трубку, опущену на дно посудини. Перед відбором проби необхідно укласти на дно колби

вертушку магнітної мішалки. При відборі проби повинен бути забезпечений не менше ніж трикратний обмін рідини у колбі, після чого трубки закрити пробками.

Відбір проб охолоджувальної води на вході та виході обмотки статора СООСТГ для визначення ВНВ проводити послідовно, без перерви.

Аналіз концентрації розчиненого водню в охолоджувальному середовищі виконується протягом однієї години після відбирання проб. Тривале зберігання (більше однієї години) проб охолоджувального середовища не допускається.

Г.3 Отримання рівноважної газової фази проби

- швидко злити воду з пробовідбірної колби до калібрувальної мітки та герметично закрити колбу пробкою;
- поставити колбу на магнітну мішалку, включити її та збільшити швидкість обертання вертушки до утворення вирви у рідині;
- після 15–20 хв. інтенсивного перемішування мішалку виключити і приступити до виконання хроматографічного аналізу газової фази у колбі.

Г.4 Хроматографічний аналіз газової фази

- через одну з трубок в колбу подавати затворну рідину з напірної склянки для витіснення газу у кран-дозатор хроматографу;
- ввести у хроматограф пробу газової фази;
- за величиною піку на хроматограмі визначити концентрацію водню у газовій фазі проби в об'ємних процентах;
- за результати вимірювання концентрації водню у газовій пробі приймається середньоарифметичне значення трьох паралельних визначень.

Г.5 Розрахунок концентрації розчиненого водню в охолоджувальному середовищі

Розрахункова формула для визначення концентрації розчиненого водню в охолоджувальному середовищі (С) у мкг/дм³:

$$C = C_r (\alpha + 899 V_r/V_p) \quad (\text{Г.1})$$

- де C_r – концентрація розчиненого водню у газовій фазі у об'ємних відсотках;
- α – коефіцієнт Генрі з таблиці Г.1 у залежності від температури проби на момент відбору газової фази;
- V_r – об'єм газоподібної фази, у см³;
- V_p – об'єм рідкої фази, у см³

Таблиця Г.1 – Залежність коефіцієнту Генрі від температури

Температура, °С	10	20	30	40
Коефіцієнт Генрі, α	17.4	16.0	14.7	13.9

ВНВ у мкг/дм³ визначається за формулою:

$$\text{ВНВ} = C_{\text{вих}} - C_{\text{вх}}, \quad (\text{Г.2})$$

- де $C_{\text{вих}}$ – концентрація розчиненого водню в охолоджувальному середовищі на виході із статора генератора, мкг/дм³;
- $C_{\text{вх}}$ – концентрація розчиненого водню в охолоджувальному середовищі на вході статора генератора, мкг/дм³.

Розрахунок концентрації розчиненого водню в охолоджувальному середовищі СООСТГ турбогенераторів з герметичними обмотками рекомендується виконувати не менше ніж один раз на місяць, а також перед кожним виводом турбогенератора у ремонт.

При виявленні ознак розгерметизації обмотки статора періодичність контролю ВНВ виконувати згідно з таблицею 7 цього стандарту.

Г.6 Оформлення результатів контролю

Результати контролю реєструються у журналі контролю герметичності обмоток, в якому повинні бути вказані для кожного турбогенератора:

- дата контролю;
- концентрація водню в охолоджувальному середовищі на вході в обмотку;
- концентрація водню в охолоджувальному середовищі на виході з обмотки;
- ВНВ;
- потужність турбогенератора на момент контролю;
- тиск водню у корпусі турбогенератора;
- тиск охолоджувального середовища на вході в обмотку;
- тиск охолоджувального середовища на виході з обмотки;
- величина температури холодного та гарячого охолоджувального середовища.

