

3. Выводы

Предварительные эксперименты показали, что исследуемая система требует принятия мер повышающих электромагнитную совместимость между ее основными узлами. Очевидно, что сбои в работе тиристорного преобразователя исследуемого электро-

двигательного комплекса являются следствием помех самого преобразователя, которые влияют на его систему управления. В связи с этим необходимо произвести подробные экспериментальные исследования форм токов и напряжений системы, включая сигналы системы управления преобразователя.

Литература

1. Жиленков, А.А. Влияния мощных тиристорных выпрямителей на питающую их автономную электростанцию /А.А. Жиленков // Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2012. – № 5/8 (59). – С. 14-19.
2. Шейнихович, В.В. Качество электрической энергии на судах: Справочник / В.В.Шейнихович, О.Н. Климанов, Ю.И. Пайкин, Ю.Я.Зубарев. КЗО-Л. : Судостроение, 1988.-160 с., ил. (Библиотека судового электротехника).
3. Плахтина, О.Г. Частотно-управляемые асинхронные и синхронные электроприводы / О.Г. Плахтина, С.С. Мазепа, А.С. Кущик. Львов: Издательство Национального Университета «Львовская политехника», 2002.- 227 с.

Abstract

The article continues the research of the effect of a powerful thyristor DC drive on the autonomous power station. The research was conducted on "Yeisk" - single-deck, twin-screw, car-passenger ferry, with four tiers of deckhouses, a diesel-electric power unit and the thruster.

The propulsive complex is a rowing electrical unit, which consists of two DC main propulsion motors of MP2-M-650-152-8M3 type with forced ventilation through the air cooler.

The preliminary experiments showed that the tested system required the measures that would increase electromagnetic compatibility between its main units. Obviously, the failures in the performance of thyristor converter of tested electromotive complex were due to interferences of the converter, which influence its control system. In this connection it is necessary to carry out detailed experimental studies of forms of current and voltage of the system, including signals of the inverter control system.

Keywords: *autonomous power station, powerful thyristor rectifier*

Розглянуто метод керування за "оптимальним режимом" промислового кондиціонера. Проведено аналіз системи штучного мікроклімату та запропоновано параметричну схему системи керування промисловим кондиціонером. Може використовуватися спеціалістами для синтезу та аналізу системи керування кондиціонерів

Ключові слова: кондиціонер, метод "оптимального режиму", параметрична схема, система керування

Рассмотрен метод управления по "оптимальному режиму" промышленного кондиционера. Проведен анализ системы искусственного микроклимата и предложена параметрическая схема системы управления промышленным кондиционером. Может использоваться специалистами для синтеза и анализа системы управления кондиционеров

Ключевые слова: кондиционер, метод "оптимального режима", параметрическая схема, система управления

УДК 681.5.015.8:519

АНАЛІЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО КОНДИЦІОНЕРА ІЗ ПАРОВЗВОЛОЖУВАЧЕМ

І.М. Голінко

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра автоматизації теплоенергетичних процесів
Національний технічний університет України "Київський
політехнічний інститут"
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056
Контактний тел.: (044) 332-21-89
E-mail: igor.golinko@conislab.net

В.Г. Трегуб

Доктор технічних наук, професор
Кафедра інтегрованих автоматизованих систем управління
Національний університет харчових технологій
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01033
Контактний тел.: (044) 550-84-31

1. Вступ

Важливу роль у сучасних технологіях відіграють промислові системи кондиціонування повітря, що забезпечують технологічні та гігієнічні вимогами до стану повітря. Системи кондиціонування повітря представляють собою досить специфічний технологічний процес. Діапазон зміни вихідних даних (навантажень, відхилень регульованих параметрів, параметрів зовнішнього середовища) дуже широкий. Кондиціонер (в залежності від використаного обладнання) як об'єкт керування (ОК) є складним, розподіленим та нелінійним. Ряд керуючих впливів обмежений, а деякі елементи системи поки що залишаються некерованими. У цих причин застосовують нетрадиційні рішення із автоматизації процесу кондиціонування повітря.

Відомо, що найскладніше автоматизувати технологічні процеси, коли регульовані змінні обмежені багатовимірною областю, наприклад, багатокутником, а сам ОК є багатомірним. Саме до такого класу відносяться системи штучного мікроклімату (СШМ) [1]. Система автоматичного керування (САК) промислового кондиціонера повинна враховувати порядок обробки та зміну параметрів повітря, тобто здійснювати перехід від вхідного вектору змінних (зовнішнє повітря) у новий вектор (повітря, що подається у приміщення). При цьому процес переходу повинен проходити найкоротшим (оптимальним) шляхом. Виходячи із цього та інших критеріїв, визначається технологія кондиціонування повітря, необхідне технологічне обладнання для кондиціонера, а також необхідні засоби автоматизації.

Правильні рішення із автоматизації визначають раціональне використання теплоти, холоду та електроенергії системами кондиціонування, що становить помітну частку в паливно-енергетичному балансі України. З цих причин аналіз існуючих методів автоматизації та синтез нових, ефективних методів керування промисловими кондиціонерами відіграє важливу роль.

2. Постановка завдання

Досягнення необхідних параметрів мікроклімату (МК) у приміщенні, а також забезпечення необхідних показників ефективності обладнання можливо тільки за допомогою коректного керування процесом. Проведений огляд [1 - 3] стосовно керування МК виділяє три основних методи: керування за температурою "точки роси"; "кількісне" регулювання у СШМ; керування за "оптимальним режимом" СШМ. Реалізація останнього методу є найбільш перспективним направленням, так як дозволяє: уникнути повторного нагрівання повітря; раціонально використовувати тепло рециркуляційного повітря (порівняно із першими двома методами).

Літературний аналіз показав, що питання синтезу взаємопов'язаних контурів керування для СШМ розглянуто недостатньо. Математичних моделей, які комплексно розглядають промисловий кондиціонер, автори не виявили. На сьогодні, під автоматизацією промислового кондиціонера розуміють автоматичну стабілізацію змінних параметрів **відособлених** апаратів, які пов'язані в єдиний технологічний процес. На думку

авторів, САК кондиціонера необхідно розглядати в рамках єдиного комп'ютерно-інтегрованого комплексу із технологічними взаємозв'язками між обладнанням кондиціонера. Для цього проведемо аналіз структури системи керування для промислового кондиціонера за "оптимальним режимом" керування.

3. Аналіз структури СШМ

Обладнання СШМ для реалізації енергозберігаючих алгоритмів керування складається із чотирьох апаратів [1, 2, 4]: калорифери 1-го ($K1$) та 2-го ($K2$) підігріву, охолоджувач (O) та паровий зволожувач ($З$). Спрощену функціональну схему автоматизації кондиціонера представлено на рис. 1. Для стабілізації температури та вологості (два параметри) у приміщенні необхідно регулювати витрату енергоносіїв чотирьох апаратів ($K1, K2, O, З$) та регулювати співвідношення повітря рециркуляції (всього п'ять керуючих впливів). Тобто, для стабілізації двох параметрів необхідно синтезувати алгоритмічні зв'язки між п'ятьма керуючими впливами, які однозначно (і бажано оптимально в енергозберігаючому сенсі) повинні впливати на процес МК за наявності збурюючих факторів.

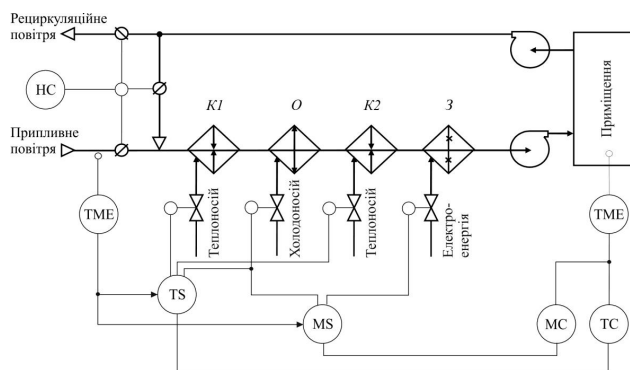


Рис. 1. Функціональна схема автоматизації обладнання кондиціонера

Синтез алгоритмічних зв'язків САК кондиціонера проведено із використанням $i-d$ діаграми Рамзіна (рис. 1) [3]. Для спрощення міркувань, вважатимемо рециркуляцію відсутньою.

Розглянемо можливі варіанти параметрів зовнішнього повітря:

- зимовий період – низька температура ($t < 8 \text{ }^\circ\text{C}$) та абсолютна вологість (точка 1);
- перехідний період – середня температура ($8 < t < 18 \text{ }^\circ\text{C}$), низька абсолютна вологість (точка 8); середня температура, висока абсолютна вологість (точка 7)
- літній період – висока температура ($t > 22 \text{ }^\circ\text{C}$), низька абсолютна вологість (точка 3) або висока відносна вологість (точка 5).

Аналіз тепло- та масообмінних процесів у СШМ [1–4] дозволяє виділити три робочі зони – I, II, III (рис. 2). Підготовка повітря навколишнього середовища до заданих параметрів приміщення $t_{зад}, d_{зад}$ (точка 0) проводиться за відповідними прямими $i-d$ діаграми.

У зимовий та перехідний періоди (робоча зона – I) перехід у точку 0 проходить у два етапи:

- повітряна суміш нагрівається за допомогою калорифера $K1$ до температури, що характеризується точкою 2 (пряма 1–2), або точкою 4 (пряма 8–4);
- збільшується вологість повітря за допомогою парозволожувача 3 (пряма 2–0, або 4–0).

У перехідній та літній періоди (робоча зона – III) необхідно:

- сконденсувати надмірну вологість повітря за допомогою охолоджувача O до “точки роси” (пряма 7–6) або (пряма 5–6);
- далі, повітря нагрівається до заданої температури $t_{зад}$ калорифером $K2$ (пряма 6–0).

У літній період (робоча зона – II) необхідно:

- охолодити повітря охолоджувачем O (пряма 3–4);
- на парозволожувачі 3 зволожити повітряну суміш до заданого значення $d_{зад}$ (пряма 4–0).

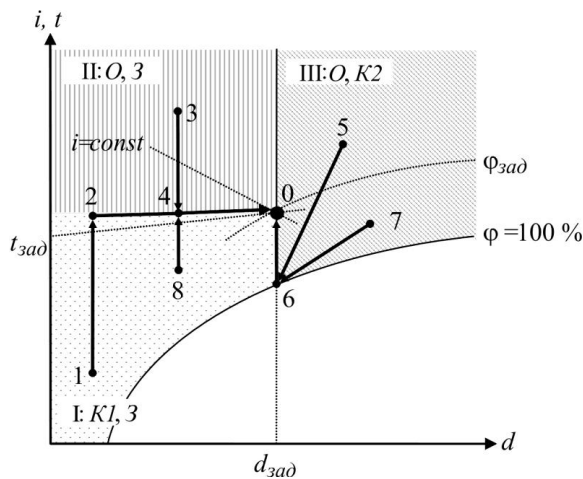


Рис. 2. Робочі зони СШМ за різних значень температури t та відносної вологості ϕ навколишнього середовища

Описаний процес обробки повітря у промисловому кондиціонері можна забезпечити за допомогою САК, що представлена на функціональній схемі автоматизації (рис. 1). Для стабілізації вологості використовуються парозволожувач 3 (збільшення вологості) або охолоджувач O (зменшення вологості). Для стабілізації температури використовуються калорифери $K1$ або $K2$ (збільшення температури в залежності від робочої зони) або охолоджувач O (зменшення температури). У залежності від робочої зони охолоджувач O використовується для керування температурою або вологістю. Вибір обладнання відбувається за допомогою комутаторів TS та MS , ступінь рециркуляції визначається обслуговуючим персоналом за допомогою панелі дистанційного керування $НС$.

Якщо вважати постійною продуктивність СШМ, а також температуру тепло- та холодоносія, тоді основними збуджуючими факторами є температура T_{nc} та вологість d_{nc} повітря навколишнього середовища, що проходить обробку на обладнанні кондиціонера. Розглянемо параметричні схеми основного обладнання як об'єкта автоматизації, враховуючи особливості тепло-масообмінних процесів на обладнанні промислового кондиціонера [1, 3, 4].

На рис. 3, *a* представлено параметричну схему калориферів $K1$ та $K2$ із двома каналами впливу: W_1 – канал регулювання; W_2 – канал збурення. Вихідна температура повітря $T_{вих}$ залежить від витрати теплоносія G та температури повітря $T_{вх}$, що надходить на калорифер.

На рис. 3, *б* показано параметричну схему парозволожувача 3. Обробка парою практично не впливає на температурні параметри повітря, тому для спрощення параметричну схему парозволожувача будемо вважати аналогічною калориферу із двома каналами впливу: W_1 – канал регулювання; W_2 – канал збурення. Абсолютна вологість на виході $d_{вих}$ залежить від вхідної вологості $d_{вх}$ та витрати електроенергії G , що надходить на парогенератор зволожувача.

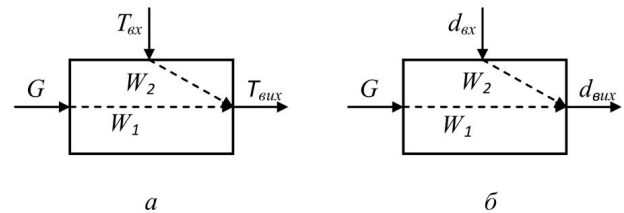


Рис. 3. Параметрична схема: *a* – калорифера; *б* – парозволожувача

На рис. 4. показано параметричну схему охолоджувача O . За каналом регулювання охолоджувач впливає на температуру вихідного повітря, а також на вологість (якщо температура повітря стає меншою температури “точки роси” починається процес конденсації вологості). Відповідно, охолоджувач містить п'ять каналів впливу: W_1, W_2 – канали регулювання; W_3, W_4, W_5 – канали збурення. Вихідна температура $T_{вих}$ та вологість $d_{вих}$ повітря залежить від витрати холодоносія G , температури $T_{вх}$ та вологості $d_{вх}$ повітря, що надходить на охолоджувач.

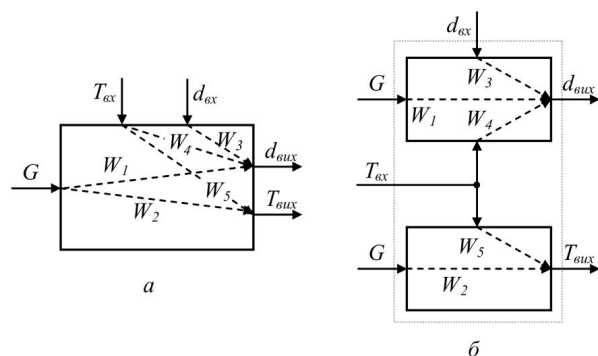


Рис. 4. Параметрична схема парозволожувача: *a* – загальна; *б* – розгорнута

Для функціональної схеми автоматизації СШМ (рис. 1) із урахуванням рис. 3 та рис. 4 розгорнуту параметричну схему СШМ представлено на рис. 5. Тут прийнято такі позначення: k – коефіцієнт рециркуляції; T_{nc}, T_p – температури навколишнього та ре-

циркуляційного повітря; d_{nc} , d_p – абсолютна вологість навколишнього та рециркуляційного повітря; T_{mk} , d_{mk} – температура та вологість повітря на виході із кондиціонера; T_3 , d_3 – завдання температури та вологості для САК; P_1 , P_2 – регулятор температури та вологості повітря; S_1 , S_2 – комутатори САК. Для каналів регулювання та збурення прийнято наступні позначення верхніх індексів обладнання: $K1$, $K2$ – калорифер першого та другого підігріву; O – охолоджувач; $З$ – зволожувач.

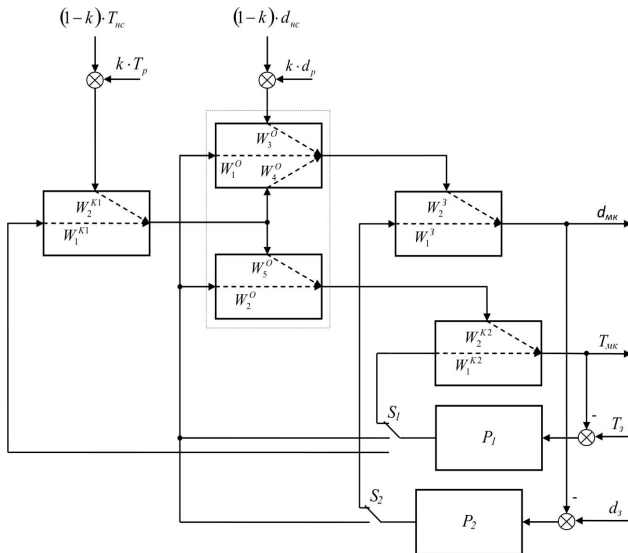


Рис. 5. Розгорнута параметрична схема СШМ

Виконавши відповідні перетворення над розгорнутою параметричною схемою (рис. 5) отримаємо остаточний варіант параметричної схеми СШМ із парозволожувачем (рис. 6). У схемі прийнято наступні позначення каналів регулювання та збурення: $W_1^* = W_1^{K2}$; $W_2^* = W_1^O \cdot W_2^{K2}$; $W_3^* = W_1^{K1} \cdot W_5^O \cdot W_2^{K2}$; $W_4^* = W_1^3$; $W_5^* = W_1^O \cdot W_3^3$; $W_6^* = W_2^{K1} \cdot W_5^O \cdot W_2^{K2}$; $W_7^* = W_3^O \cdot W_3^3$; $W_8^* = W_1^{K1} \cdot W_4^O \cdot W_2^3$; $W_9^* = W_1^O \cdot W_2^3$; $W_{10}^* = W_1^{K1} \cdot W_4^O \cdot W_2^3$.
 Якщо порівняти розглянутий метод керування із методом “точки роси” [5], можна відмітити, що обидві системи керування двовимірні. До переваг розглянутої СШМ слід віднести можливість

реалізації енергозберігаючих алгоритмів керування, проте канал регулювання температури впливає на канал регулювання вологості, що ускладнює розрахунок САК. Регулятор $P1$ використовується для керування калориферами $K1$, $K2$ або охолоджувачем O в залежності від пори року та вологості припливного повітря. Оскільки динамічні властивості цих апаратів в загальному випадку різні – відповідні настройки регулятора повинні залежати від апарату, який включено в систему регулювання. Регулятор $P2$ використовується для керування охолоджувачем O або паровим зволожувачем $З$, тому настройки регулятора також повинні динамічно змінюватися в залежності від регулюючого апарату.

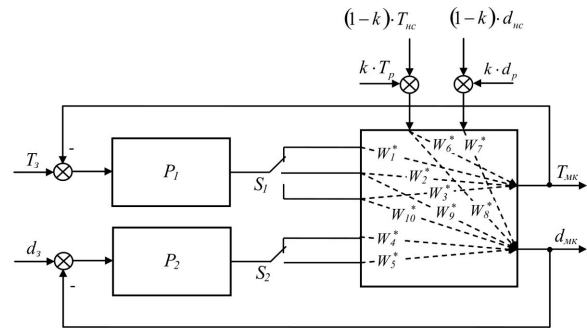


Рис. 6. Параметрична схема СШМ із парозволожувачем

4. Висновки

Таким чином, СШМ із парозволожувачем слід класифікувати як двовимірну систему, яка змінює свою структуру та параметри ОК у залежності від робочої зони кондиціонера.

Враховуючи суттєву залежність фізичних властивостей повітря від температури та вологості, перспективним напрямком вдосконалення САК кондиціонерів є синтез САК із програмно-параметричною настройкою регуляторів, що дозволить оптимізувати якість перехідних процесів для відповідної пори року. Інший перспективний напрямок – розробка та дослідження систем керування, які реалізують енергозберігаючі алгоритми керування на відповідному обладнанні СШМ.

Література

1. Бондарь, Е.С. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / Е.С. Бондарь, А.С. Гордиенко, В.А. Михайлов, Г.В. Нимич. -К.: Видавничий будинок “Аванпост-Прим”, 2005, -560с.: ил.
2. Roger W. Haines Control Systems for Heating, Ventilating, and Air Conditioning [Text] / Roger W. Haines, Douglas C. Hittle. - New York: Springer Science+Business Media Inc., 2006, - 366p.
3. Рымкевич, А.А. Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст] / А.А. Рымкевич. –М.: Стройиздат, 1990 –300 с., ил.
4. Голинко, И.М. Методы управления системами искусственного микроклимата [Текст]/ И.М. Голинко. –К.: ЭСТА, 2003, -39с.:
5. Голинко, И.М. Анализ системы керування для штучного мікроклімату за методом “точки роси” [Текст] / И.М. Голинко, В.Г. Трегуб // Східно-Європейський журнал передових технологій. –2011, № 2/10(50) –С. 53–55.

Abstract

The industrial air-conditioner is a complex device, which can not operate in manual mode. The existing approaches to automation assume the decomposition of conditioning technology at intermediate portions with their subsequent automation. In this case, the control system does not take into account the mutual influence of the

equipment. The article analyzes the artificial climate system as technological complex with an integrated control system. This approach permits to take into account the effect of external perturbations and technological interaction of the equipment in the control system. Applying the methods of structural analysis of the theory of control we obtained the parametric scheme of the industrial air-conditioner with desuperheater. To improve the quality of control it is recommended to apply the program-parameter setting of temperature and humidity regulators of the air-conditioner, depending on the season. The suggested parametric scheme can be used by specialists occupied with the design of industrial computer-integrated technological complex of air conditioning. This will bring the control system of the air conditioner to a higher level and will ensure the efficient consumption of energy for the artificial climate control system

Keywords: air-conditioner, method of "optimal mode", parametric diagram, control system.

У статті сформульовані сучасні проблеми міських систем водовідведення, що пов'язані з їхньою довгостроковою експлуатацією в умовах біохімічно агресивних середовищ. Запропоновано технологію нанесення на внутрішню поверхню трубопроводу великого діаметра двокомпонентних полімерних матеріалів високої в'язкості, що дозволяє одержувати клеючі та захисні покриття в процесі безтраншейного відновлення та ремонту

Ключові слова: системи водовідведення, екологічна безпека, безтраншейні технології, біогенна корозія, захисні полімерні композиції

В статье сформулированы современные проблемы городских систем водоотведения, связанные с их длительной эксплуатацией в условиях биохимически агрессивных сред. Предложена технология нанесения на внутреннюю поверхность трубопровода большого диаметра двухкомпонентных полимерных материалов высокой вязкости, позволяющая получать подклеивающие и защитные покрытия в процессе безтраншейного восстановления и ремонта

Ключевые слова: системы водоотведения, экологическая безопасность, безтраншейные технологии, биогенная коррозия, защитные полимерные композиции

УДК 691:628.2

ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ СЕТЕЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ

В. А. Андронов

Доктор технических наук, профессор,
проректор по научной работе

Национальный университет гражданской защиты
Украины

ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, Украина, 61023

Контактный тел.: (057) 704-18-02

E-mail: andrnvladimir@rambler.ru

Ю. М. Данченко

Кандидат технических наук, доцент,
заведующая кафедрой

Кафедра общей химии

Харьковский национальный университет строительства
и архитектуры

ул. Сумская, 40, г. Харьков, Украина, 61002

Контактный тел.: (057) 706-20-81

E-mail: danchenko-00@mail.ru

1. Введение

Общая протяженность канализационных сетей в Украине 51 011,4 км, из которых в аварийном и ветхом состоянии находятся 18 187, 7 км, или 35,7%. Наибольшая протяженность ветхих и аварийных сетей канализации сточных вод в Донецкой – 3 563,0 км, Харьковской – 1722,8 км, областях и АР Крым – 1610,8 км [1]. Износ сетей водоотведения продолжает расти, повышая вероятность техногенных и экологических катастроф, угрожающих масштабными загрязнениями грунта и грунтовых вод.

Одной из основных причин нарушения работы водоотведения и экологической безопасности городских систем канализации сточных вод являются аварии на участках железобетонных тоннельных коллекторов глубокого заложения (20 – 50 м) диаметром 1,8 – 3,2 м. Как известно, канализационные коллекторы и трубопроводы из железобетона, не выдерживают свой гарантированный срок эксплуатации и выходят из строя намного раньше нормативного срока по причине микробиологической коррозии внутренней поверхности трубопроводов [2].