



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13933 (13) U  
(51) МПК (2006)  
C02F 1/46

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ РИЗИКУ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ

1

2

(21) u200510865

(22) 17.11.2005

(24) 17.04.2006

(46) 17.04.2006, Бюл. № 4, 2006 р.

(72) Уряднікова Інга Вікторівна, Лебедев Володимир Георгійович

(73) Уряднікова Інга Вікторівна, Лебедев Володимир Георгійович

(57) Спосіб оцінки ризику при експлуатації системи електрокоагуляційної очистки води, що включає вимірювання робочих параметрів кожного з елементів системи, який відрізняється тим, що як

робочі параметри системи вимірюють швидкість руху, температуру та рН рідини, дозу електрогенерованого коагулянту, густину струму, далі створюють матрицю працездатності системи на базі вимірюваних параметрів, яка враховує різні сполучення працездатності її елементів, тобто позитивну або негативну ймовірність відмов елементів системи, та систему вважають працездатною, якщо її елементи у різних сполученнях мають позитивну ймовірність, або систему вважають у стані ризику в разі негативної ймовірності будь-якого з сполучень її елементів.

Справжня корисна модель відноситься до області аналізу технічних ризиків на стадії проектування і експлуатації багатоланкових технічних систем водоочищення.

Найближчими винаходами за способом, що заявляється, є спосіб по джерелу [1], за яким вимірюють робочі параметри елементів системи.

Але відповідно до вказаного способу аналіз ризиків при експлуатації багатоланкових технічних систем виробляється шляхом побудови так званого дерева відмовлень, яке дає можливість прослідити причини і розвиток подій, які, зрештою, можуть привести до відмови технічної системи або до істотних збоїв в її роботі.

Недоліком вказаного способу є те, що такий спосіб аналізу дає можливість проводити тільки якісну оцінку причин і слідств подій, що приводять до відмови даної технічної системи і не дає можливості виробити кількісний аналіз і визначити значення вірогідності вказаних подій.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки способу оцінки ризику при експлуатації системи електрокоагуляційної очистки води, який може дати можливість визначати ймовірність подій, враховуючи різні поєднання відмов ланок технічної системи.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі оцінки ризику при експлуатації системи електрокоагуляційної очистки води вимірюють робочі параметри кожного з елементів системи,

причому, як робочі параметри системи вимірюють швидкість руху, температуру та рН рідини, дозу електрогенерованого коагулянту, густину струму, далі створюють матрицю працездатності системи на базі вимірюваних параметрів, яка враховує різні сполучення працездатності її елементів, тобто позитивну або негативну ймовірність відмов елементів системи, та систему вважають працездатною, якщо її елементи у різних сполученнях мають позитивну ймовірність, або систему вважають у стані ризику в разі негативної ймовірності будь-якого з сполучень її елементів.

Сутність даної корисної моделі полягає у тому, що як робочі параметри системи вимірюють швидкість руху, температуру та рН рідини, дозу електрогенерованого коагулянту, густину струму, далі створюють матрицю працездатності системи на базі вимірюваних параметрів, яка враховує різні сполучення працездатності її елементів, тобто позитивну або негативну ймовірність відмов елементів системи, та систему вважають працездатною, якщо її елементи у різних сполученнях мають позитивну ймовірність, або систему вважають у стані ризику в разі негативної ймовірності будь-якого з сполучень її елементів.

Реалізація способу оцінки ризику при експлуатації системи електрокоагуляційної очистки води показана за допомогою структурної схеми електрокоагуляційної очистки води на Фіг.1, на якій 1 - насос і трубопроводи; 2 - водопідігрівач; 3 - елект-

(13) U  
13933  
(11)  
UA  
(19)

рокоагуляція; 4 - водо-повітряний ежектор; 5 - збірка очищеної води з фільтром.

Після проведення вимірювань робочих параметрів системи таких, як швидкість руху, температури та рН рідини, дози електрогенерованого коагулянту, густини струму, встановлено, що кожен елемент цієї системи може знаходитися в двох станах «робота +» або «відмова -». Стан характеризується їх вірогідністю, так вірогідність робочого стану системи буде  $P_{A+}$ ,  $P_{B+}$ ,  $P_{C+}$ ,  $P_{D+}$ ,  $P_{E+}$ , а вірогідність елементів в стані відмови позначимо відповідно  $P_{A-}$ ,  $P_{B-}$ ,  $P_{C-}$ ,  $P_{D-}$ ,  $P_{E-}$ . Що складає відповідно для робочого стану значення 0,97; 0,98; 0,99; 0,99; 0,96 і для стану відмови 0,03; 0,02; 0,01; 0,01; 0,04. Матриця поєднання стану елементів, яка враховуватиме вірогідність відмов елементів системи в їх всіляких поєднаннях має вигляд, представлений в таблиці 1.

У даній матриці є всілякі поєднання станів елементів, що дозволяє визначити слабкі поєднання і найбільшу ймовірність відмов. Поєднання елементів, починаючи з 8-го стовпця, розглядається в їх станах, визначувані стовпцями 2-8.

Необхідно відзначити, що при різних поєднаннях елементів все поєднання виявляється в стані відмови «-», якщо хоча б 1 елемент поєднання знаходиться в стані відмови. Якщо проаналізувати працездатні стани елементів по стовпцях, то можна встановити, що у разі входження в поєднання негативної ймовірності, працездатність їх можна оцінити так:

- всі подвійні поєднання елементів, окрім поєднання BD мають ймовірність працездатності 0,25. Поєднання BD має вірогідність 0,22;

- потрібні поєднання: EAB і CDE мають ймовірність працездатності 0,1875. Поєднання ACD і ADE вірогідність 0,156. Поєднання ABC і CEA мають ймовірність працездатності 0,125. Поєднання BCD має вірогідність 0,093;

- всі поєднання з 4-х елементів мають ймовірність працездатності 0,0625.

Як видно «внутрішня» працездатність елементів, у випадку входження в поєднання тільки пози-

тивної, ймовірність може бути оцінена, як показано в таблиці 2, таким чином.

Як видно з даних таблиці якнайменша «внутрішня» працездатність подвійних поєднань -  $BE=0,94$ ; потрібних поєднань  $EAB=0,91$ ; поєднань по чотири елементи  $DEAB$  і  $EABC=0,9$ . Можна відзначити, що як в потрібні, так і четверні поєднання, що мають якнайменшу «внутрішню» працездатність входить подвійне поєднання BE, що має якнайменшу «внутрішню» працездатність. Отже, поєднання BE є найбільш небезпечним і необхідно вживати заходів для зменшення цієї небезпеки.

Дійсно: елемент 1 - насос з трубопроводами, подає необхідну кількість води, належному очищенню в елемент 2, що знаходиться в стані відмови, вода не підігрівається або ж підігрівається недостатньо, вода, що недогріє, поступає в елемент 3 - електрокоагулятор. Оскільки електрокоагулятор одержує недогріту воду, то він працює не в режимі і ступінь очищення води падає. При попаданні недоочищеної води, через елемент 4, на роботу якого температура води не надає істотної дії, в елемент 5, що знаходиться в стані відмови, вода не піддається фільтрації і подається на вихід забрудненою, провокуючи різні ризики. В тому випадку, якщо вода поступає в систему живлення енергогенеруючого устаткування, провокуються техногенні ризики, а в тому разі якщо вода скидається в навколишнє середовище, провокуються соціальні або екологічні ризики в короткостроковому або довгостроковому плані.

Такий спосіб оцінки ризику при експлуатації системи електрокоагуляційної очистки води дає можливість на попередній стадії аналізу визначити найбільш працездатні і якнайменше працездатні поєднання елементів і вжити заходів для зменшення відповідних ризиків.

Джерела інформації:

1. Е. Дж. Хенли, Х. Кумам ото. Надежность технических систем и оценка риска. Пер. с англ. Под ред. В.С. Сыромятникова. -М.: Машиностроение, 1984. -528с.

Таблиця 1.

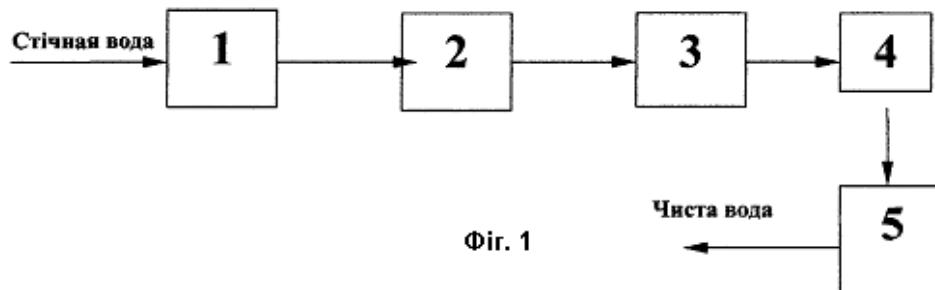
Матриця сполучень елементів системи

№	A	B	C	D	E	AB	AC	AD	AE	BC	BD	BE	CD	CE	DE	ABC	ACD	ADE	EAB	BCD	CDE	CEA	ABC	BCD	CDE	DEA	EAB
1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-
3	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
4	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
5	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
6	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
8	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
9	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
10	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-
12	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-
18	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
25	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
26	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблиця 2.

Імовірність внутрішньої працездатності сполучень елементів

Сполучення	AB	AC	AD	AE	BC	BD	BE	CD	CE	DE	ABC	ACD	ADE	EAB	BCD	CDE	CEA	ABC	BCD	CDE	DEA	EAB
+	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97	0,97	0,94	0,98	0,95	0,95	0,94	0,95	0,92	0,91	0,96	0,94	0,92	0,93	0,92	0,91	0,9	0,9
-	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,06	0,02	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08	0,09	0,04	0,06	0,08	0,07	0,08	0,09	0,1	0,1



Фіг. 1