

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ МОДУЛІВ ЛИВАРНО-АВТОМАТИЧНИХ ЛІНІЙ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

© 1997, Б.С.Долішній, Л.М.Заміховський

Івано-Франківський Державний технічний університет нафти і газу

Розглянуті проблеми організації проведення експлуатаційних спостережень і наведені результати досліджень надійності ливарно-автоматичних ліній.

Одним з найбільш ефективних джерел інформації про надійність ливарно-автоматичних ліній (ЛАЛ), які працюють в чавуно і сталеливарних цехах з дрібносерійним і серійним характером виробництва є дослідження причин відказів елементів і вузлів технологічного обладнання в реальних умовах експлуатації. Методи експлуатаційних досліджень дають змогу дати найбільш достовірну оцінку пристосованості обладнання ЛАЛ до умов експлуатації і визначити показники їх надійності.

ЛАЛ є складним технічним комплексом, який складається з вузлів, агрегатів і цілих модулів, де модулем є узагальнена ділянка ЛАЛ, на якій виконують певну технологічну операцію.

Процес дослідження за роботою модулів ЛАЛ і їх агрегатів з метою збору і нагромадження статистичних даних, необхідних для визначення показників їх надійності і довговічності, вивчення умов і особливостей експлуатації ЛАЛ, виявлення деталей і вузлів, які передчасно виходять з ладу та причин, що сприяють появі відказів тощо, можна зобразити у вигляді схеми, яка показана на рис.1. В окремих випадках необхідність деяких робіт, вказаних на схемі, може відпасти, що обумовлюється метою, характером і об'ємом досліджень.

Стосовно ЛАЛ типу КЛ91265СМ, яка містить всі технологічні операції, що проводять на сучасних лініях, були визначені окремі показники надійності цих ЛАЛ і схем управління ними [1,3,4]. Оскільки ЛАЛ є складною динамічною системою взаємозв'язаних агрегатів (модулів), то доцільним є дослідження надійності кожного окремого модуля [2].

Розглянемо організацію проведених експлуатаційних досліджень модулів ЛАЛ типу КЛ91265СМ, ІФЛ-265, В-715 і 5ІФЛ-225 (випуск заводу ливарних автоматичних ліній «Автоливмаш» м.Івано-Франківськ), які експлуатують у чавуноливарних цехах Київського заводу ім.

І.І.Лепсе, ВО "Уралвагонзавод", ВО "Сибтепломаш" (м.Братськ), Сумського чавуноливарного заводу "Центролит", Кишинівського машинобудівного заводу, Волзького заводу вузлів і агрегатів та інших і про які отримані результати дослідження їх надійності.

Дослідження вихідної інформації з метою подальшого розрахунку надійності модулів ЛАЛ проводили в два етапи.

На першому етапі досліджень інформація про технічний стан даних ліній, які знаходяться в експлуатації, причини і види їх відказу була отримана під час аналізу актів аварійних пошкоджень, актів пусконаладжування, а також ремонтно-технічної документації, що знаходиться у відділі планово-попереджувальних ремонтів (ППР).

На другому етапі досліджень з метою конкретизації причин відказів, їх видів і впливаючих на них чинників використано метод експертних оцінок, для чого була розроблена анкета експертного опитування (приклад заповненої форми показаний на рис.2) і розіслана на підприємства, де експлуатуються ЛАЛ.

Крім експертного опитування проводили збір інформації про відкази ЛАЛ, на згаданих вище підприємствах протягом чотирьох років за формою, вказаною на рис.3.

При цьому за розробленою спеціально методикою перевірки стабільності фактичного циклу виготовлення півформ на вказаних (рис.3) ЛАЛ визначали кількість відказів модулів ЛАЛ. Згідно з методикою під збосм розуміють несправність автомата, яку усувають оператором з пульта управління переходом з автоматичного режиму на ручне керування. Відказ визначають як несправність автомата, яку усувають підходом оператора або наладчика безпосередньо до механізмів для здійснення наладки, регулювання, дрібного ремонту, а також прощтовхування оснастки або механізмів вручну.

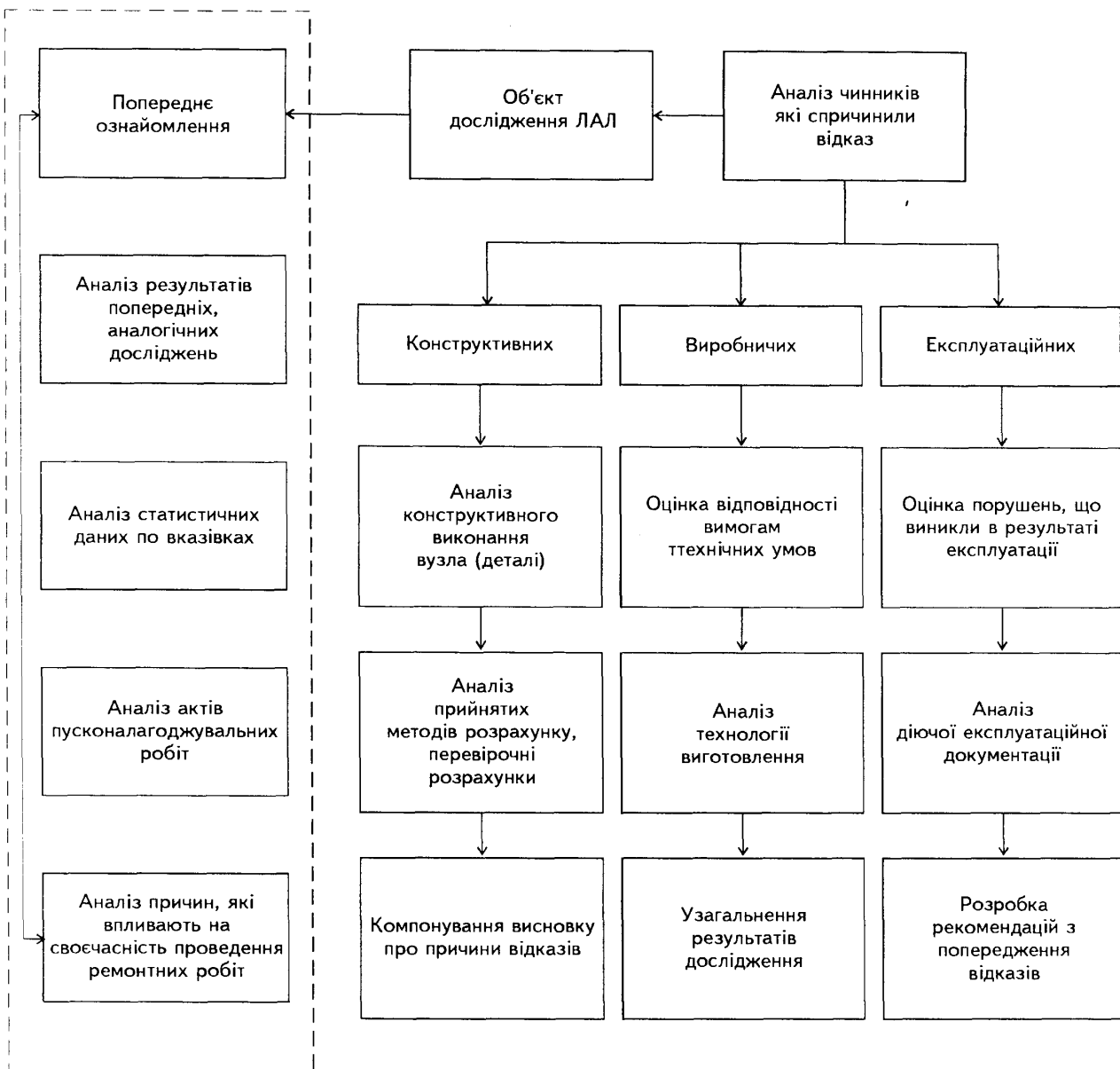


Рис. 1. Схема дослідження відказів ЛАЛ.

Підрахунок кількості збоїв і відказів проводили протягом двох годин експлуатації ЛАЛ. По кожному модулю таку перевірку виконували три рази у визначені дні тижня. Під час досліджень за допомогою операторів і наладчиків фіксували причину відказу (збою) і механізм чи вузол, в якому виникла несправність, кількість відказів (збоїв), а також кількість виготовлених півформ за період дослідження. У випадку, коли відказ (збій) виникав із зовнішньої для автомата причини, то такий відказ (збій) не фіксували (наприклад, немає опоки, нікуди ставити півформу, немає суміші тощо).

Приклад заповнення таблиці із перевірки стабільності фактичного циклу виготовлення півформ на АЛ91265СМ. №1,2,3 наведений в табл.1.

На основі аналізу результатів досліджень виявлені такі причини нестабільності циклу на формувальних лініях:

- наявність відказів (збоїв) механізмів, їх кількість і тривалість часу усунення причин, що їх спричинили;

- зміна швидкості руху механізмів, що призведена випадковими коливаннями опору опок, оснастки, які мають місце при експлуатації механізмів в умовах ливарного цеху. При цьому

кількість відказів (збоїв) в загальному випадку залежить від таких чинників:

— кількості механізмів, які входять у склад обладнання лінії і якості їх виготовлення;

— рівня технічного обслуговування і кваліфікації обслуговуючого персоналу (ремонтників, наладчиків, операторів);

— рівня конструктивних рішень, прийнятих під час розробки вузлів і деталей;

— перевірки стабільності фактичного циклу виготовлення півформ.

Анкета експертного оцінювання надійності ЛАЛ

1. Експлуатуюче підприємство Завод «Центролит», місто Суми

2. Тип (ЛАЛ) ІФЛ-265 СМ

3. Середня кількість відказів лінії в місяць 50

4. Середній час роботи лінії (днів) до відказу 2.5 днів

5. Найбільш часто трапляються відкази:

5.1. Модулі формовки, вибивки, транспорту і накопичення

5.2. Механізми пресовий, кантувач (зборки), зрізки, (поломка проміжної шестерні, знос ножів)

5.3. Вузли транспортні секції (рольганги), тарільчасті пружини, фркціони

5.4. Системи електрична (давачі БВК, КВП), гідравлічна (гідророзподільувачі, втрати масла через перегрів)

6. Вид відказу (поступовий, миттєвий):

а) поступовий (знос, старіння)

б) миттєвий (деформація, і поломка окремих деталей, перекося, заїдання і заклинювання, обрив проводів давачів положення, попадання сторонніх предметів у систему змазки)

7. Середній час усунення відказу, год 1.5-2

8. Наслідки відказу:

1) повна втрата працездатності,

2) часткова втрата працездатності,

3) без наслідків.

(У пунктах 5.1, 6, 8 при заповненні підкреслити необхідні підпункти)

Головний інженер заводу Н.І. Муштай

П.І.П. спеціаліста

Рис. 2. Анкета експертного оцінювання надійності ЛАЛ.

N	Дата	Назва обладнання	Час усунення причини відказу	Причина відказу
1	8.01	АЛ 91 265 N1	21.35-22.15	Вихід з ладу схеми керування (Т-107, Т-402).
2	9.01	АЛ 91 265 N1	13.10-14.00	Заміна давачів (КВП-16, БВК-24)
N	13.01	АЛ 91 265 N3	17.10-18.00	Несправність вибивної решітки

Рис. 3. Форма збору інформації про відкази.

Таблиця 1

Перевірка стабільності фактичного циклу виготовлення півформ

N п/п	Показники	Позначення	Одиниця виміру	АЛ-1 всього, %	АЛ-2 всього, %	АЛ-3 всього, %
1	Час спостереження	T_c	с	16900	14420	15325
2	Кількість циклів всього(в розрахунку на один п/ф):	N_o	шт.	210 100	290 100	275 100
3	К-сть циклів з збоями	N_n	шт.	88 42,0	65 22,4	70 25,4
4	К-сть циклів з відказами	N_H	шт.	35 16,0	30 10,3	25 9,0
5	Мінімальний час циклу	t_c	с	60	60	60
6	Середній час циклу спостереження.	$t_c = T_c / N_o$	с	80,4	49,7	55,7
7	Втрати часу на розтяжку циклу, на збої, відкази	$T_{в1} = T_c - N_o t_c$	с	4300	2980	1175
8	Втрати часу на розтяжку циклу, на збої і відкази в % від часу спостереження	$T_{в1} = T_{в1} / T_c \cdot 100$	%	25,4	20,6	7,6
9	Коефіцієнт перевищення фактичного середнього циклу над настроювальним	$K = t_c / t_c$		1,34	0,8	0,93

Крім того, аналіз результатів досліджень виявив чинники, які спричиняють відкази (збої) основних модулів ЛАЛ:

— відсутність чіткої фіксації підходу підопічної плити з півформою на позиції зборки (зупинка плити і її фіксація здійснюється не упором, а силою тертя ковзання плити по направляючих); відсутнє стикування півформ «низу» і «верху»;

— випадкові "заїдання" в одному з штирів (потрапив пісок) або навіть незначний перекид на перший момент протяжки, що призводять до заклинювання півформ на штирях, через що на модулі формовки півформа не відокремлюється від моделі на позиціях протяжки, яка здійснюється ходом півформи вниз, а тільки під власною вагою;

— на ділянці видачі різновисокі опоки через знос низів, які перешкоджають проходженню

півформ під ножем зрізки, погіршується робота кінцевих вимикачів, що контролюють рух опок;

— управління механізмом затискання на модулі вибивки часто переводиться на ручне керування через велику кількість відказів командоконтролера;

— стирання гумових елементів очистки опок і манжет, а також заклинювання підшипників і перегрів масла в гідросистемі с причиною відказу вибивного преса;

— відпрацювання манжет штовхачів, знос роликів, зрив болтів призводять до відказу транспортних засобів. Збій положення або вихід з ладу замикаючого прапорця давачів положення КВП, БВК, а також їх відкази і відкази електричних схем, редукторів (чинники потрібно виявити додатково), також є причиною відказу транспортних засобів;

— вихід з ладу амортизаторів, згинання фіксуєчих планок і золотникових вузлів с

причиною відказів складальника форм і пристроїв розпаровки.

Отримані дані по відказах модулів ЛАЛ дали змогу розрахувати основні показники надійності модулів: ймовірність безвідказної роботи $P(t)$, середній час напрацювання на відказ T , середній час відновлення працездатності T_v , коефіцієнт готовності K_g . За даними узагальнюючих відомостей (див. форму для кожної лінії і її модуля (рис.3.)) окремо була складена часова діаграма потоку відказів модулів в залежності від їх напрацювання. Отримані дані використовують при складанні варіаційних рядів значень напрацювання на відказ, які дають можливість побудувати гістограми розподілу напрацювання на відказ (емпіричні функції

щільності) і емпіричні функції ймовірності безвідказної роботи. Отримані розрахункові дані та їх перевірка за критеріями χ^2 і Колмогорова показали, що напрацювання на відказ всіх модулів ЛАЛ розподіляють за законом Вейбула-Гнеденка.

$$p(t) = \exp(-\lambda t^k),$$

де λ – параметр, який визначає масштаб; k – параметр форми розподілу; t – час безвідказної роботи; a час відновлення – за гама-розподілом.

Розрахункові значення показників надійності модулів ЛАЛ наведені в табл.2 і використані при графічній побудові ймовірності безвідказної роботи модулів ліній.

Таблиця 2

Розрахункові значення показників надійності модулів ЛАЛ

Показники надійності	Модулі лінії	Номер лінії		
		1	2	3
Середнє напрацювання на відказ T , год	Формовка	16	22	19
	Зборка	33	40	37
	Заливка	87,4	95	92
	Вибивка	22	32	28
	Транспорт і накопичення	18	25	22
	Система керування	198	267	233
Середній час відновлення T_v , год	Формовка	2,36	2,2	2,3
	Зборка	0,65	0,7	0,67
	Заливка	1,5	1,8	1,7
	Вибивка	3,5	4,2	3,8
	Транспорт і накопичення	2,4	2,8	2,6
	Система керування	0,83	0,8	0,9
Коефіцієнт готовності K_g	Формовка	0,87	0,909	0,892
	Зборка	0,98	0,982	0,982
	Заливка	0,983	0,981	0,982
	Вибивка	0,863	0,884	0,881
	Транспорт і накопичення	0,882	0,9	0,894
	Система керування	0,996	0,997	0,996

Величина напрацювання модулів лінії на відказ T дає уявлення про період часу, протягом якого лінія може працювати безперервно без відказів і дає змогу порівняти показники надійності ЛАЛ, які досліджуються. Середній час відновлення працездатності T_v характеризує трудомісткість операцій з відновлення, а також ефективність роботи ремонтних служб. Надійність ЛАЛ характеризується і їх здатністю

виконувати робочі функції з мінімальними затратами на технічне обслуговування і ремонт. З цією метою обчислюють коефіцієнт готовності K_g як ймовірність того, що в кожен довільно взятий момент часу лінія буде працездатною. На рис.4 зображені гістограми теоретичного розподілу ймовірності $P(t)$ безвідмовної роботи модулів ліній.

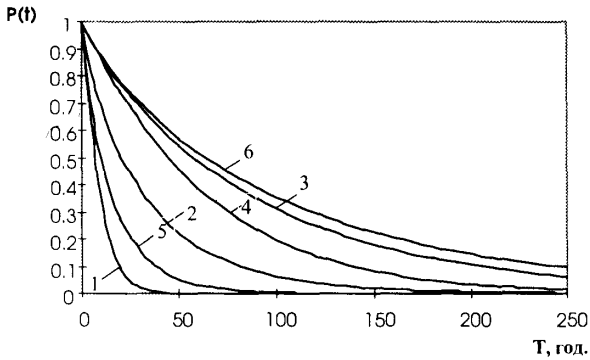


Рис. 4. Функція ймовірності безвідказної роботи модулів ліній.

1 – формовка; 2 – вибивка; 3 – заливка; 4 – зборка;
5 – транспорт і накопичення;
6 – система керування.

Отже, експлуатаційні дослідження дають можливість визначити кількісні значення показників надійності, оцінити працездатність всіх модулів ліній і виявити найслабші елементи. З аналізу розрахункових функцій ймовірності безвідказної роботи, які зображені на рис.4, витікає, що

найбільш «слабкими» модулями є транспорт і накопичення опок (транспортні засоби) і їх формовка. Значить, для розробки методу діагностування ЛАЛ в цілому особливу увагу потрібно приділяти цим малонадійним модулям.

На основі отриманої інформації можна виявити об'єкти діагностичних досліджень з метою підвищення надійності, оцінити ефективність прийнятої системи технічного обслуговування і ремонту.

1. Горобыський М.В., Ожогов В.А., Галуцак И.Д., Долишній Б.С. Эксплуатационная надежность схемы управления литейных автоматических линий на основе анализа статистических данных об ее отказах // Надежность и контроль качества. 1989. №4. С.51-54.
2. Долишній Б.С., Заміховський Л.М. Перспективи підвищення експлуатаційної надійності ливарних автоматичних ліній // Тези доп. наук. тех. конф. Івано-Франківськ. 1996.
3. Костырко Я.-В.И., Горобыський М.В., Ожогов В.А., Долишній Б.С. Некоторые показатели надежности автоматических формовочных линий // Литейное производство. 1987. №1. С.24-25.
4. Костырко Я.-В.И., Ожогов В.А., Галуцак И.Д., Долишній Б.С. Методологические вопросы исследования надежности автоматических формовочных линий // М., 1989. Рукопись деп. в Укр. НИИНТИ, N1181.