

## Надёжность оператора-штамповщика при выполнении им операций контроля качества изделий и работы оборудования

В результате исследования данных наблюдения за работой операторов-штамповщиков в массовом производстве сложноконтурных тонколистовых изделий определены характеристики надёжности их работ и предложены рекомендации по их повышению.

**надёжность, операторы-штамповщики, операции контроля качества**

**Введение.** Работа оператора-штамповщика на современном автоматизированном прессовом оборудовании при выполнении им операций по изготовлению точных изделий в условиях массового их производства предъявляет повышенные требования к их профессиональной пригодности. К числу критериев надёжности операторов при выполнении ими заданных функций можно отнести умение выполнять операции контроля качества штампующих изделий и состояния оборудования в процессе его работы.

К числу операций по определению контроля параметров качества изделий и работы оборудования могут быть отнесены:

- оценка точности размеров поверхностей конструктивных элементов изделия;
- оценка точности форм поверхностей изделия;
- оценка точности взаимного расположения поверхностей изделия;
- оценка физико-механических характеристик изделия;
- оценка точности работы оснастки и оборудования.

Оценка критериев надёжности работы оснастки (штампа) и оборудования (пресса) освещена в работе автора [1]. Определение критериев надёжности работы оператора как ведущего составляющего звена системы автоматизированного штамповочного комплекса, по мнению автора, освещена в соответствующей литературе недостаточно.

**Цель работы.** В данной работе рассматриваются методика определения характеристик надёжности оператора как составляющего звена СЧМ (системы человек-машина) в данной системе (оператор-пресс-оснастка) и рекомендации по её повышению.

**Материал и результаты исследования.**

Возможными понятиями функционирования оператора, как звена указанной СЧМ могут быть:

**Работоспособность** – состояние оператора, в котором он соответствует всем требованиям в отношении свойств, выполняющих его заданные функции.

**Готовность** – состояние оператора, в котором он готов к выполнению функций управления ним СЧМ.

**Отказ** – состояние оператора, при котором он не может выполнять свои функции из-за утраты трудоспособности.

**Неустойчивый отказ** – неправильное восприятие информации, принятие или реализация решения.

**Устойчивый отказ** – потеря работоспособности из-за утомления, травматизма, функциональных расстройств.

**Отказ окончательный** – необратимые изменения функционального состояния оператора.

**Критерий надёжности** – мера, с помощью которой устанавливается количественная оценка надёжности.

**Характеристика надёжности** – численное значение критерия из опытных данных, справедливое для конкретных условий.

Возможными критериями надёжности оператора могут быть [2]:

– вероятность отсутствия отказов в интервале времени  $0-t$ :  $P(t)$  и вероятность отказа в этом интервале  $Q(t)$ , связанные соотношением

$$P(t) + Q(t) = 1; \quad (1)$$

– частота отказов в момент  $t$ :  $\omega(t)$ ;

– интенсивность отказов в момент  $t$ :  $\lambda(t)$ ;

– среднее время выполнения блока операций  $T_3$ ;

– вероятность безошибочного выполнения блока операций  $P_3'$ ;

– вероятность ошибочного выполнения блока операций  $P_3^o$ .

Из опыта работы операторов, учитывая равноценность указанных выполняемых ими операций, целесообразно использование двух критериев: среднее время выполнения блока операций  $T_3$  и вероятность безошибочного выполнения блока операций  $P_3'$ .

Уровнями обеспечения надёжности оператора в иерархической последовательности их важности могут быть следующие:

– уровень прогнозирования профессиональной пригодности;

– уровень обучения и тренировки оператора;

– уровень интеграции оператора с техникой;

– уровень количественных оценок надёжности СЧМ.

Характеристики надёжности работы оператора могут быть определены по формулам [2]:

1. Вероятность появления ошибок оператора в исследуемой операции в предположении отсутствия влияния совершения ошибок в предыдущих операциях:

$$Q(t) = C_m^k \cdot \beta^k (1 - \beta)^{m-k}, \quad (2)$$

где  $m$  – число появлений операции в эксперименте;

$\beta$  – вероятность появления ошибок при однократном выполнении операции;

$k$  – общее число ошибок в  $m$  операциях.

2. Частота отказов оператора при достаточно большом значении  $m$ :

$$\omega = \frac{k}{m}. \quad (3)$$

Интенсивность отказов оператора за время  $\Delta t$ :

$$\lambda_{(t)} = \frac{k_{(t)}}{m_{(t)}\Delta t}, \quad (4)$$

где  $k_{(t)}$  – количество отказов оператора при общем количестве действий оператора  $m_{(t)}$ .

4. Вероятность отсутствия отказов оператора в интервале времени  $0-t$ :

$$P_{(t)} = n_{(t)}/m_{(t)}, \quad (5)$$

где  $n_{(t)}$  – количество правильно решённых задач оператором при общем количестве его действий  $m_{(t)}$ .

5. Особенности указанного выше блока пяти операций, выполняемого оператором, может быть отсутствие взаимного влияния ошибок, допущенных в ходе выполнения отдельных операций, и отсутствие необходимости в фиксированной последовательности выполнения этих операций. Отсюда весь блок этих операций может быть сведён к эквивалентному с такими характеристиками:

$$P'_3 = \prod_{i=1}^5 P'_i, \quad (6)$$

где  $P'_3$  – вероятность безошибочного выполнения эквивалентного блока операций;

$P'_i$  – вероятность безошибочного выполнения  $i$ -ой операции.

*Вероятность ошибочного выполнения  $i$ -ой операции:*

$$P_3^o = 1 - P'_3, \quad (7)$$

где  $P_3^o$  – вероятность ошибочного выполнения  $i$ -ой операции.

Математическим ожиданием и дисперсией времени выполнения эквивалентного блока операций будут:

$$\begin{cases} M(T_3) = \sum_{i=1}^5 M(T_i), \\ D(T_3) = \sum_{i=1}^5 D(T_i), \end{cases} \quad (8)$$

$$T_3 = \sum_{i=1}^5 T_i, \quad (9)$$

где  $T_3$  – время выполнения эквивалентного блока операций;  $T_i$  – время выполнения  $i$ -ой операции;  $M(T_3)$  – математическое ожидание времени выполнения эквивалентного блока операций;  $D(T_3)$  – дисперсия времени выполнения эквивалентного блока операций.

Для предупреждения собственных отказов оператором может использоваться самоконтроль на этапах приёма, переработки и выдачи информации по каждой операции и по всему блоку операций.

В случае выполнения блока последовательных операций и общего самоконтроля всего блока:

$$P'_o = \frac{P'_o P_k^{11}}{1 - (P'_o P_k^{10} + P_o^\circ P_k^{\circ\circ})}, \quad (10)$$

где  $P_k^{11}$  – вероятность признания при контроле правильного результата правильным;

$P_k^{\circ\circ}$  – вероятность признания ошибки ошибкой;

$P_k^{10}$  – вероятность признания правильного результата ошибочным;

$P'_o$  – вероятность безошибочного выполнения эквивалентного блока основных

операций,  $P'_o = \prod_{i=1}^n P'_i$ ;

$P_o^\circ$  – вероятность ошибочного выполнения эквивалентного блока основных операций,  $P_o^\circ = 1 - P'_o$ .

Формулы (8) с учётом введения общего самоконтроля для всего блока будут:

$$M(T_o) = [M(T_o) + M(T_k)]M(L); \quad (11)$$

$$M(L) = \frac{1}{1 - (P'_o P_k^{10} + P_o^\circ P_k^{\circ\circ})}; \quad (12)$$

$$D(T_o) = D(L)[M(T_o) + M(T_k)]^2 + [D(T_o) + D(T_k)]M(L); \quad (13)$$

$$D(L) = \frac{P'_o P_k^{10} + P_o^\circ P_k^{\circ\circ}}{[1 - (P'_o P_k^{10} + P_o^\circ P_k^{\circ\circ})]^2}; \quad (14)$$

$$M(T_o) = \sum_{i=1}^n M(T_i); \quad (15)$$

$$D(T_o) = \sum_{i=1}^n D(T_i), \quad (16)$$

где  $M(T_k)$  и  $D(T_k)$  – математическое ожидание времени контроля и его дисперсия.

Из наблюдений автора за работой операторов на предприятии по штамповке точных изделий (завод “Пуансон”, г. Знаменка) и анализа зависимостей (1)-(16) могут быть предложены следующие рекомендации по повышению надёжности выполнения ими операций контроля качества изделий и работы оборудования:

1. При повышенном количестве параметров контроля качества изделий и состояния работы оборудования информационную модель работы рассматриваемой

СЧМ оператору целесообразно представлять в виде совокупности показаний средств измерений при выполнении операций невысокой сложности.

2. Для выработки эффективных концептуальных моделей принятия решений операторами при регулировании СЧМ необходим достаточный уровень их подготовки – не менее 1-2 года обучения.

3. Для уменьшения числа ошибок и времени выполнения операций необходимо уменьшение их количества за счёт совмещения в каждой операции контроля минимум двух параметров качества, – из зависимостей (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9).

4. Для увеличения эффективности самоконтроля на этапах приёма, переработки и выдачи информации при принятии решений по каждой операции необходим достаточный опыт оператора по проведению однотипных операций, – из зависимостей (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16).

**Выводы.** Из анализа характеристик надёжности работы операторов-штамповщиков в массовом производстве сложных и точных изделий предложены рекомендации по её повышению.

## Список литературы

1. Чемерис Е.И. Об основных показателях надёжности прецизионных разделительных штампов с твёрдосплавными инструментами сложного контура и малого сечения // Вісник інженерної академії України. – Київ, 2006. – №2-3. – С. 125-133.
2. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и её инженерные приложения. М.: Наука, 1991. – 384 с.
3. Хрестоматия по инженерной психологии. Душков Б.А., Ломов Б.Ф., Смирнов Б.А. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.

*Е. Чемерис*

**Надійність оператора-штампувальника при виконанні ним операцій контролю якості виробів і роботи устаткування**

В результаті досліджень даних спостережень за роботою операторів-штампувальників у масовому виробництві складноконтурних тонколистових виробів визначені характеристики надійності їх роботи і запропоновані рекомендації по її підвищенню.

*Е. Chemeris*

**Reliability-pressman operator in carrying out operations and product quality control of equipment**

As a result of research of information of experience of stamps' operators in popular production difficult outlined industrial goods the reference of their affectivity are determined and recommendations from their rise are offered.

Одержано 15.10.11