

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НАДЁЖНОСТИ К ОЦЕНКЕ ПАРАМЕТРОВ
СЕТЧАТЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ОЧИСТИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Пулатова Садокат Абдурашидовна

магистрантка кафедры «Технологические машины и оборудование»

Наманганский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Наманган

E-mail: [nyashkaps@gmail.com]

**ИНФОРМАЦИЯ О
СТАТЬЕ**

АННОТАЦИЯ:

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 15.06.2026

Revised: 16.06.2026

Accepted: 17.06.2026

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА:**

*теория надёжности,
ГОСТ 27.002-2015,
сетчатая поверхность,
распределение Вейбулла,
интенсивность отказов,
факторы надёжности.*

В статье обоснована применимость положений ГОСТ 27.002-2015 к анализу сетчатых рабочих органов очистительного оборудования. Определены ключевые показатели надёжности — вероятность безотказной работы $P(t)$, интенсивность отказов $\lambda(t)$, средняя наработка до отказа T_0 , гамма-процентный ресурс T_γ , коэффициент готовности K_g . Представлены графики трёх основных распределений наработки до отказа (экспоненциального, Вейбулла, нормального) с обоснованием их применимости к различным механизмам отказов сетки. Систематизированы факторы, влияющие на надёжность, и сгруппированы в четыре категории. Представлена сравнительная оценка влияния факторов в трёх отраслях.

Введение

Очистительное оборудование с сетчатыми рабочими поверхностями применяется в текстильной, пищевой и строительной отраслях и подвергается значительным механическим, абразивным и коррозионным нагрузкам [1; 5]. Цель настоящей статьи — обоснование применимости положений ГОСТ 27.002-2015 [3] и классических работ по теории надёжности [2; 8] к анализу сетчатых рабочих органов с учётом отраслевой специфики.

1. ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ ПО ГОСТ 27.002-2015

Согласно ГОСТ 27.002-2015 [3], надёжность является комплексным свойством, включающим четыре единичных свойства: безотказность, долговечность,

ремонтпригодность и сохраняемость. Для каждого свойства определены свои количественные показатели (таблица 1).

Таблица 1

Основные показатели надёжности сетчатых поверхностей по ГОСТ 27.002-2015

| Свойство | Показатель | Обозначение | Единица |
|-------------------|--------------------------------|--------------|---------|
| Безотказность | Вероятность безотказной работы | $P(t)$ | — |
| Безотказность | Интенсивность отказов | $\lambda(t)$ | 1/ч |
| Безотказность | Средняя наработка до отказа | T_0 | ч |
| Долговечность | Средний ресурс | $T_{с}$ | ч |
| Долговечность | Гамма-процентный ресурс | T_{γ} | ч |
| Ремонтпригодность | Среднее время восстановления | $T_{в}$ | ч |
| Сохраняемость | Средний срок сохраняемости | $T_{с.с.}$ | лет |
| Комплексные | Коэффициент готовности | $K_{г}$ | — |
| Комплексные | Коэффициент тех. использования | $K_{т.и.}$ | — |

Основным показателем безотказности является вероятность безотказной работы $P(t)$, связанная с интенсивностью отказов $\lambda(t)$ соотношением:

$$P(t) = \exp[-\int_0^t \lambda(\tau) d\tau]. \quad (1)$$

Коэффициент готовности для восстанавливаемых объектов:

$$K_{г} = T_0 / (T_0 + T_{в}). \quad (2)$$

2. ЗАКОНЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАРАБОТКИ ДО ОТКАЗА

Выбор закона распределения определяется характером отказов объекта. Для сетчатых поверхностей применимы три основных распределения, графики которых представлены на рисунке 1.

Графики основных распределений наработки до отказа

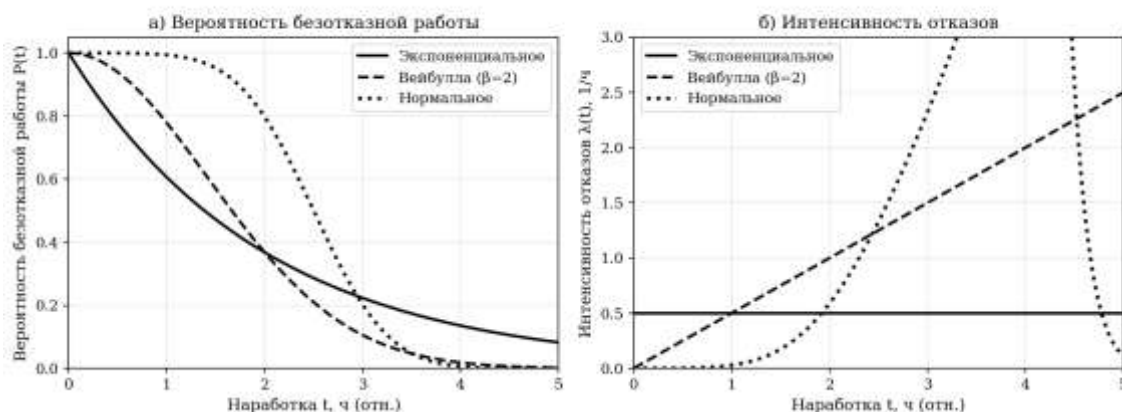


Рисунок 1. Графики основных распределений наработки до отказа: а) вероятность безотказной работы $P(t)$; б) интенсивность отказов $\lambda(t)$

Экспоненциальное распределение $P(t) = \exp(-\lambda t)$ применимо при описании внезапных случайных отказов с постоянной интенсивностью $\lambda = \text{const}$ (для сетки — обрыв проволоки от случайного попадания крупного твёрдого предмета). Характеризуется горизонтальной линией $\lambda(t) = \text{const}$ на рисунке 1б.

Распределение Вейбулла $P(t) = \exp[-(t/T)^\beta]$ хорошо описывает износные процессы (абразивный износ проволоки). При $\beta > 1$ интенсивность отказов возрастает со временем, что наглядно видно на рисунке 1б.

Нормальное распределение применимо при усталостных отказах от циклических вибрационных нагрузок: интенсивность отказов сначала медленно растёт, затем резко возрастает в момент массового усталостного разрушения проволок.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ НАДЁЖНОСТИ

Анализ позволяет систематизировать факторы, влияющие на надёжность сетчатых рабочих поверхностей, в четыре основные группы (рисунок 2).

Классификационная схема факторов, влияющих на надёжность сетчатых рабочих поверхностей очистительного оборудования



Рисунок 2. Классификационная схема факторов надёжности сетчатых рабочих поверхностей

По оценкам [2], до 30 % отказов технологических машин связано с организационными причинами (нарушение регламентов обслуживания, недостаточная квалификация персонала). Это подчёркивает важность комплексного подхода к обеспечению надёжности.

Сравнительная оценка влияния различных факторов в трёх отраслях приведена в таблице 2.

Таблица 2

Качественная оценка влияния факторов на надёжность сеток в трёх отраслях

| Фактор | Текстильная (1ХК) | Пищевая | Строительная |
|-------------------------|-------------------|---------|--------------|
| Размер ячейки a | Высокая | Высокая | Средняя |
| Диаметр проволоки d | Средняя | Средняя | Высокая |
| Материал сетки | Средняя | Высокая | Высокая |
| Амплитуда вибрации A | Высокая | Средняя | Высокая |
| Частота вибрации f | Высокая | Средняя | Высокая |
| Влажность материала | Высокая | Высокая | Низкая |
| Абразивность сора | Низкая | Средняя | Высокая |
| Коррозионная активность | Низкая | Высокая | Средняя |

Из таблицы 2 видно, что доминирующие факторы существенно различаются в трёх отраслях. В текстильной (1ХК) — размер ячейки и режим вибрации; в пищевой — материал сетки и влажность; в строительной — диаметр проволоки и абразивность сора. Это обосновывает необходимость дифференцированного подхода к выбору параметров.

ВЫВОДЫ

1. Положения ГОСТ 27.002-2015 и классической теории надёжности полностью применимы к анализу сетчатых рабочих поверхностей. Определены 9 ключевых показателей надёжности.

2. Для описания различных видов отказов сетки рекомендованы три закона распределения: экспоненциальный (для случайных отказов), Вейбулла (для износных) и нормальный (для усталостных).

3. Систематизированы факторы надёжности в четыре категории. Установлено, что доминирующие факторы существенно различаются для трёх отраслей.

Список литературы

1. Джураев А., Ражабов О., Аманов М. Совершенствование технологии и конструкции рабочих органов очистителя хлопка от мелкого сора. — Ташкент: Фан ва технология, 2020. — 192 с.
2. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 702 с.
3. ГОСТ 27.002-2015. Надёжность в технике. Термины и определения. — М.: Стандартиформ, 2016.
4. ГОСТ 3826-82. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
5. Байханов Б.А., Усманов Х.С., Исмаилова М.Б. Анализ технологий очистки хлопка // *Universum: технические науки*. — 2025. — № 5(134). — URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/20209>.
6. Тангиров А.Э., Бозорбаев И.И., Долиев А.Т. и др. Разработка эффективной конструктивной схемы очистителя хлопка-сырца от мелкого сора // *Universum: технические науки*. — 2021. — № 3.
7. Усманов Д.А., Умарова М.О., Жумаев Н.К. Построение графика проекций поверхности отклика для типа барабана и формы сороудаляющей сетки // *Проблемы современной науки и образования*. — 2019. — № 11(144).
8. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьёв А.Д. Математические методы в теории надёжности. — М.: Наука, 1965. — 524 с.
9. Пардаев Б.Ч. и др. Разработка очистителя хлопка-сырца мелкого сора // *Universum: технические науки*. — 2023. — № 3(108).
10. Каталог продукции Pahtamash: очиститель 1ХК. — URL: <https://pahtamash.uz/product/1hk-ochistitel-hlopka-syrzca-kolkovyj/>.