

Расчёт оценки времени безотказной работы оборудования

Студент 2 гр., IV курса Васильев И.Л.

Научный руководитель – Савчук М.А.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Современный уровень развития технологий формирует высокие требования к надежности функционирования промышленных производств. Каждая непредвиденная остановка выпуска продукции по причине выхода из строя единицы технологического оборудования приводит к значительным материальным потерям вследствие недовыпуска продукции, нарушения ритмичности производства, потери дорогостоящего сырья, необходимости проведения ремонтных работ. Специфика многоассортиментных химических технологий, использующих в производстве пожаро- и взрывоопасные, токсичные, высококоррозионные вещества, делает особенно актуальным предотвращение возникновения внештатных ситуаций, развитие которых может привести к серьезным авариям, экологическим катастрофам и человеческим жертвам.

Качество и объем выпуска продукции в производстве медпрепаратов зависит от многих факторов. Одним из них, влияющих в значительной степени на качество выпускаемой продукции, является процесс очистки суспензии методом фильтрования. В соответствии с технологическим регламентом процесс целесообразно производить под вакуумом. Таким образом, процесс фильтрования и, следовательно, производительность, качество продукции, энергозатраты зависят от безотказной работы технологического оборудования, в частности вакуум-насоса. В работе ставилась задача расчета оценки времени безотказной работы вакуум-насоса в процессе фильтрования суспензий в производстве медпрепаратов.

Так как для определения времени безотказной работы необходимо учитывать различные параметры (время наработки на отказ, количество предыдущих отказов, частота отказов, время простоя оборудования и др.), то для упрощения решения данной задачи был составлен алгоритм решения и реализован в программе Microsoft Excel.

В результате решения показано, что из возможных нормальное распределение является наиболее универсальным. Распределение характеризуется двумя независимыми параметрами: математическое ожидание m и среднее квадратичное отклонение S . Значения m и S оценивают по результатам испытаний по формулам:

$$m \approx \bar{t} = \sum t_i / N, \quad (1)$$

$$S \approx s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum (t_i - \bar{t})^2} \quad (2)$$

Вероятность безотказной работы определяется по формуле

$$P(t) = 1 - F_0(u_t), \quad (3)$$

где $F_0(u_t)$ – функция стандартного нормального распределения, определяется по таблицам [1], для использования которых необходимо определить квантиль нормального распределения u_t

$$u_t = (t - m) / S. \quad (4)$$

За базу относительно реальных условий взят 95 %-ый ресурс насоса в установке фильтрации в зависимости от количества предшествующих ремонтов. Тогда требуется определить, какое время проработает насос без отказа с вероятностью 95 % после каждого последующего отказа.

Для расчета были взяты наработки на отказ t трех насосов идентичных установок фильтрации. Данные получены из ремонтных карт действующего предприятия.

Далее производилась оценка параметров нормального распределения. Для первого использования насоса получаем:

$$\bar{t}_1 = (t_1^1 + t_1^2 + t_1^3) / 3 = (4080 + 4080 + 4070) / 3 = 4076.667 \text{ ч}$$

$$s_1 = \sqrt{\frac{1}{3-1} \left((4080 - 4076.667)^2 + (4080 - 4076.667)^2 + (4070 - 4076.667)^2 \right)} = 5.773$$

Квантиль нормального распределения при $P(t) = 0.95$ равняется $u_t = -1.645$

Затем определялось время безотказной работы насоса при вероятности безотказной работы 95 %

$$t' = \bar{t} + u_t s. \quad (5)$$

$$t'_1 = 4076.667 + (-1.645) \cdot 5.773 = 4067.169 \text{ ч}$$

По результатам расчётов строится график наработки насоса на отказ (рисунок 1) – зависимость времени работы насоса от числа проведенных ремонтов.

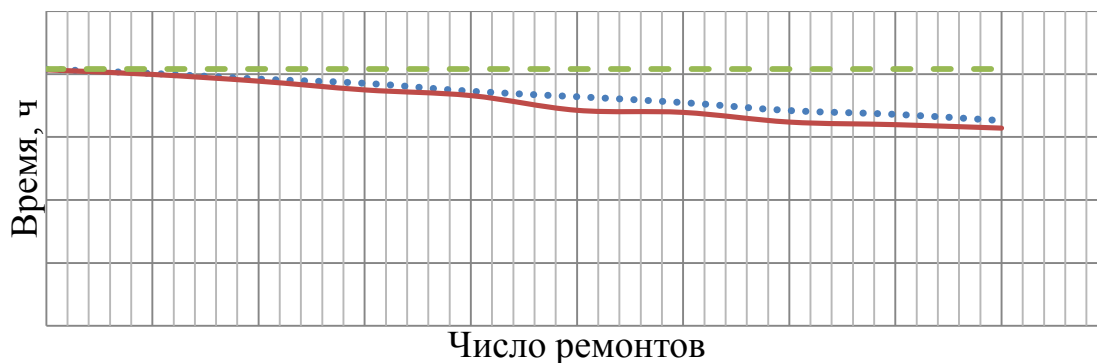


Рисунок 1 – График наработки на отказ насоса:

- — — время проведение ремонтов согласно графика планово предупредительных ремонтов;
- · · – среднее время наработки на отказ;
- время безотказной работы насоса с вероятностью 95 %

Таким образом, мы определили какое время с вероятностью 95 % проработает насос без отказа после n ремонтов. Показано, что можно предложить проводить текущие ремонты не через 4080 часов, а уменьшить это время, и проводить текущий ремонт до времени определенного графиком ремонтов. Это приведет к снижению времени простоя оборудования, уменьшению энергозатрат, увеличению производительности работы оборудования.

Литература

1. Климов, А. М. Надежность технологического оборудования / А. М. Климов. – Тамбов: Издательство Тамбовского государственного технического университета, 2008. – 104 с.