

УДК 664.02 + 664.952

Д.Ю. Проскура, А.А. Дерябин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

К ВОПРОСУ О НАДЕЖНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ФАРШЕВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Проведен анализ надежности технологического оборудования для производства рыбного фарша и изделий из рыбного фарша при эксплуатации в условиях, не рекомендованных производителями, так как внедрение новых видов продукции и использования для них нетрадиционных пород рыб происходит на традиционном в фаршевом производстве оборудовании. Рекомендованы пути повышения надежности данного оборудования при рассмотрении производимого спектра изделий.

Ключевые слова: надежность, оборудование, фарш, фаршевые изделия.

D.Y. Proskura, A.A. Derjabin

THE ISSUE OF RELIABILITY OF MINCED PRODUCT MANUFACTURING EQUIPMENT

The analysis of the reliability of the process equipment for the production of minced fish minced fish products during operation under conditions not recommended by manufacturers used has been performed. It was necessary because introduction of new products, and application of non-traditional fish species in manufacturing of the above products occur on the equipment traditionally used in minced product manufacturing. The methods to improve the reliability of the equipment when considering the range of products made have been recommended

Key words: Reliability, equipment, mince, minced products.

Современное развитие техники характеризуется разработкой и эксплуатацией изделий, представляющих собой сложные технические системы и комплексы. Важным показателем таких систем является надежность.

В современной теории надежности выделяют направления: совершенствование конструктивных и технологических методов надежности; обеспечение эксплуатационной надежности.

Нормативной основой для развития указанных направлений являются международные и государственные стандарты, стандартные методики и программы обеспечения надежности.

Показателем, определяющим долговечность системы, объекта, машины, может служить коэффициент технического использования.

Под значением коэффициента технического использования понимается отношение математического ожидания суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к математическому ожиданию суммарного времени пребывания объекта в работоспособном состоянии и всех простоев для ремонта и технического обслуживания.

Исходя из условий эксплуатации, к надежности основного технологического оборудования должны предъявляться повышенные требования, так как внезапный его отказ может привести к тяжелым осложнениям и авариям.

В зависимости от возможности прогнозировать момент наступления отказа все отказы подразделяют на внезапные (поломки, заедания, отключения) и постепенные (износ, старение, коррозия), на конструктивные (вызванные недостатками конструкции).

По причинам возникновения отказы классифицируют на производственные (вызванные нарушениями технологии изготовления) и эксплуатационные (вызванные неправильной эксплуатацией).

Надежность изделий в зависимости от их назначения можно оценивать, используя либо часть показателей надежности, либо все показатели.

Надежность невосстанавливаемых систем характеризуется следующими показателями:

а) вероятностью безотказной работы $P(t)$;

б) интенсивностью отказов $\lambda(t)$;

в) средней наработкой до отказа T_{cp} ;

г) частотой отказов $f(t)$.

Вероятность безотказной работы вычисляется по формуле [1, 2]

$$P(t) \approx \frac{N_0 - n(t)}{N_0}, \quad (1)$$

где N_0 – начальное количество элементов; $n(t)$ – количество отказавших элементов.

Условия работы по производству фаршей и по производству фаршевых изделий очень сложные по разным техническим параметрам. На производстве рыбных фаршей используется разное сырье: разные породы рыб целиком, филе рыбы одного наименования парное, филе рыбы одного наименования мороженое (после дефростации). От качества сырья зависит и качество фарша, а также соответственно качество готовой фаршевой продукции. Исходя из этого целесообразно считать надежность оборудования по производству рыбных фаршей и оборудование по производству изделий из рыбных фаршей как одну технологическую линию. Выстраиваемая технологическая линия из оборудования разного назначения имеет одинаковый коэффициент надежности, заложенный конструкторами и производителями, где учитываются и условия работы отдельных единиц оборудования, и качество перерабатываемого сырья, и химико-физические свойства сырья и ингредиентов при производстве готовой продукции или полуфабрикатов.

Условно эту цепочку можно разделить на три основных этапа:

1. Рыборазделочная линия (например, минтая).
2. Производство рыбного фарша (например, фарша «Суrimi»).
3. Изготовление готовой продукции из фарша «Суrimi».

Исходя из вышесказанного принимаем коэффициент надежности, равный на всех этапах производства. Межремонтный период у каждой единицы оборудования разный. Если плановое техническое обслуживание можно проводить в процессе работы линии, или во время пересменок, или выделяя специальное время, включая и санитарную обработку всего цеха, то серьезные плановые ремонтные работы требуют серьезной подготовки, остановки всей линии из-за техобслуживания одной единицы технологического оборудования.

Особого внимания требует оборудование, где параметры сырья, промежуточных операций с сырьем и производство продукции из готовых фаршевых изделий необходимо выдерживать в очень узких рамках технологического процесса. Так как от температуры сырья, вязкости, плотности, влажности зависит безотказная работа оборудования.

Именно несоблюдение или отклонения от технологических параметров сырья и исходного продукта и вызывает внезапные, не прогнозируемые поломки или заедания, отключения оборудования, что очень негативно влияет на эффективность всего производства. Чем интересны в этом аспекте процессы изготовления фаршей и изделий из рыбных фаршей, что эта вязкая масса имеет разную величину адгезии при разных допустимых температу-

рах, при разных видах исходного сырья. Также плотность, влажность и вязкость могут иметь сильно отличающиеся значения в разных партиях сырья и готового фарша.

Фарши разного качества и сорта обрабатываются на одном и том же оборудовании, что требует особого отношения к технике во избежание внезапных поломок или остановок какой-либо одной единицы оборудования, что влечет за собой остановку всей линии.

Для решения задач по оценке надежности и прогнозированию работоспособности объекта необходимо иметь математическую модель, которая представлена аналитическими выражениями одного из показателей $P(t)$, $f(t)$ или $\lambda(t)$. Основной путь для получения модели состоит в проведении испытаний, вычислении статистических оценок и их аппроксимации аналитическими функциями.

Возникает необходимость выяснить, как изменяется безотказность объектов при их эксплуатации, что позволит классифицировать модели и определить возможности их применения.

Опыт эксплуатации показывает, что изменение интенсивности отказов $\lambda(t)$ подавляющего большинства объектов описывается U-образной кривой (рис. 1).



Рис. 1. Интенсивность отказов в течение срока службы изделия
Fig. 1. The failure rate during the life of the product

Кривую можно условно разделить на три характерных участка: первый – период приработки, второй – период нормальной эксплуатации, третий – период старения объекта.

Период приработки объекта имеет повышенную интенсивность отказов, вызванную приработочными отказами, обусловленными дефектами производства, монтажа, наладки. Иногда с окончанием этого периода связывают гарантийное обслуживание объекта, когда устранение отказов производится изготовителем.

В *период нормальной эксплуатации* интенсивность отказов уменьшается и практически остается постоянной, при этом отказы носят случайный характер и появляются внезапно, прежде всего, из-за несоблюдения условий эксплуатации, случайных изменений нагрузки, неблагоприятных внешних факторов и т. п. Именно этот период соответствует основному времени эксплуатации объекта [3, 4].

Возрастание интенсивности отказов относится к *периоду старения* объекта и вызвано увеличением числа отказов от износа, старения и других причин, связанных с длительной эксплуатацией.

Вид аналитической функции, описывающей изменение показателей надежности $P(t)$, $f(t)$ или $\lambda(t)$, определяет закон распределения случайной величины, который выбирается в зависимости от свойств объекта, условий его работы и характера отказов.

Вероятность безотказной работы определяется по формуле [1, 3]

$$R(t) = \frac{n_s(t)}{n_s(t) + n_f(t)} = \frac{n_s(t)}{n_0}, \tag{2}$$

где $n_s(t)$ – аппараты, сохраняющие работоспособность; $n_f(t)$ – аппараты, вышедшие из строя; n_0 – всего аппаратов в линии.

Величина $R(t)$ и вероятность появления отказов в момент времени t связаны соотношением $R(t) + F(t) = 1$.

Вероятность появления отказов в момент времени t определяется по формуле [1, 3]

$$F(t) = 1 - R(t) = 1 - \frac{n_s(t)}{n_0}. \tag{3}$$

На рис. 2 изображена блок-схема с последовательным соединением аппаратов.

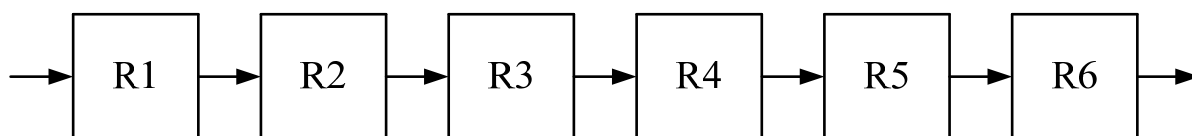


Рис. 2. Блок схема с последовательным соединением аппаратов

Fig. 2. Block diagram with a serial connection devices

Отказы, появляющиеся в период нормальной эксплуатации, называют внезапными, так как они появляются в случайные моменты времени, или, другими словами, внезапно, непредсказуемо.

Уровень собственной надежности системы закладывается в этапе проектирования. Отсутствие в этот период должностного контроля и руководства может привести к дорогостоящим переделкам системы в процессе эксплуатации.

Уровень собственной надежности системы закладывается в процессе проектирования оборудования. Но попадая на предприятие, где, следуя условиям рынка, ассортимент продукции, выпускаемой на этом оборудовании, может значительно превышать заложенный проектировщиками. А это и физико-химические показатели сырья, постоянно изменяющаяся рецептура готовых продуктов. Такие условия работы оборудования влекут за собой непрогнозируемые заедания, остановки или даже поломки оборудования или отдельных его узлов. Особо отмечается отказ оборудования по производству изделий из фарша (фаршевого теста), где контроль качества на всех этапах производится компьютером посредством размещения на ответственных участках линии датчиков, следящих за параметрами сырья, из-за незначительных отклонений состояния сырья по основным параметрам (температура, давление в транспортирующих трубопроводах, влажность, вязкость, плотность и т.д.), что не влияет на качество готового продукта, но не допускается контрольными приборами.

Внезапная остановка такого оборудования влечет за собой серьезные последствия, так как застрявшая в рабочих органах вязкая масса (фарш, тесто) быстро меняет свои физико-химические свойства, создает пробки в трубопроводах, влияет на работу рабочих органов машин, забивает экструзионные решетки, заклинивает фаршевые насосы и т.д., что ведет к остановке всего предприятия на неопределенное время.

Для предотвращения таких аварий необходимо уже на стадии проектирования оборудования предусмотреть возможные и невозможные ситуации и снабдить оборудование легко заменяемыми узлами и рабочими органами, чтобы за максимально короткий срок заменить заклинившие узлы, участки, рабочие органы на новые, а ремонт и восстановление снятых производить в специальных условиях без спешки.

В местах вероятных пробок на транспортирующих трубопроводах следует предусмотреть необходимое количество герметично закрывающихся лючков для экстренной чистки проблемных участков.

На особо важных с технологической точки зрения участках возможно установить дублирующее оборудование для незамедлительного перехода с аварийной единицы на рабочую без остановки всей линии.

Одним из направлений развития технических средств может стать создание программ расчета надежности и риска для простейших, повторяющихся в разных технических системах ситуаций. Идея, очевидно, не нова, но она приобретает возможность воплощения качественно отличающегося от предшествующих вариантов благодаря применению современной вычислительной техники и возможностям имеющегося программного обеспечения.

Список литературы

1. Александровская, Л.Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем: учебник / Л.Н. Александровская, А.П. Афанасьев, А.А. Лисов. – М.: Логос, 2003. – 208 с.
2. Ветошкин, А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск / А.Г. Ветошкин. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. – 155 с.
3. Надежность технических систем и техногенный риск: метод. указания к выполнению практ. работ / сост.: В.С. Сердюк, А.Б. Корчагин, М.Г. Нинилина. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2007. – 20 с.
4. Острейковский, В.А. Теория надежности: учебник для вузов / В.А. Острейковский. – М.: Высш. шк., 2003. – 463 с.

Сведения об авторах: Проскура Дмитрий Юрьевич, старший преподаватель,
e-mail: dim.proscura@mail.ru.

Дерябин Андрей Анатольевич, старший преподаватель,
e-mail: reolog@mail.ru;