

Рисунок 4 – Распределение элементов композиционного материала с матричной связкой

На поверхности зерен карбида вольфрама отмечаются тонко рассеянные мелкие частички меди, чем обеспечиваются высокие антифрикционные характеристики нанесенного композиционного слоя.

УДК 921.7.093

РЕСУРСНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Горбунов В. П.¹, Тюшкевич В. В.²

- 1) Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь
- 2) ООО «Машиностроительное предприятие «Компо»,
г. Брест, Республика Беларусь

Машины и аппараты пищевых производств занимают особое место среди изделий машиностроения. С одной стороны — это типичные представители различной сложности машин, в которых воплощены многие достижения науки и техники, с другой — это машины, предназначенные для изготовления пищевых продуктов для употребления человеком. Номенклатура, объем и технический уровень парка этого оборудования определяются возможностью удовлетворять разнообразные и постоянно меняющиеся требования к различным видам оборудования пищевой промышленности, его безопасности и эффективности производства.

Особые требования к качеству продуктов питания, а также возрастающие требования к объему выпускаемой продукции и мобильности технологических процессов приводят к созданию сложных технологических комплексов, где производительность и надежность оборудования, входящего в такие производственные комплексы, должны быть высокими.

Для того, чтобы оборудование работало стабильно, не снижая производительности и качества выпускаемой продукции, необходимо поддерживать его в работоспособном состоянии, для чего проводятся техническое обслуживание и плановые ремонты. В противном случае неизбежны значительные издержки в производстве, вызванные расходами на незапланированные ремонтные работы и снижением количества выпускаемой продукции, связанного с фактическими простоями. Наибольший экономический эффект обеспечивает близкое соответствие планируемых сроков выполнения ремонтных работ и времени возникновения действительной необходимости в них. Это ставит задачу по обеспечению требуемой надежности как технологического оборудования в целом, так и его узлов и деталей. Решение этой проблемы связано с научно обоснованным назначением технического ресурса [1], с учетом факторов влияющих на надежность изделия для выбора конструктивных и технологических решений.

Целью ресурсных испытаний являются:

- выбор оптимальной конструкции технологического оборудования, узла или элемента;
- прогнозирование срока службы изделия;
- определение и прогнозирование показателей надежности функционирования того или иного узла;
- определение оптимального количества требуемых запасных частей и расходных материалов.

Порядок проведения ресурсных испытаний включает в себя:

- анализ конструкции технологического оборудования с выявлением лимитирующего элемента и определением параметров его предельного состояния;
- проведение лабораторных либо эксплуатационных испытаний;
- определение качественных и количественных закономерностей изменения предельного состояния параметров, определяющих технический ресурс;
- оптимизация конструкции и назначение эффективных режимов эксплуатации.

В качестве предельного состояния принимаются как показатели работоспособности машины (производительность, качество выпускаемой продукции, срок службы, ресурс), так и показатели качества составляющих элементов, которые в большей степени снижают технические характеристики. Однако эти показатели взаимосвязаны друг с другом. Критерии предельного состояния различаются большой разнообразностью. Главную роль в изменении технических характеристик машин являются вредные процессы. Профессором Прониковым А. С. предложена классификация видов данных процессов по скорости разрушения функциональных связей, которые делятся на три группы: быстро протекающие процессы, процессы средней скорости и медленно протекающие процессы [2]. Существенную роль в них с точки зрения изменения технического ресурса являются медленно протекающие процессы, где определяющим является износ составных элементов машин.

В качестве объекта исследования рассматривался комплекс для формирования сосисок и колбас в состав которого входят шприц, порционирующее и навешивающее устройства. Основной машиной в этом комплексе является шприц.

В нашем случае используется шприц вакуумный двухвинтовой, одним из наиболее важных узлов которого, определяющего производительность и качество выпускаемой продукции, является приводной узел [3]. Это узел вытеснения фарша из корпуса в оболочку, который при несвоевременном обслуживании приводит к остановке комплекса, и в дальнейшем требует больших затрат для его восстановления.

Схема данного узла представлена на рисунке 1 и имеет следующие составляющие элементы: привод (поз. 1), коробка раздаточная (поз. 2), корпус вытеснителя (поз. 3), двухвинтовой вытеснитель (шнеки) (поз. 4), опорная решетка (поз. 5) с втулками (поз. 6).

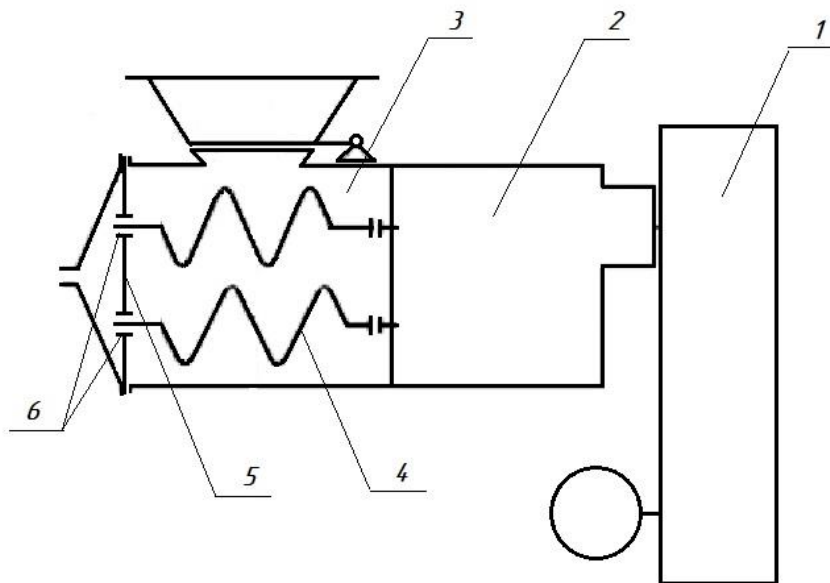


Рисунок 1– Узел вытеснения фарша

Лимитирующим элементом данного узла, определяющим работоспособное состояние всего комплекса, являются втулки (поз. 6, рисунок 1), установленные в опорную решетку (поз. 5). Данные втулки служат опорой для двухвинтового вытеснителя и подшипником скольжения. Внутренний диаметр опорной поверхности втулок выполняется с размером $20^{+0,04}$ мм. Изготовлены втулки из материала, являющегося композицией фторопласта. Несмотря на то, что втулки имеют высокую износостойкость и низкий коэффициент трения, при работе на больших скоростях оборудования (с или без использования переключателя) в кислото-щелочной среде, они за короткий срок подвергаются сильному износу. Основной причиной износа является увеличение биения шнеков, которое могло быть вызвано следующими факторами: непараллельностью осей приводных валов в раздаточной коробке (погрешности при изготовлении и сборки); работой на замороженном фарше до температуры заморозки $-4...-5^{\circ}\text{C}$ (проявляется большое давление на витки шнеков из-за перепада диаметров, что в дальнейшем приводит к прогибу в ослабленном месте шнеков); человеческим фактором (при санобработке произошло падение шнеков) и т. д.

Допустимый размер изношенной поверхности составляет согласно техническим условиям, $\text{Ш}20,2$ мм. Эксплуатация оборудования проводилась в агрессивной кислото-щелочной среде, при двухсменной работе с использованием переключателя на больших оборотах (т. е. оборудование максимально загружено по

техническим параметрам и возможностям). Установка скорости в среднем 70–75 % (460–490 мин⁻¹) от максимальной скорости. Каждую неделю при плановом осмотре и обслуживании оборудования замерялся фактический износ втулок. В среднем общий приведенный срок службы опорных втулок до предельного износа составлял 220 часов, после чего производилась замена на новые. Изъятые втулки были проверены и обмеряны на контрольно-измерительной машине. Проведенные наблюдения показали, что наиболее изнашиваемой является левая втулка узла, изменяющиеся параметры которой в дальнейшем будут рассматриваться. Испытания проводились до и после проведения текущего ремонта, при котором была произведена замена шнеков, втулок на валах раздаточной коробки, замена подшипников и расходных материалов. Полученная выборка представлена на рисунке 2, что позволило более подробно и точно выявить срок службы втулок и вести статистику износа.

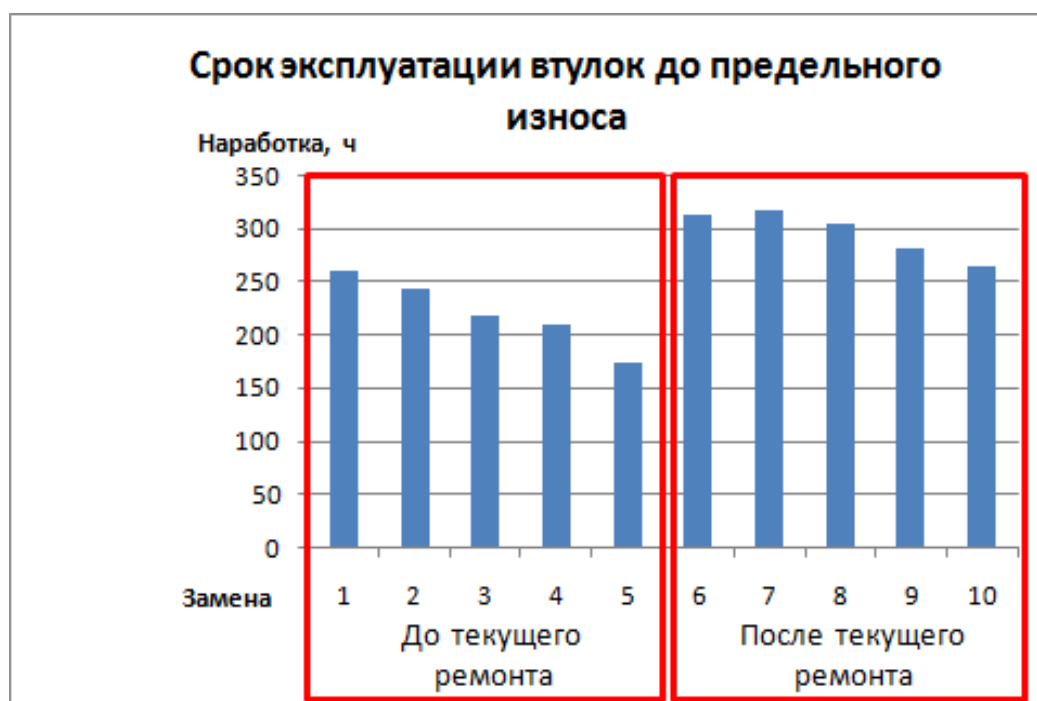


Рисунок 2 – График срока службы втулок до предельного износа

Из графика видно, что с каждым разом при замене комплекта втулок срок их службы до предельного износа уменьшался. При измерении изношенных втулок на контрольно-измерительной машине было обнаружено у 90 % втулок отклонение от цилиндричности опорной поверхности на величину 0,2–0,3 мм, что говорит о присутствии в данном узле биения и износа шнеков, следствием которых были: плохая набивка колбасного батона, потеря давления при вытеснении фарша (фарш возвращался обратно в зону вытеснения, из-за больших люфтов, в результате выработки корпуса вытеснителя и шнеков). Данная выработка начала влиять на скорость выхода продукта (производительность упала) и качество продукции, так как вес данных продуктов начал прыгать из-за неравномерности подачи дозы, вследствие чего данный узел пришлось ремонтировать. Таким образом подтвердилась связь показателей работоспособности рассматриваемого узла с критерием предельного состояния лимитирующего элемента.

После проведения текущего ремонта средний срок службы данных втулок увеличился с 220 часов до 295 часов. Скорость износа втулок уменьшилась почти в два раза.

Выводы. Проведенные исследования ресурса опорных втулок в условиях эксплуатации позволили: произвести оценку условий работы данных деталей; определить основные критерии, влияющие на нарушение работоспособного состояния узла; получить статистические данные по параметрам износа втулок и срокам службы узла. Все это дает возможность использовать полученные данные на этапе проектирования технологического оборудования для проведения компьютерного моделирования влияния условий эксплуатации на изделие в среде САПР и прогнозирования технического ресурса узла, а также создания оптимальной структуры межремонтного периода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-15. – Введ.01.03.2017. – М.: Издательство стандартов, 2016. – 28 с.
2. Проников, А. С. Параметрическая надежность машин / А. С. Проников. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 560 с.
3. Ивашов, В. И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учеб. пособие / Ивашов В. И.; СПб: ГИОРД, 2003. – Ч. 2. – 464 с.

УДК 921.9.06

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ

Горбунов В. П.¹, Тюшкевич В. В.²

- 2) Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь
- 2) ООО «Машиностроительное предприятие «Компо»;
г. Брест, Республика Беларусь

Современное технологическое оборудование, наряду с обеспечением качества выпускаемой продукции, должно обладать высокой производительностью, надежностью и требуемым уровнем автоматизации. Эффективное использование его является актуальной задачей для каждого предприятия. Сохранение начальных характеристик и безотказности работы оборудования обеспечивается системой технического обслуживания и ремонта. Недостаточный уровень технического обслуживания может привести к серьезным экономическим потерям, связанными с незапланированными простоями. В этой связи важным является обеспечение технического ресурса за счет комплекса мер, применяемых на стадиях проектирования, изготовления, монтажа и эксплуатации оборудования. Решение этой проблемы открывает пути для научно обоснованного назначения ресурса, анализа и синтеза машин с учетом факторов надежности, для выбора конструктивных и технологических решений, обеспечивающих назначенные показатели долговечности.

В этой связи, наиболее актуальной становится проблема прогнозирования и обеспечения технического ресурса машин и конструкций [1]. Прогнозирование