

**Управление работой оборудования хлебопекарного производства
путем построения оптимального графика планово-профилактических ремонтов**

¹ Маноха Людмила Юрьевна, кандидат технических наук, доцент

² Лиманская Наталия Владимировна
Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

Аннотация: Современное оборудование хлебопекарного предприятия имеет достаточно высокие показатели надежности. Но в процессе эксплуатации состояние оборудования постоянно находится под действием различных факторов, режимов и условий работы. Это снижает его эксплуатационную надежность и увеличивает вероятность возникновения отказов. Надежность оборудования зависит не только от качественного изготовления и правильной эксплуатации, но и от научно-обоснованного графика технического обслуживания и своевременного ремонта.

Ключевые слова: оптимизация, график ремонтных работ, планово-предупредительные работы, хлебопекарное производство.

Введение. Хлебопекарная отрасль характеризуется непрерывным процессом изготовления продукции и непрерывной работой производственного оборудования. Выход из рабочего состояния одной линии приводит к простоям производства, увеличению расхода материальных ресурсов, невыполнению рабочих графиков и т.п.. Чтобы хлебопекарное предприятие работало бесперебойно, целесообразно разработать и применить оптимальную систему планово-предупредительных ремонтов.

Актуальность задачи. Система планово-предупредительных ремонтов (ППР) предусматривает совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, обслуживанию и ремонту оборудования, проводимых профилактически, по заранее составленному плану с целью предотвращения неожиданного выхода оборудования из строя и поддержания его в постоянной эксплуатационной готовности. Профилактический характер системы ППР позволяет подготовиться заранее и обеспечить всем необходимым ремонт каждого элемента производственной линии или автоматизированной машины.

Все работы по обслуживанию и ремонту оборудования в системе ППР подразделяются на: 1) межремонтное обслуживание; 2) периодические профилактические операции; 3) плановые ремонты.

1. Межремонтное обслуживание включает повседневный уход и наблюдение за оборудованием. Правильная организация межремонтного обслуживания позволяет значительно продлить сроки службы оборудования, сохранить высокое качество его работы, ускорить и удешевить плановые ремонты. Уход и наблюдение за оборудованием предусматривают соблюдение рабочими правил эксплуатации, ежедневное смазывание и очистку станков, своевременное регулирование механизмов и устранение мелких неисправностей. Эти работы выполняются самими рабочими, обслуживающими агрегаты, дежурными ремонтной службы (слесарем, электриком, смазчиком). Операции межремонтного обслуживания выполняются без нарушения процесса производства, поскольку проводятся во время перерывов в работе элементов оборудования (обеденные, внутрисменные перерывы).

2. Периодические профилактические операции включают: промывание оборудования, его проверку на точность, замену масла. Все эти периодические ремонтные операции осуществляются ремонтной службой по плану-графику ППР. Промывке подвергается оборудование, работающее в тяжелых условиях загрязненности и запыленности. Промывка выполняется в нерабочее время, без простоя оборудования. Замена масла обычно сочетается с осмотром и плановыми ремонтами. Проверка оборудования на точность позволяет установить состояние оборудования, узлов, деталей, износ которых вызывает потерю точности. Они осуществляются контроллером отдела технического контроля с помощью ремонтного слесаря в нерабочее время.

Оборудование осматривается периодически согласно графику и является важным этапом профилактических мероприятий. Обзоры проводятся между плановыми ремонтами и сочетаются с изменением износившихся деталей и мелким ремонтом, без которого оборудование нельзя эксплуатировать до очередного планового ремонта. Оборудование осматривает ремонтный персонал во время технологических перерывов в работе оборудования или в нерабочее время.

3. Система ППР предусматривает разделение ремонтов на малый, средний и капитальный. Малый - это минимальный по объему ремонт, при котором обеспечивается нормальная эксплуатация оборудования до очередного планового ремонта путем замены или восстановления деталей, которые быстро изнашиваются, а также регулирования механизмов. К быстроизнашивающимся деталям относятся все сменные детали, срок службы которых равен или меньше межремонтному периоду.

При среднем ремонте восстанавливаются предусмотренные ГОСТом или техническими условиями точность, мощность и производительность оборудования, путем замены деталей. Данные обновления происходят на период до очередного планового ремонта.

Результаты и обсуждение. При постановке технологической линии на ремонт необходимо учитывать прогноз заказов торговой сети по различным видам ассортимента продукции. Всю выпускаемую на хлебопекарном предприятии продукцию, разобьем на N видов. Плановый период разобьем на K промежутков времени. Если плановый период - год, то промежутком времени может быть неделя или сутки. На хлебокомбинате работает I линий, на которых производятся различные виды продукции. Необходимо построить матрицу текущих реакций $A(i, k)$, в которой:

$$(1) a(i,k) = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-я линия в } k\text{-ю неделю находится в ремонте,} \\ 0, & \text{если } i\text{-я линия в } k\text{-ю неделю находится в рабочем состоянии;} \end{cases}$$

с учетом следующих ограничений:

1. каждая линия в плановый период (год) должна ставиться на ремонт:

$$\sum_{k=1}^K a(i,k) > 0, \quad i = 1, \dots, I; \quad (2)$$

2. линия не ставится на ремонт в периоды так называемых пиковых заказов $a(i,k) \neq 1$ при $k \in \{OGR\}$, для $i = 1, \dots, I$;

где $\{OGR\}$ – множество периодов, относящиеся к пиковым заказам;

3. печи некоторых типов не ставятся на ремонт в теплое время года из-за долгого времени охлаждения:

$$a(i,k) \neq 1 \text{ при } i \in \{T\} \text{ и } k \in \{OGR_1\}, \quad (3)$$

где $\{T\}$ – множество печей с кирпичной обмуровкой;

$\{OGR_1\}$ – множество периодов, относящихся к теплому времени года;

4. продолжительность планового ремонта i -й линии должна быть нормативной:

$$\sum_{k=1}^K a(i,k) = Tn_i, \quad i = 1, \dots, I; \quad (4)$$

где Tn_i – нормативная продолжительность текущего ремонта для i -й линии;

5. объем продукции j -го вида выпускаемой i -линией по каждому периоду, должен превышать прогнозируемый заказ:

$$V(j,k) \leq P(j,k) + \varepsilon, \quad j = 1, \dots, J, \quad k = 1, \dots, K; \quad (5)$$

где $V(j,k)$ – объем выпущенной продукции j -го вида в k -й период времени:

$$V(j,k) = \sum_{i=1}^I PR(j,i), \quad k = 1, \dots, K; \quad (6)$$

$$i \in \{C_j\} \quad i \notin \{D_k\}$$

где $PR(j,i)$ – производительность i -й линии по j -му виду ассортимента;

$P(j,k)$ – прогнозируемый спрос j -го вида продукции в k -период времени;

$\{C_j\}$ – множество линий, выпускающих j -й вид ассортимента;

$\{D_k\}$ – множество линий, которые поставлены на ремонт в k -й период;

б. на одном хлебокомбинате в k -й период времени может находиться в ремонте только одна линия, учитывая возможности ремонтных бригад:

$$\sum_{i=1}^l a(i, k) < 1, \text{ при } i \in \{Zd_n\}, n = 1, \dots, N \quad (7)$$

где $\{Zd_n\}$ – совокупность линий, установленных на n -м хлебозаводе;

7. линии, выпускающие один вид ассортимента и находящиеся в одном районе, нецелесообразно ставить в ремонт в один и тот же промежуток времени, так как при этом возрастают транспортные расходы:

$$\sum_{i=1}^l a(i, k) \leq 1, \text{ при } i \in \{C_i\} \quad (8)$$

$$i \in \{R_i\}$$

где $\{R_i\}$ — множество линий, которые находятся в одном районе.

Критерием оптимальности является минимальное квадратическое отклонение величин межремонтных периодов от рассчитанных значений оптимальных периодов проведения профилактических работ:

$$f = \min \sum_{i=1}^l (T_0 - t_i^0)^2 \quad (9)$$

где T_0 – величина межремонтного периода i -той линии;

t_i^0 – рассчитанное значение оптимального межремонтного периода для i -той линии.

При распределении персонала для проведения ремонтных работ целесообразно использовать задачу о назначении. В данной задаче для выполнения каждой работы нужен один ресурс (один человек, одна бригада, одна линия и т. д.) и каждый ресурс может быть использован в одной работе. Есть ресурсы неделимые между работами, а работы – между ресурсами.

$d_i = 1$ – единичное количество ресурса

$$D_i, i = \overline{1, m};$$

где m – количество ресурсов.

$b_j = 1$ – единичное количество работы

$$B_j, j = \overline{1, n};$$

где n – количество работ.

c_{ij} – характеристика качества выполнения работы B_j с помощью ресурса D_i .

Назначение или не назначение ресурса D_i для работы B_j :

$$(10) \quad x_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если ресурс } i \text{ не назначено на работу } j; \\ 1, & \text{если ресурс } i \text{ назначено на работу } j. \end{cases}$$

Общая характеристика качества распределения ресурсов по работам:

$$f(X) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min, \quad (11)$$

$$x_{ij} \in \{0; 1\}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}.$$

Выходные данные группируются в таблицу, которая называется матрицей оценок, результаты – в матрице назначений.

Выводы. Задачи такого характера имеют большую размерность и определяются большой разреженностью матриц. Поэтому необходимо решать задачу в интерактивном режиме с участием лица, принимающего решение. Это не гарантирует получение строго оптимального результата, но позволяет учесть основные из целей управления, а также неформализованную информацию.

Построенный график ППР позволяет повысить эффективность и надежность работы производственного оборудования. А это, в свою очередь, приведет к уменьшению простоев производства и расходов материальных ресурсов и обеспечит выполнение рабочих графиков. Таким образом использование системы планово-предупредительных ремонтов для хлебопекарного предприятия обеспечит непрерывную работу производственного оборудования и бесперебойный процесс изготовления продукции.

Література

1. Справочник «Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования» / А.И. Ящура - ЕНАС 2006. – 388с.
2. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование. Учеб. пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников – М: Вузовское пособие, 2007. – 365с.

Manokha L., Limanska N. Management by work of equipment of bakery production by construction of optimal chart of preventive-maintenance repairs

Abstract: The modern equipment of bakery enterprise has high enough reliability indexes. But in the process of exploitation the state of equipment constantly is under the action of different factors, modes and terms of work. It reduces his operating reliability and increases probability of origin of refuses. Reliability of equipment depends not only on the

Science and Education a New Dimension: Natural and Technical Science. Vol. 8, 2013

quality making and correct exploitation but also from the scientifically-reasonable chart of technical service and timely repair. The system of preventive-maintenance repairs envisages totality of organizational and technical events on a care, service and repair of equipment, conducted prophylactic, on beforehand worked out a plan with the purpose of prevention of unexpected exit of equipment from a line-up and maintenance of him in permanent operating readiness. All works on service and repair of equipment are subdivided into: TBO service, periodic prophylactic operations and плановые repairs. An equipment looks around periodically according to a chart and is the important stage of prophylactic events. Reviews are conducted between плановыми repairs and combine with the change of the worn out details and light maintenance without that an equipment can not be exploited to next планового repair. An equipment examines a repair personnel during technological dwells equipment or in non-working time. The built chart of preventive-maintenance repairs allows to promote efficiency and reliability of work of productive equipment. And it will result in reduction of outages of production and charges of material resources and will provide implementation of working charts. Thus the use of the system of preventive-maintenance repairs for a bakery enterprise will provide continuous work of productive equipment and trouble-free process of making of products.

Keywords: optimization, chart of workovers, preventive-maintenance repairs, bakery production.