

Авторефер.  
с 66

Одесский технологический институт пищевой  
промышленности имени М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

СОСНОВСКИЙ Валерий Борисович

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ  
ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ РАЗМОЛЬНОГО  
ОТДЕЛЕНИЯ МУКОМОЛЬНОГО ЗАВОДА  
В ПРОЦЕССЕ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Специальность 05. 02. 14 - машины и  
агрегаты пищевой промышленности

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Переучет 1978

Одесса-1978

Поверніть книгу не пізніше  
зазначеного терміну


Києво-Святошинська друк. зам. 5184—1 мил. 1975 р.

Автор v 013261  
С 66 СОСНОВСКИЙ В. Б.  
ИССЛ. НАДЕЖН. ОСНОВН.  
1978 614


Ордена Трудового Красного  
Знамени института зерна и продуктов его

сбора 1978 г. в 10<sup>00</sup> час на  
Д 068.35.02 при Одесском  
институте пищевой промышленности имени М.В. Ло-  
монова, 112.

в библиотеке Одесского тех-  
нического института имени М.В. Ломоно-

сбора 1978 года.

ного

12

*А.Н. Мальский*

/ МАЛЬСКИЙ А.Н. /

Исследование надежно



v013261

« Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 годы », утвержденные XXV съездом КПСС, определили, что «... Основной задачей промышленности является более полное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в высококачественной продукции, обеспечение технического перевооружения и интенсификации производства во всех отраслях ». В этой связи поставлена задача значительно улучшить качество выпускаемого оборудования, повысить его технический уровень, производительность и надежность.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Источный характер и высокий уровень комплексной механизации и автоматизации мукомольного производства в условиях интенсивного и экстенсивного использования технологического оборудования обуславливает необходимость, наряду с другими мерами, постоянно повышать его надежность в процессе эксплуатации. Это достигается путём рационально организованной системы технического обслуживания и ремонта, неотъемлемой частью которой должна стать четкая система сбора и обработки информации о надежности оборудования.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. Обоснование и внедрение научно-методических подходов к определению уровня надежности основного технологического оборудования мукомольных заводов, к разработке методов повышения его надежности в процессе эксплуатации.

Исследование было направлено на решение следующих задач :

- а) оценка качества функционирования оборудования по показателям его надежности и технико-экономической эффективности;
- б) разработка методических подходов к оценке уровня интенсивности эксплуатации оборудования и определению на этой основе показателей его надежности при различных режимах;
- в) разработка и апробирование системы сбора, обобщения и ана-

Одесский технологический  
институт пищевой промышленности  
им. М.В. Ломоносова  
БИБЛИОТЕКА

v013261

лиза информации о надежности оборудования;

г) разработка отраслевых подходов к комплексной количественной оценке качества применяемого оборудования;

д) оценка ремонтпригодности основного отраслевого оборудования и отдельных его элементов;

е) обоснование основных направлений модернизации отраслевого оборудования, совмещаемой с его капитальным ремонтом.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Исходя из поставленных задач, в работе использован системный подход, при исследовании надежности оборудования; он позволил учесть существенные взаимосвязи входных технологических факторов, структурных характеристик оборудования и выходных параметров эффективности. При обработке данных подконтрольной эксплуатации оборудования использованы методы математической статистики.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА. Предложена модель функционирования основного оборудования мукомольного завода, позволяющая определить влияние на полезный эффект производства технико-экономических условий эксплуатации и уровня надежности оборудования.

Систематизированы методические подходы, позволяющие: а) вести сбор, обобщение и анализ информации о надежности оборудования с учетом реальных режимов интенсивности его эксплуатации; б) количественно оценить качество оборудования; в) выбирать рациональные направления модернизации оборудования.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ. Разработана и внедрена на предприятиях Министерства заготовок Казахской ССР система сбора, обобщения и анализа информации о надежности отраслевого оборудования в процессе его эксплуатации. Для диагностики и прогностики уровней надежности основных видов технологического оборудования

размольных отделений мукомольных заводов ( вальцовых станков и рассевов) выявлены и сопоставлены с теоретическими законы распределения времени безотказной работы и определены их основные параметры.

Внедренная система сбора и обработки информации о надежности оборудования в процессе эксплуатации может быть применена и на машиноиспытательных станциях отрасли при оценке качества оборудования.

Произведенный инженерно-технический анализ отказов элементов подконтрольного оборудования позволил: выявить их причины, характер и следствия; наметить и реализовать мероприятия по повышению надежности вальцовых станков, совершенствованию их эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту.

Установлена связь между эффективностью использования основного оборудования размольного отделения и показателями его надежности.

Определенные точечные и интервальные оценки показателей надежности для различных режимов работы, а также коэффициенты весомости при комплексной оценке качества оборудования, могут быть рекомендованы для включения в нормативно-техническую документацию.

АПРОБАЦИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ. Основные аспекты работы положительно оценили:

1) отраслевые республиканские семинары-совещания ( в Кокчетаве, 1972 ; Петропавловске, 1973; Джамбуле, 1974 );

2) научно-техническая конференция " Срок службы машин и экономическая эффективность их ремонта, модернизации и замены " ( Одесса, институт экономики АН УССР, 1975 );

3) научные конференции Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова ( XXIII-ноябрь 1972, XXV-май 1975, XXVI-апрель 1976, XXVII-апрель 1977 );

4) всесоюзная конференция " Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности " ( Одесса, 1977 );

5) всесоюзное совещание " Пути дальнейшего улучшения качества выпускаемого оборудования для предприятий по хранению и переработке зерна, повышения его эксплуатационной надежности и долговечности " ( Москва, ВДНХ СССР, 1974 );

6) Научно-технический совет Министерства заготовок Казахской ССР ( Алма-Ата, 1977 );

7) семинар работников машиноиспытательных станций Министерства заготовок СССР ( Бийск, 1975 );

8) республиканская научно-техническая конференция "Усиление роли стандартизации в обеспечении качества продукции " (Алма-Ата, 1975 );

9) научно-техническая конференция " Ремонтпригодность и ее влияние на эффективность эксплуатации машин, приборов и оборудования " (МНТС Госстандарта СССР, Киев, 1976 ).

На ВДНХ СССР в 1975-1977 гг. были экспонированы материалы об опыте разработки и внедрения системы сбора и обработки информации о надежности технологического оборудования на предприятиях Министерства заготовок Казахской ССР.

ПУБЛИКАЦИИ. По результатам выполненной работы имеется 13 публикаций в отраслевой периодической печати.

ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертационная работа содержит 125 страниц машинописного текста, 32 таблицы, 26 рисунков; она состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций, списка литературы из 96 наименований и приложений на 103 страницах.

Методическим планом диссертации предусмотрены нижеследующие разделы:

I. Введение, в котором изложена научная новизна и основные по-

ложения работы, технико-экономическая значимость надежности оборудования в процессе эксплуатации в свете инженерных задач повышения эффективности производства, разработки и внедрения комплексной системы управления качеством продукции на мукомольных заводах.

2. Ретроспективный обзор исследований надежности используемого на мукомольных заводах оборудования в связи с целесообразным применением системного подхода к оценке его надежности в процессе эксплуатации ( глава I );

3. Оценка влияния основных эксплуатационно-технических факторов на надежность технологического оборудования размольных отделений мукомольных заводов на основе количественно-качественного представления предельных состояний оборудования и его элементов, используя в этих целях методы математической формализации причин и следствий отказов ( глава 2 ).

4. Производственно-техническое изучение надежности основного оборудования размольного отделения мукомольного завода-вальцовых станков и рассевов в целях: а) методического обоснования системы сбора и обобщения эксплуатационной информации о надежности; б) определения параметров законов распределения времени безотказной работы; в) получения точечных и интервальных оценок нормируемых показателей надежности подконтрольного оборудования ( глава 3 ).

5. Количественная оценка качества и эффективности функционирования основных видов технологического оборудования размольного отделения мукомольного завода ( глава 4 );

6. Методические подходы к качественно-количественной оценке уровня ремонтпригодности технологического оборудования и к выбору эффективных направлений его модернизации ( на примере вальцового станка и его элементов ) ( глава 5 ).

7. Общие выводы и рекомендации, носящие научно-методический и производственно-технический характер.

### 1. НАДЕЖНОСТЬ КАК ФАКТОР, СУЩЕСТВЕННО ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ МУКОМОЛЬНОГО ЗАВОДА

1.1. Исследование надежности отраслевого оборудования в последние годы проводили ВНИЭКИПродмаш; УкрНИИПродмаш; Горьковский, Воронежский и Одесский заводы и СКТБ продовольственного машиностроения; ВНИИЗ и ВНИИП; машиноиспытательные станции Министерства заготовок СССР; Одесский, Московский, Киевский, Воронежский и Всесоюзный заочный институты пищевой промышленности; заводы "Спецэлевагормельмаш".

1.2. Анализ простоев (по техническим причинам) мукомольных заводов Казахской ССР и данные о затратах на ремонт оборудования отражают связь последних не только с возрастной структурой активной части основных фондов, но и уровнем их эксплуатации, степенью совершенства системы технического обслуживания и ремонта. Высокие затраты на поддержание работоспособности техники, достигающие ежегодно до 15% от ее балансовой стоимости, обусловлены, в основном, недостаточной ее безотказностью и ремонтпригодностью.

1.3. Оценка надежности оборудования эффективна лишь с учетом взаимосвязи комплекса факторов, обусловленных интенсивностью производственных процессов и характером явлений, происходящих в самом оборудовании. В таких условиях плодотворен системный подход, позволяющий логически стройно и упорядочено изучать процессы на основе корреляционно-регрессионного анализа, устанавливая при этом причинно-следственные связи и зависимости между изменяющимися входными факторами и подлежащими стабилизации выходными параметрами.

1.4. Учитывая, что поток возникающих отказов вальцовых станков обуславливает, главным образом, изнашивание вальцов, стало возмож-

ным распространить на равновеликие интервалы времени результаты малой выборки (подконтрольного оборудования одного "типичного" мукомольного завода) на парк однодельных машин, действующих в условиях соблюдения требований "Правил организации и ведения технологического процесса", отсутствия существенных различий в физико-технологических свойствах сырья, в организационно-технических методах эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования.

1.5. Принимая развиваемые во ВНИИСтандартизации принципы оценки надежности, эксплуатация оборудования может быть представлена как последовательность различных его состояний. Вводя предпосылку, что оборудование находится только в двух состояниях - работоспособном и неработоспособном, эксплуатация может быть описана случайной функцией, которая принимает дискретные значения, соответствующие этим состояниям. При такой постановке технико-экономической задачи применена модель функционирования ремонтируемого оборудования, параметром оптимизации которой является математическое ожидание эффекта от использования оборудования:  $\bar{E} [P_{\text{руб}}/2] = \bar{E} \cdot \bar{W}$ ,

где  $\bar{E}$  [руб/ч] - удельный экономический эффект, зависящий от технических и технологических параметров оборудования и условий его эксплуатации;  $\bar{W}$  [руб/отказ] - средние затраты на отыскание и устранение отказа, обусловленные принятой системой ремонта,  $\bar{W}$  [1/ч] - параметр потока отказов оборудования.

1.6. Сопоставление признаков отказов и условий их возникновения позволило воспользоваться принятыми в теории надежности математическими моделями отказов. Последние основаны на том, что каждый из сопутствующих и возникающих процессов обуславливает специфическую кинетику накопления микро- и макроуражений и в соответствии с этим переход из работоспособного состояния к неработоспособному. Время наступления отказов, поток которых носит стохастический характер, распределено с различной степенью достоверности

по определенному закону. Знание этих законов необходимо для определения показателей надежности и связанных с ними показателей эффективности.

1.7. На основе квалиметрического подхода и экспертного метода изложена методика совокупной количественной оценки технических факторов, определяющих интенсивность эксплуатации вальцовых станков через средний взвешенный геометрический показатель  $J_{3i}$ .

Использование результатов отсеивающих экспериментов позволило определить номенклатуру факторов, определяющих эту величину  $J_{3i}$ : отношение окружных скоростей  $K_i$  вальцов; плотность расположения рифлей  $R$ ; уклон рифлей  $Y$ ; удельную массовую подачу  $q$ ; интегральный показатель эффективности  $\mathcal{E}_n$ . В качестве базового показателя принят средний взвешенный показатель ("") по данной схеме помола. Номенклатура факторов и значимость степеней в коэффициентах весомости были установлены экспертным методом. Высокая степень согласованности мнений экспертов была установлена по коэффициенту конкордации ( $W$ ); оценку последнего проводили по критерию ( $\chi^2$ ) при пятипроцентном уровне значимости.

Расчетная формула для определения интенсивности эксплуатации вальцового станка  $i$ -ой системы приняла вид:

$$J_{3i} = \left(\frac{q_i}{q_n}\right)^{0,14} \times \left(\frac{\mathcal{E}_n}{\mathcal{E}_n^0}\right)^{0,13} \times \left(\frac{Y_i}{Y_n}\right)^{0,07} \times \left(\frac{R_i}{R_n}\right)^{0,08} \times \left(\frac{K_i}{K_n}\right)^{0,09} \quad (1)$$

В качестве интегрального показателя эффективности  $\mathcal{E}_n = \frac{V_0}{Z_0}$  было принято и обосновано эквивалентное извлечение ( $V_0$ ) не только муки на  $i$ -ой системе, но и условное приращение площади вновь образованной поверхности промежуточных продуктов (крупок, дунстов и др.).

Анализ производственного процесса на Алма-Атинском комбинате хлебопродуктов и типовых схем трехсортных помолов позволил по выражению (1) определить значение  $J_3$  для всех систем.

Весь ряд значений  $J_3$ , определяющих режим работы вальцовых

станков, был условно разделен на три интервала: максимальный - при  $J_3 > 1,2$ , средний  $0,8 \leq J_3 \leq 1,2$ ; минимальный  $J_3 < 0,8$ .

В дальнейшем расчеты надежности вальцовых станков и вальцов произведены в связи с интенсивностью эксплуатации  $J_3$ .

1.8. Организационная и технологическая значимость каждой автономной единицы оборудования, как звена в непрерывно-поточном процессе производства муки, и возможность вывода данной единицы оборудования без остановки мельницы для планового и внепланового ремонта на ограниченное время оценена посредством коэффициента важности  $K_в$ :

$$K_в = \frac{t_g}{t_{p.o}} \frac{n_{ном}}{n_{уст}} = K_з \cdot K_n \quad (2)$$

где  $t_g$ ;  $t_{p.o}$  - соответственно, время работы рассматриваемой машины и размольного отделения за предидущий расчетному период времени;  $n_{ном}$  - номинальное количество автономных секций станков, определяемое по "Правилам организации и ведения технологического процесса", при котором возможна работа размольного отделения без снижения (до недопустимого уровня) количественно-качественных показателей;  $n_{уст}$  - количество автономно действующих секций машин;  $K_з = \frac{t_g}{t_{p.o}}$  - коэффициент занятости;  $K_n = \frac{n_{ном}}{n_{уст}}$  - коэффициент напряженности.

Для подконтрольных вальцовых станков  $K_з = 0,99$ ; эта величина характерна и для вальцовых станков, используемых на других системах. Следовательно,  $K_в \approx K_n$ .

Все технологическое и транспортирующее оборудование размольного отделения условно разделено на три группы:

- к первой группе отнесено оборудование, следствием отказа которого является вынужденное прекращение действия всего поточно-технологического комплекса машин либо существенно ухудшается качественно-количественные результаты производственного процесса; при этом в условиях  $t_g = t_{p.o}$  значение  $K_в \gg 1$ ;

- ко второй группе отнесено оборудование, используемое, как

правило, параллельно (вальцовые станки, сесееы, ситовечные маши-  
ны), а потому прекращение действия на некоторое время одной авто-  
номной секции либо единицы компенсируются перегрузкой сопряженно-  
го оборудования; в частности, для вальцовых станков путем стабили-  
зации выходного результирующего параметра (общего либо частного  
извлечения), оперативно регулируя такие входные факторы как удель-  
ную подачу  $q$  и выходной межвальцовый зазор  $b_b$ ; при этом в услови-  
ях технологически допустимой перегрузки и  $t_g \leq t_{p0}$  значение  $K_b$  нахо-  
дится в интервале от 0 до 1;

- к третьей группе отнесено вспомогательное оборудование и тех-  
нические устройства со значением  $K_b \approx 0$  при  $t_g \ll t_{p0}$  и  $n_{ном} \leq n_{уст}$ .

По данным Алма-Атинского комбината хлебопродуктов определены  
значения  $K_b$  для вальцовых станков всех систем. Рациональность ис-  
пользования коэффициента важности  $K_b$  как критерия для определения  
возможности вывода (на ограниченное время) единиц оборудования в  
ремонт без ущерба для производственного процесса определена пос-  
редством опроса экспертов и обработки результатов непараметричес-  
ким методом по критерию знаков; нулевая гипотеза не была отверг-  
нута при пятипроцентном уровне значимости.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОСНОВНОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАЗМОЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ МУКОМОЛЬ-  
НОГО ЗАВОДА (на опыте Алма-Атинского комбината хлебопродуктов)

2.1. Осуществить эффективный контроль за соблюдением оптимально-  
го уровня надежности оборудования и обеспечить рациональную систе-  
му его технического обслуживания и ремонта возможно только на ба-  
зе информации о надежности техники в процессе эксплуатации.

2.2. Сбор, обобщение, анализ и обработка информации о надежности  
оборудования (вальцовых станков 3М и расееов ЗРШ-6) в процессе  
эксплуатации осуществлены в соответствии с требованиями государст-  
венных стандартов и с учетом условий мукомольного производства.

2.3. Математико-статистическая обработка результатов наблюде-  
ний была осуществлена по такому алгоритму: табулирование резуль-  
татов дискретных наблюдений с ранжированием их рядов; проверка,  
не являются ли крайние члены ранжированного ряда результатом гру-  
бых ошибок или исключительных обстоятельств при эксплуатации;  
определение средних величин и показателей рассеяния; проверка ги-  
потезы о законе распределения времени безотказной работы по эмпи-  
рическим данным посредством вероятностных шкал и критериев согла-  
сия ( $\chi^2$ ) и ( $\omega^2$ ); определение точечных и интервальных оценок па-  
раметров законов распределения; определение оценок показателей  
надежности и их доверительных интервалов.

2.4. Планирование наблюдений осуществлены в соответствии с ГОСТ  
17510-72. Минимальное количество объектов наблюдений  $N$  определи-  
ли непараметрическим методом при вероятности  $P(t)$  безотказной  
работы в течение интервала времени  $t=250$ ; и доверительной вероят-  
ности  $\alpha = 0,80$ . Для вальцовых станков приняли план  $[N=10; R; T=22500_2]$ ,  
для расееов  $[N=5; R; T=15000_2]$ . Отбор объектов испытаний проведен  
случайным способом, но так, чтобы охватить три режима работы, оп-  
ределяемые уровнем  $J_3$ .

Номенклатура нормируемых показателей надежности выбрана по  
методическим указаниям Госстандарта СССР (МУ 3-69).

2.5. В результате обработки данных испытаний установлено, что  
время безотказной работы вальцовых станков и вальцов распределе-  
но по закону Вейбулла:

$$f_b(t) = b\lambda t^{b-1} \exp(-\lambda t^b), \quad (3)$$

параметры которого  $\lambda$  и  $b$  приведены в табл. I. Там же приведены  
значения точечных ( $\hat{\ }^$ ) и интервальных оценок показателей надеж-  
ности, определенных согласно ГОСТ 17509-72 (В-верхняя, Н-нижняя  
доверительная граница). Графическое представление интегральной  $F(t)$ ,  
дифференциальной  $f(t)$  функций распределения времени безотказ-



ной работы и функции надежности  $P(t)$  приведено на рис.1.

2.6. Время безотказной работы расклевов ЗМН-6 в течение первых двух лет эксплуатации также распределено по закону Вейбулла ( см. рис.2 ).

Точечные и интервальные оценки показателей надежности расклевов были рассчитаны по принятой методике (п.2.3.) и сведены в табл.1.

3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА, ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ ВАЛЬЦОВЫХ СТАНКОВ

3.1. Надежность оборудования представляет собой комплексное свойство, непосредственно связанное с другими признаками качества. Экспертным методом определены значения коэффициентов весомости отдельных свойств качества технологического оборудования мукомольных заводов по основным показателям. Результаты опроса экспертов обработаны методом предпочтений.

Комплексная оценка уровня качества вальцового станка БВ, определенная по показателям назначения, показала, что функциональный уровень качества вальцового станка БВ на 11% выше, чем у станка ЗС.

3.2. Разработанные методические подходы позволили количественно оценить соответствие качества оборудования техническим и экономическим требованиям производства посредством интегрального показателя качества  $K_{инт}$  [г/руб]:

$$K_{инт} = \frac{P \cdot \eta_3}{\delta_3 + \bar{z} \cdot \omega + \epsilon_k (1/K_r - 1) + z_{инт} / T_p} = \frac{P \cdot \eta_3}{A_3}, \quad (4)$$

где  $P$  [г/г] - техническая производительность при эффективности действия  $\eta_3$ , условно выраженной в долях единицы в течение ресурса  $T_p$  [г];  $\delta_3$  - удельные затраты на создание и обеспечение работы машины [руб/г];  $\bar{z}$  - средние затраты на отыскание и устранение отказа, [руб/отказ];  $\omega$  - параметр потока отказов [отказ/ч];  $\epsilon_k$  - средний удельный ущерб от простоя вследствие отказа [руб/ч];  $K_r$  - выраженный в долях единицы коэффициент готовности;  $z_{инт}$  - суммар-

ные затраты в рублях на планово-предупредительный ремонт за период ресурса  $T_p$ ;  $A_3$  - суммарные удельные затраты на создание и эксплуатацию оборудования [руб/ч].

Показатель качества  $K_{инт}$  для вальцовых станков, действующих на Алма-Атинском комбинате хлебопродуктов, в период испытаний имел стабильные значения, зависящие только от режима работы ( $J_3$ ): при максимальном, среднем и минимальных режимах значения  $K_{инт}$ , соответственно: 0.49; 0.23; 0.02.

3.3. Модель функционирования ( $\bar{z}$ ) использована для оценки эффективности вальцовых станков по тому вкладу, который они вносят для достижения конечной цели, а именно, по стоимости извлеченной на данной системе муки за вычетом суммарных затрат при эксплуатации. При этом удельный эффект ( $\bar{z}$ ) равен:

$$\bar{z} = P^{в.ст} \cdot \eta_3^{в.ст} \cdot C_m, \quad (5)$$

где  $C_m$  - стоимость муки определенного сорта, "снимаемой" с данной системы, в руб/ч без учета стоимости сырья.

В работе определен средний эффект  $\bar{z}$  для каждого подконтрольного вальцового станка, оценивающий значимость технико-экономических показателей и уровень надежности оборудования в процессе эксплуатации. На существенность связи между величиной  $\bar{z}$  и интенсивностью эксплуатации  $J_3$  для вальцовых станков указывает коэффициент корреляции  $\eta_{\bar{z}, J_3} = 0.99$  при средней ошибке его  $m_\eta = 0.008$ .

3.4. Проведенный соматографический анализ ремонтпригодности конструкции вальцового станка имел целью оценить, исходя из антропометрических требований, доступность мест обслуживания и удобства выполнения отдельных операций и всего комплекса работ по техническому обслуживанию и ремонту. В качестве критерия для оценки соответствия конструкции вальцового станка эргономическим требованиям был принят коэффициент удобства технического обслуживания

В. © 13261  
Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова  
БИБЛИОТЕКА

и ремонта:  $K_{y3} = T_p^y / T_p^n$ , где  $T_p^y$  - условная трудоемкость ремонтных работ, выполняемых при оптимальной рабочей позе;  $T_p^n$  - нормативная трудоемкость по отраслевым "Типовым нормам времени на ремонт мельничного оборудования". При этом  $T_p^y = \frac{P_j}{100} \cdot T_p^n$ , где  $P_j$  - производительность ( в процентах ) рабочего в j - ой позе.

Хронометраж операций по техническому обслуживанию и ремонту вальцового станка и фиксирование при этом рабочих поз персонала позволил определить значения  $K_{y3}$ ; при осмотре  $K_{y3} = 0,94$ , при текущем и капитальном ремонтах  $K_{y3} = 0,75$ . Из анализа приведенных значений  $K_{y3}$  следует, что эргономически сложные условия ремонта существенно снижают производительность труда, особенно на наиболее часто повторяющейся работе по замене вальцов.

3.5. По плану [N=10; R; T=3000,] в соответствии с ГОСТ 17510-72 осуществлены ускоренные испытания пяти механических и пяти гидравлических устройств для автоматического управления установочными механизмами и питателями вальцовых станков БВ и ЗМ (рис. 3). Испытания в условиях имитации действительных нагрузочных и частотных режимов показали, что уровень надежности и ремонтной технологичности механических устройств выше, чем у гидравлических.

На базе отработанной в процессе ускоренных испытаний технологии ремонта на Алма-Атинском комбинате хлебопродуктов создан меж-областной участок для восстановления и стандовой обкатки указанных устройств.

3.6. Посредством расчетных, экспертных и статистических методов исследована ремонтпригодность вальцового станка и приведены количественные оценки по совокупности факторов, определяющих ремонтную и эксплуатационную технологичность элементов станка в связи с приемлемыми методами поддержания и восстановления их работоспособности.

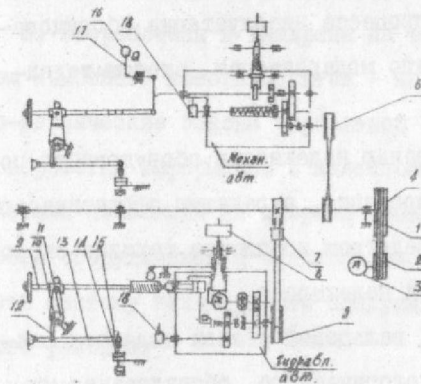


Рис.3. Кинематическая схема стенда для ускоренных испытаний устройств для автоматического управления установочным механизмом вальцового станка: 1-шків,  $\varnothing 250$ ; 2-шків  $\varnothing 125$ ; 3-электродвигатель А02-41-6,3 кВт,  $n = 950$  об/мин; 4-вал трансмиссионный; 5- шків приводной гидравтомата; 6-шків приводной мехавтомата; 7-ролик натяжной; 8-электромагнит МЭС 6100; 9-винт; 10-рычаг; 11-эксцентрик; 12-13-тяга; 14-15+ груз; 16- груз; 17-рычаг; 18-устройство тормозное.

3.7. Рассматривая модернизацию оборудования как один из методов повышения его качества, разработана "Методика обследования оборудования в целях проведения его модернизации" для целенаправленного проведения такой работы на предприятиях. Обследование оборудования позволило выявить объекты и возможные направления модернизации.

Так как модернизация оборудования направлена на улучшение отдельных его свойств, то, следовательно, значимость отдельных направлений модернизации оценивают теми же коэффициентами весомости, которые использованы для определения уровня качества. Эффективное направление модернизации определяется по наибольшему значению произведения коэффициента весомости свойства оборудования, формулирующего его качество, и коэффициента целесообразности модернизации  $K_{ц.м.}$ , принимающего два значения (альтернативный метод): при целесообразности модернизации в этом направлении  $K_{ц.м.} = 1$ , при нецелесообразности -  $K_{ц.м.} = 0$ .

Выводы. I. Проведенный технико-экономический анализ изменения активной части основных производственных фондов и причин простоев мукомольных заводов Министерства заготовок Казахской ССР пока-

120887 0.0  
 ОБЛАСТНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
 ИМЕНИ А. С. ПУШКИНА  
 АЛМАТЫ

вал, что большим резервом увеличения эффективности производства являются повышение надежности в процессе эксплуатации оборудования и совершенствование методов его модернизации, системы технического обслуживания и ремонта.

2. Системный подход к исследованию надежности оборудования позволил обосновать модель функционирования, выражающую эффективность эксплуатации оборудования  $\bar{E}$  посредством комплекса технико-экономических показателей и показателей надежности.

В связи с тем, что мукомольный вальцовый станок является наиболее представительным видом технологического оборудования мукомольных заводов как с позиции технологической значимости, энергопотребления, так и ремонтной сложности и эксплуатационной технологичности, модель функционирования (и в дальнейшем другие научно-методические и инженерно-технические аспекты исследования) апробирована путем оценки эффективности работы вальцовых станков на Алма-Атинском имени XXIV съезда КПСС комбинате хлебопродуктов с учетом их режима работы, уровня надежности и результативности системы технического обслуживания и ремонта.

3. Разработана методика количественной оценки интенсивности эксплуатации оборудования посредством средневзвешенного показателя  $J_3$ . На примере вальцового станка рассчитаны показатели надежности при трех его режимах: максимальном ( $J_3 > 1,2$ ), среднем ( $1,2 > J_3 > 0,8$ ), минимальном ( $J_3 < 0,8$ ).

4. Для рационального планирования, организации и ведения планово-предупредительного ремонта введен в рассмотрение коэффициент организационной и технологической важности  $K_8$ , который оценивает значимость каждого звена в непрерывном процессе выработки муки и возможность планового вывода единицы оборудования на ремонтно-восстановительное воздействие без существенного ущерба для производственного процесса. Определены значения  $K_8$  для

вальцовых станков на всех системах технологического процесса мукомольного завода Алма-Атинского комбината хлебопродуктов.

5. Разработаны и внедрены на опорном предприятии - Алма-Атинском комбинате хлебопродуктов - научно-методические и организационно-технические основы отраслевой системы сбора, обобщения, анализа и обработки информации о надежности оборудования. Внедрение такой системы позволило на опорном предприятии оценить уровень надежности оборудования в процессе эксплуатации, рационально организовать систему технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта.

6. Рассчитаны по результатам подконтрольной эксплуатации точечные и интервальные оценки показателей надежности вальцовых станков модели ЭМ, вальцов и рассевов мод. ЗРШ-6, а также установлены законы распределения времени безотказной работы, позволяющие прогнозировать уровень надежности.

7. Реализованы методические подходы к комплексной количественной оценке качества отраслевого технологического оборудования.

Рассчитан интегральный показатель качества вальцовых станков, отражающий соотношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации каждой единицы оборудования и суммарных затрат на ее создание и эксплуатацию.

Оценены экспертным методом коэффициенты весомости для определения уровня качества отраслевого оборудования и определен уровень качества вальцового станка БВ по группе свойств назначения.

8. При изучении ремонтпригодности вальцового станка предложен критерий степени соответствия конструкции вальцового станка эргономическим требованиям - коэффициент удобства  $K_{13}$ . На основании соматографического анализа установлены значения  $K_{13}$  при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонтах вальцового станка.

9. Ускоренные испытания на надежность и ремонтную технологичность механических и гидравлических автоматов вальцового станка показали, что по уровню надежности, эксплуатационной и ремонтной технологичности механический автомат целесообразнее гидравлического.

Ю. Для целенаправленного проведения работы по модернизации технологического оборудования разработана "Методика обследования оборудования в целях проведения его модернизации". На примере вальцового станка показаны основные цели и направления его модернизации.

II. Внедренные на Алма-Атинском имени XXIV съезда КПС комбинате хлебопродуктов мероприятия по повышению надежности парка вальцовых станков дали в 1974 году экономический эффект 7.4 тыс. руб. при экономическом потенциале по мукомольным заводам Казахстана 80.0 тыс. руб.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. Сосновский В.Б. Внедрение новой техники, показатели ее надежности и эффективности использования на хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятиях (тезисы доклада), Алма-Ата, ЦНОТ УП Минзага Казахской ССР, 1972, 5с., 350 экз.

2. Важный фактор обеспечения эксплуатационной надежности оборудования / [ Котляр Л.И., Вайнберг А.А., Сосновский В.Б. 1. "Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность". 1972, №5, с.36.

3. Сосновский В.Б., Котляр Л.И. Опыт-статистическая оценка показателей ремонтпригодности основных видов мельничного оборудования. Тезисы докладов научно-технической конференции "Срок службы машин и экономическая эффективность их ремонта, модернизации и замены". Одесса, Отделение института экономики АН УССР, 1972, с.121-124.

4. Количественная оценка качества технологического оборудования / [ Вайнберг А.А., Котляр Л.И., Сосновский В.Б. 1. Серия "Мукомольно-крупяная промышленность". М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1973, в.5, 8с.

5. Сосновский В.Б. Пути улучшения профилактического обслуживания оборудования зерноперерабатывающих предприятий. Материалы республиканского совещания. Алма-Ата, ЦНОТ УП Минзага Каз.ССР, 1973, с.77-88.

6. Оценка уровня качества продукции / [ Вайнберг А.А., Котляр Л.И., Сосновский В.Б. 1. Одесса, УКНИИТИ Госплана УССР, сер. 13/1, №7-74, 4с.

7. Совершенствование ремонтного производства на предприятиях по хранению и переработке зерна / [ Косунов О.И., Сосновский В.Б., Вайнберг А.А. и др. 1. Серия "Мукомольно-крупяная промышленность" М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1974, 56 с.

8. Сосновский В.Б., Вайнберг А.А. Внедрение системы сбора и обработки информации об эксплуатационной надежности оборудования на Алма-Атинском комбинате хлебопродуктов. Материалы республиканского совещания. Алма-Ата, ЦНОТ УП Минзага Казахской ССР, 1974.

9. Методические указания по организации сбора и обработки информации об эксплуатационной надежности оборудования / [ Котляр Л.И., Вайнберг А.А., Сосновский В.Б. 1. Алма-Ата, ЦНОТ УП Минзага Казахской ССР, 1975, 54 с.

Ю. Сосновский В.Б. Методика обследования оборудования в целях проведения его модернизации. Алма-Ата, Минзаг Казахской ССР- РП НТО мукомольной, комбикормовой и элеваторной промышленности, 1975, 9с.

II. Сбор информации об эксплуатационной надежности оборудования / [ Сосновский В.Б., Вайнберг А.А., Котляр Л.И. 1. "Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность", 1976, №6, с.22.

12. Опыт разработки и внедрения систем сбора и обработки информации об эксплуатационной надежности технологического оборудования на предприятиях Минзаготовок Каз.ССР / [ Сосновский В.Б., Кузин В.Я., Вайнберг А.А., Котляр Л.И. 1. (Пристендовый листок ВДНХ СССР). М., ЦНИИТЭИ Минзага СССР, 1976, 19 с.

13. Сосновский В.Б., Вайнберг А.А., Котляр Л.И. Модель функционирования вальцовых станков в связи с уровнем их надежности. Тезисы докладов всесоюзной конференции "Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности". Одесса, 1977, с.41-42.