

МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

На правах рукописи

ЖДАНОВА ОЛЬГА ВИТАЛЬЕВНА

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
НАДЕЖНОСТИ ОБУВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ГИДРОПРИВОДОМ

Специальность 05.02.13 – "Машины и агрегаты легкой
промышленности"

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва 1994

Работа выполнена в Московской государственной академии легкой промышленности:

Научный руководитель	доктор технических наук, профессор Сторожев В.В.
Научный консультант	кандидат технических наук, доцент Першин В.А.
Официальные оппоненты:	Доктор технических наук, профессор Москалев М.А. кандидат технических наук, доцент Лобанов В.А.

Ведущее предприятие : АО "Донобувь" / г. Ростов-на-Дону /

Защита состоится "15" 06 1994 г. в 10 часов
на заседании специализированного Совета Д 053.22.02 при Московской государственной академии легкой промышленности по адресу:
113086, г. Москва, ул. Осипенко, 33.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московской государственной академии легкой промышленности.

Автореферат разослан "13" 05 1994 г.

Ученый секретарь
специализированного Совета
Д 053.32.02, кандидат технических
наук, доцент

 В.Б. Гргвин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Переход в Российской Федерации к новым рыночным отношениям, связанный с изменением в ценообразовании выпускаемых товаров, введением различных форм собственности и другими факторами экономических реформ, приводит к необходимости учета этих реальностей в производстве продукции, в том числе и обувных изделий. Однако в любых случаях остается неизменной главная задача предприятий легкой промышленности - обеспечение населения модными и доброкачественными товарами.

Известно, что это достигается путем внедрения передового опыта и глубоких технологий в производстве обуви, а также модернизацией существующего оборудования. Решение этих проблем должно базироваться на научной основе и достаточном фактическом материале по исследованию методов и средств обеспечения эксплуатационной надежности, как отечественного, так и импортного оборудования. При этом особое внимание следует уделять приводным и управляющим устройствам в конструкции машин. Важным требованием при изготовлении обуви является то, что исполнительные механизмы оборудования должны обеспечивать силовые и скоростные характеристики в заданных пределах технологического режима. В наибольшей мере этим условиям отвечают обувные машины с гидроприводом, использование которых в обувном производстве постоянно расширяется. Поэтому необходима разработка методов и средств технической диагностики, обеспечивающих надежность объектов при эксплуатации, что и явилось содержанием данной диссертации.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ заключается в том, что в настоящее время при резком повышении цен на оборудование и возникших трудностях с приобретением парка машин предприятия легкой промышленности все больше внимания уделяют проблемам обеспечения его эксплуатационной надежности и долговечности. К сожалению, на обувных предприятиях воп-

роси контроля технического состояния машин, взаимозаменяемости как отечественных так и импортных элементов, модернизаций не решаются на должном уровне. Реализация этих задач должна иметь научную основу и вместе с этим удовлетворять требованиям универсальности, надежности и простоты в использовании соответствующей диагностической аппаратуры в условиях как крупных, так и малых предприятий обувной отрасли.

Таким образом, работу выполненную в диссертации в этом направлении можно считать актуальной.

ЦЕЛЬЮ РАБОТЫ является разработка научно-практических средств, позволяющих контролировать, восстанавливать, а также прогнозировать техническое состояние отечественного и импортного обувного оборудования с гидроприводом. Для достижения поставленной цели необходимо разработать и исследовать наиболее приемлемые способы выявления неисправностей обувного оборудования, возможности взаимозаменяемости его элементов, а также средства для безразборной диагностики гидропривода с учетом специфики обувного производства.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ состоят в сочетании достаточного объема теоретических исследований и экспериментальных работ по эксплуатации обувного оборудования с гидроприводом.

Теоретические положения диссертационной работы базировались на основных закономерностях гидравлики, теории подобия и размерностей, функциональной взаимозаменяемости, теории вероятностей и положениях надежности машин.

Экспериментальные исследования проводились на созданных в процессе работы над диссертацией стендах, которые были установлены и испытаны в производственных условиях Шахтинской обувной фирмы "Дончанка".

НАУЧНАЯ НОВИЗНА состоит в том, что в диссертации для решения вопросов оценки технического состояния оборудования, проведения безразборной диагностики гидропривода обувных машин, взаимозаменяемости их элементов и модернизации вырубочного пресса использованы положения теории подобия и размерностей, в частности π - критериальные зависимости.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ. На основе анализа оборудования обувных предприятий установлена предпочтительная область использования гидроприводов в обувных машинах и аппаратах, выявлены и систематизированы неисправности этого оборудования и даны рекомендации по их устранению.

Предложен и внедрен на Шахтинской обувной фирме "Дончанка" научно-практический способ контроля технического состояния гидропривода обувных машин (авт. свид. № 1800100 от 09.10.92 г.).

Разработан и изготовлен стенд для безразборной диагностики элементов гидропривода обувных машин (имеется решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 4925562/29 от 14.01.92 г.). Годовой экономический эффект при использовании стенда на указанной фирме составил 179800 рублей (в масштабе денежного курса на июль 1993 г.).

Разработаны рекомендации по выбору системы синхронизации движения гидроцилиндров обувных вырубочных прессов (имеется решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 5037792/27 от 23.10.92 г.), которые могут быть использованы и в прессах общего машиностроения.

ПРЕДАНИЕ РАБОТЫ. Основные положения и результаты диссертационной работы доложены, обсуждены и получили положительную оценку: на заседаниях кафедры "Машины и аппараты легкой промышленности" Московской государственной академии легкой промышленности (1991 - 1993 г.) ;

на научно-технических конференциях в Шахтинском технологическом институте бытового обслуживания (1991 - 1993 г.) ;
на заседании технического совета Шахтинской обувной фирмы "Дончанка" г. Шахты, 1993 г. .

ПУБЛИКАЦИИ. Основное содержание диссертации опубликовано в 9 печатных работах, в том числе получено 1 авторское свидетельство и 2 положительных решения по заявкам на изобретение.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, выводов по главам, общих выводов, библиографии, приложений. Работа изложена на 163 страницах машинописного текста, включая 34 рисунка и 14 таблиц. Библиография включает 83 наименования. Приложения представлены на 28 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дано обоснование актуальности диссертационной работы, сформулирована цель и задачи исследования.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ проведен анализ конструкций и работы обувного оборудования с гидроприводом. Установлено, что это оборудование широко применяется в обувном производстве и имеет перспективу использования в дальнейшем, так как гидропривод в более полной мере, по сравнению с другими видами приводов, отвечает основным требованиям технологии изготовления обуви:

- обеспечивают высокие скоростные и силовые характеристики, необходимые для таких операций, как вырубание, формование, тиснение и других ;
- надежны в работе при появлении случайных перегрузок ;
- простая конструкция в сочетании с структурной и геометрической компактностью ;

— соблюдается требуемое быстродействие и последовательность срабатывания исполнительных механизмов машин.

Назначение и характеристика обувных машин обуславливают применение гидропривода в следующих группах оборудования: прессах, машинах-полуавтоматах, полуавтоматических линиях и агрегатах. В диссертации приведена классификация основных типов машин с учетом их назначения. Показаны принципиальные схемы их гидроприводов, указывается, что в обувном оборудовании они комплектуются как стандартной, так и оригинальной гидроаппаратурой. При рассмотрении систем управления исполнительными механизмами машин указано, что в большинстве случаев в СУ включены гидравлические элементы, из-за их надежности в работе.

При анализе парка обувных машин установлено, что одна и та же технологическая операция выполняется на оборудовании с различными типами приводов (гидравлический, пневматический и т.д.). В диссертации оценена работа затяжных машин трех марок (ЗНК-2М-0. 02165/Р2, РАЛ-Е) по факту точности выполняемого процесса, в частности по операции правильной затяжки обуви из 100 случаев срабатываний каждого из этих типов машин, имеющих различие в приводах. Обработка экспериментальных данных методом дисперсионного анализа и сравнение конечных результатов по критерию Фишера подтвердили факт конкурентоспособности обувного оборудования с гидроприводом в работе с другими машинами, и если учитывать при этом выше указанные преимущества первых, то можно отметить перспективность их дальнейшего использования в технологических операциях изготовления обуви.

Исследованы по значимости факторы, определяющие работоспособность обувных машин с гидроприводом. Оценка факторов выполнена с использованием экспертного метода. Согласованность мнений экспертов выражена по коэффициенту конкордации и критерию Пирсона.

В итоге подтвердилось суждение специалистов о наибольшей значимости при обеспечении работоспособности обувных машин с гидроприводом таких факторов как: соблюдение графика ремонтных работ, использование средств технической диагностики, высокая квалификация обслуживающего персонала.

Помимо исследований организационных факторов рассмотрена и значимость таких, которые непосредственно влияют на надежную работу гидропривода. При этом также использовался экспертный метод ранговой оценки. Выявлено, что в первую очередь надежная работа привода зависит от характера нагрузки на рабочем органе, вибрационных характеристик обувной машины, степени износа гидроэлементов и чистоты рабочей жидкости.

ВТОРАЯ ГЛАВА посвящена вопросам обеспечения работоспособности оборудования посредством контроля его технического состояния.

Проведен анализ отказов обувного оборудования с гидроприводом в процессе эксплуатации. В частности, для вырубных прессов, эксплуатируемых на Шахтинской обувной фирме "Дончанка" с применением конечных цепей Маркова было установлено, что в большинстве случаев простой оборудования происходит из-за технологических отказов (42,2%), из-за несовершенства или нарушения технологии ремонтных работ, т.е. сборки, регулировки, обкатки и испытания элементов и машины в целом. Вместе с тем, значительную часть времени оборудование неработоспособно по причине эксплуатационных отказов (31,8%), что требует постоянного совершенствования существующей системы планово-предупредительного ремонта, соблюдения правил эксплуатации. Отмечается, что действующая в легкой промышленности система ППР, основанная на календарном планировании работ, не в полной мере отвечает требованиям обеспечения эксплуатационной надежности оборудования, так как структура ремонтного цикла устанавливается путем опытного

подбора, что не исключает неплановых выходов его из строя. В связи с этим предлагается при обслуживании обувного оборудования контролировать состояние машин по определенным параметрам или уровню надежности, то есть систематически учитывать функциональные параметры технических объектов. В разрезе сказанного в диссертации приведены методы выявления неисправностей при работе гидравлических вырубочных прессов. Методы научно обоснованы, в них использованы элементы теории вероятностей: распределение Пуассона, критерий Стьюдента и др. Например, с использованием элементов теории вероятностей в главе приведен расчет количественных показателей возможного появления брака при вырубании деталей верха обуви. Для этого был проведен эксперимент, в процессе которого фиксировались величины ошибок, возникающих при проходах ударника. Этот метод рекомендуется использовать для установления оптимального допуска угла поворота ударника, что будет способствовать надежной работе пресса.

Глава завершается описанием разработанной и испытанной установки, позволяющей фиксировать выходные параметры прессов и оценивать их работоспособность методом "наложения" осциллограмм.

ТРЕТЬЯ ГЛАВА посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям средств обеспечения эксплуатационной надежности элементов гидропривода обувного оборудования и решены следующие задачи:

- разработан способ безразборного контроля технического состояния гидроэлементов ;
- разработан стенд для диагностики элементов гидропривода различной конструкции в производственных условиях ;
- разработана методика замены вышедших из строя составных частей гидропривода, например, импортных на отечественные аналоги.

Основной базой при решении выше перечисленных задач послужили методыложения теории подобия. Суть ее в том, что разнородную

информацию, полученную на основе испытаний объектов, можно объединить и представить в виде критериев подобия (\bar{X} - критериев). Критерии подобия - безразмерные константы, характеризующие множество эксплуатационных $Y_i \in \{Y_k\}, i=1, k$ и функциональных $X_i \in \{X_j\}, i=1, j$ параметров объекта. Показано, что при их формировании достаточно знать функциональную зависимость, описывающую взаимосвязь эксплуатационных и функциональных параметров в общем виде:

$$Y_i = f(Y_k, X_j)$$

Этапы формирования критериев показаны на рис. 1. Для практической их реализации в диссертации разработана рабочая программа для ЭВМ. По программе вычислены \bar{X} - критерии типовых элементов гидропривода (насосов, гидроцилиндров, дросселей и др. табл. 1).

Критерии подобия послужили основой разработанного способа контроля технического состояния гидропривода обувных машин. На практике он используется следующим образом. Составляют критерии подобия для исследуемого технического объекта. Для расчета критериальных выражений в качестве исходных принимают значения параметров, соответствующих работоспособному состоянию машины. Вычисляют для этих условий числовые значения \bar{X}_j^p - критериев подобия. Определяют в процессе контроля технического состояния путем замера действительные значения эксплуатационных параметров Y_j^p . Принимают величину постоянной \bar{Y}_j и находят действительное значение функциональных параметров X_j^p . Сравнивают полученные числовые значения с граничными условиями (наибольшим \bar{X}_j и наименьшим X_j) и делают вывод о действительном техническом состоянии элемента или машины, т.е. если

$$X_j^p \in [\bar{X}_j, X_j],$$

то элемент j по параметру X находится в работоспособном состоянии P , наоборот, если

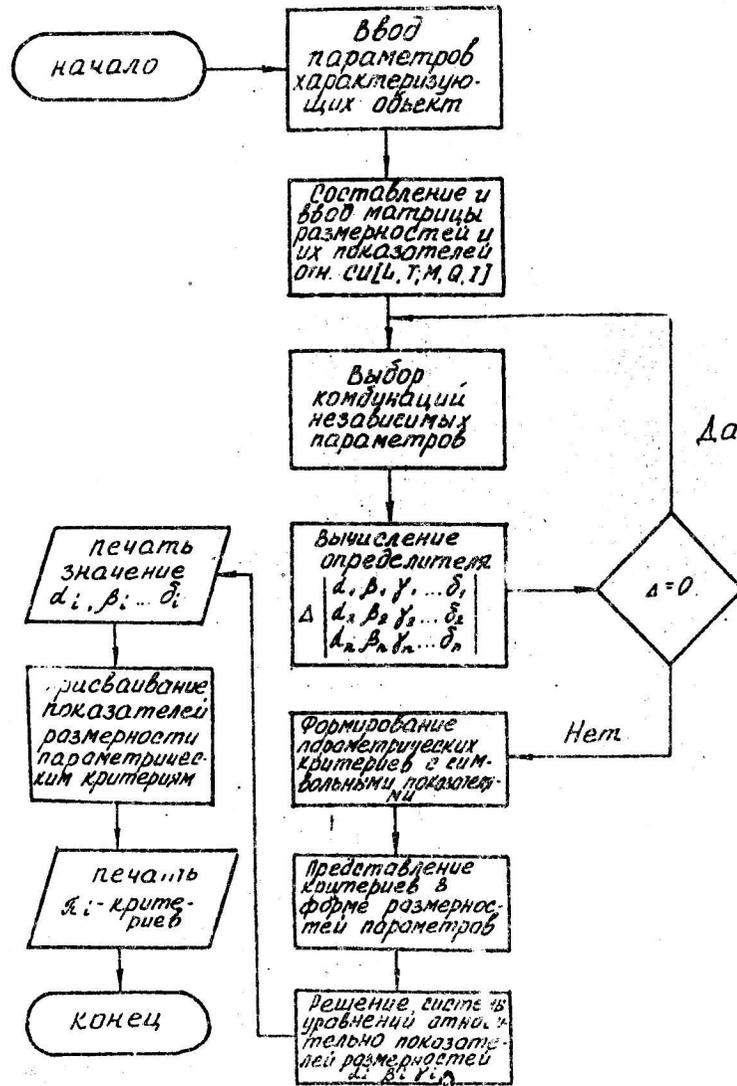


Рис. 1. Алгоритм формирования Δ -критериев

Таблица 1

Критерии подобия гидрозlementов обвужного оборудования

Гидрозlement	Критерии
1. Пластинчатый насос :	$\pi_1 = \frac{V \cdot X}{Q \cdot P \cdot Z}$; $\pi_2 = \frac{V \cdot H}{Q}$; $\pi_3 = \frac{a \cdot H^5}{Q^2}$; $\pi_4 = \frac{n \cdot Q}{a \cdot Z^2}$; $\pi_5 = \frac{a \cdot n \cdot Z^8}{Q^3}$
2. Гидромотор :	$\pi_1 = \frac{Q^2 \cdot P^3}{M^3 \cdot n^6}$; $\pi_2 = \frac{V \cdot P}{M \cdot n^3}$; $\pi_3 = \frac{N^2 \cdot P}{n^3 \cdot M^3}$; $\pi_4 = \frac{Z^2 \cdot P}{M \cdot n^2}$; $\pi_5 = \frac{c \cdot n \cdot Z^2}{P \cdot Q}$
3. Гидроцилиндр :	$\pi_1 = \frac{V \cdot X}{Q \cdot P}$; $\pi_2 = \frac{s^2 \cdot P}{X}$; $\pi_3 = \frac{t \cdot Q_4}{Z^3}$; $\pi_4 = \frac{Z^2 \cdot P}{X}$; $\pi_5 = \frac{s \cdot Z \cdot V^2}{Q_4^2}$; $\pi_6 = \frac{v^5 \cdot Q_4}{V^2}$
4. Золотники :	$\pi_1 = \frac{t \cdot V^3}{Q_4^2}$; $\pi_2 = \frac{Z \cdot V}{Q}$; $\pi_3 = \frac{Q \cdot c^3 \cdot t}{X^3}$; $\pi_4 = \frac{Z^5 \cdot P}{Q \cdot N \cdot t}$
5. Клапаны :	$\pi_1 = \frac{F \cdot V}{Q \cdot H}$; $\pi_2 = \frac{Q \cdot F \cdot S^3}{Q^2}$

ПРИМЕЧАНИЕ: Q - номинальная подача, расход, утечки, м³·с⁻¹ ;
P - давление на выходе, входе, кг·м·с⁻² ; n - частота вращения, с⁻¹ ;
q - расходный объем, м³ ; M - крутящий момент, кг·м²·с⁻² ;
N - эффективная мощность, кг·м²·с⁻³ ; c - жесткость пружины, кг·с⁻² ;
V - кинематическая вязкость масла, м²·с⁻¹ ; Q - виброускорение в зонах износа, м·с⁻² ; Z - зазор в рабочих парах, м ;
X - радиус скругления статора, м ; H - высота неровности поверхности статора, подъема клапана, м ; F - площадь, м ;
V - скорость штока, м·с ; S - перемещение штока гидроцилиндра, ход затвора в клапане, м ; t - время перемещения штока гидроцилиндра, с ;
v - скорость движения золотника, с ; X - усилие на поршень гидроцилиндра, управления золотником, прижатия пластин к поверхности статора, кг·м·с⁻² .

$$X_j^p \notin | \bar{X}_j, X_j |,$$

то состояние отлично от заданного.

Способ был использован при оценке технического состояния гидравлических прессов, в частности, ПВГ-8-2-0 для вырубки деталей верха обуви. Для этого были составлены следующие критериальные зависимости:

$$\begin{aligned} K_1 &= t \cdot Q \cdot Z^{-3}; \\ K_2 &= \Delta P_u \cdot Z^3 \cdot \mu^{-1} \cdot Q^{-1}; \\ K_3 &= t \cdot \mu^{-1} \cdot \Delta P_u. \end{aligned}$$

где Q - подача насоса, μ - вязкость рабочей жидкости, Q_y - величина утечек в цилиндре поворота через зазор в уплотнениях Z , ΔP_u - перепад давления масла на цилиндре поворота ударника, t - время поворота.

Значения параметров, входящих в критериальные зависимости, принимали согласно требованиям технических документов (паспортные характеристики пресса, гидроэлементов, рабочей жидкости):

$$\begin{aligned} Q &= (5,6 - 5,0) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}; \\ Z &= (1,5 - 2,0) \cdot 10^{-5} \text{ м}; \\ \mu &= (180 - 207) \text{ Н} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-2}; \\ \Delta P &= (4,0 - 2,5) \cdot 10^6 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}; \\ t &= (0,6 - 0,8) \text{ с} \end{aligned}$$

где первые величины - номинальные, а вторые предельные значения параметров, соответствующие работоспособному состоянию.

Рассчитывались критерии подобия при номинальных значениях параметров:

$$K_1 = 399,5 \cdot 10^9; \quad K_2 = 13,4 \cdot 10^{-8}; \quad K_3 = 13,3 \cdot 10^3$$

Вспомогательным (путем замера) действительное значение параметров K_1 и K_2 и при известном значении третьего критерия K_3 ,

определяли вязкость масла:

$$\mu^p = \frac{t^p \cdot \Delta P^p}{K_3} = 156, \text{ Н} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-2}$$

По второй и первой критериальной зависимости определяли соответственно:

$$\begin{aligned} Q^p &= 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}; \\ Z^p &= 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м} \end{aligned}$$

Полученные значения μ^p, Q^p, Z^p сравнивали с принятыми значениями. Проведенный анализ показал, что величины подача насоса и зазор в цилиндре находятся в допустимых пределах, а неисправность пресса заключается в изменении показателя вязкости масла.

Для технической диагностики элементов гидропривода с использованием методики безразборного контроля разработан стенд, который позволяет:

- отдельно, а также при необходимости поочередно испытывать, настраивать и регулировать такие гидроэлементы, как золотниковые гидрораспределители, обратные, редуциционные клапаны, насосы, гидроцилиндры, дрессели;
- удобно и быстро подключать при испытаниях гидроэлементы;
- проверять и регистрировать параметры работы гидроэлементов обувного оборудования в требуемое время.

Гидравлическая схема стенда показана на рис. 2. Стенд укомплектован гидроэлементами, выпускаемыми отечественной промышленностью и их технические характеристики отвечают параметрам, на которые рассчитана гидроаппаратура обувных машин. Для оценки работоспособности гидроэлементов в производственных условиях стенд оснащен регистрирующими приборами: таходатчиком ТЭ-45 и манометрами. При проведении исследований, для записи и корректировки полученных результатов, стенд дополнительно оснащается датчиками давления типа "Салфид 22д", вибродатчиками КД-13, осциллографом И-115.

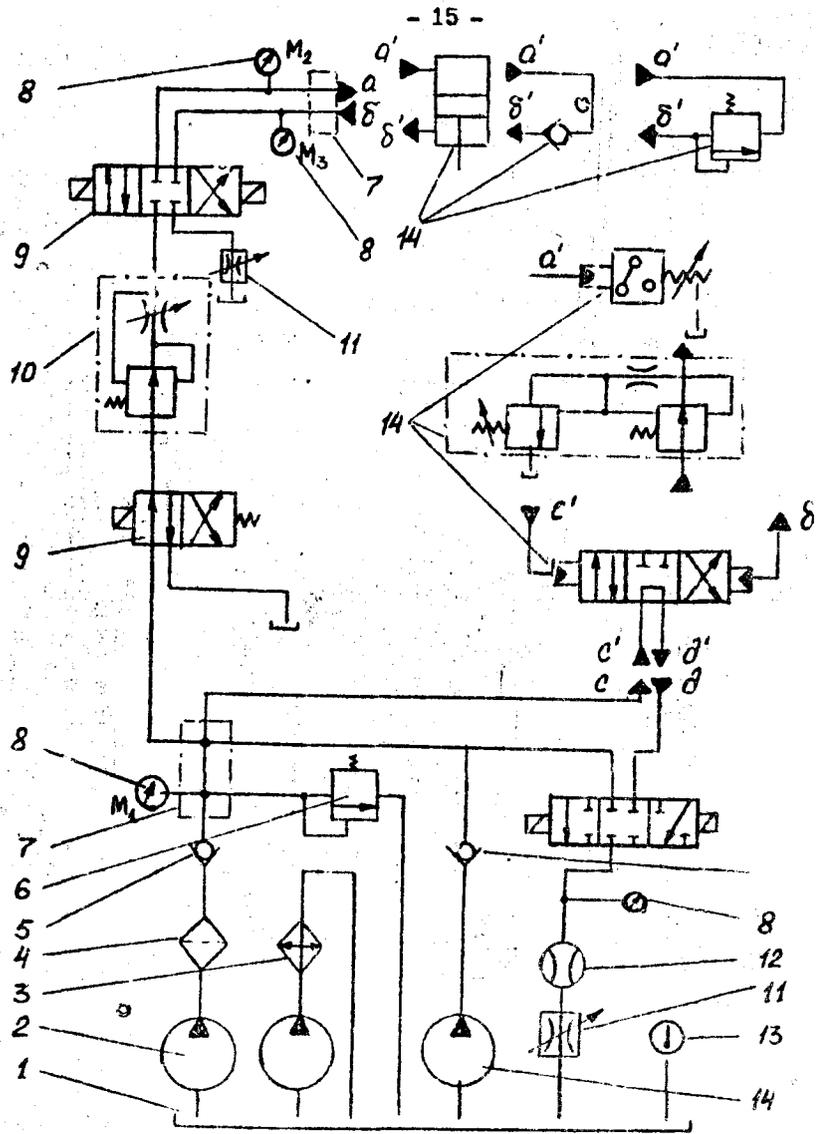


Рис. 2. Гидравлическая схема стенда для испытания элементов гидросистемы

- 1 - бак; 2 - насос; 3 - охладитель; 4 - фильтр;
- 5 - обратные клапаны; 6 - предохранительный клапан;
- 7 - гидронасосы; 8 - манометры; 9 - гидрораспределители;
- 10 - регулятор расхода; 11 - дроссели; 12 - расходомер;
- 13 - прибор контроля температуры; 14 - испытываемые гидроэлементы

На стенде в производственных условиях испытывали пластинчатые насосы БП12-4Б. При этом предполагалось установить, как влияют на выходные (диагностические) параметры пластинчатых насосов (давление, подачу, вибрацию) основные их дефекты (выработка поверхности статора в зонах начала и окончания нагнетания, превышение величины зазора между статором и ротором по малой оси эллипса). При проведении эксперимента также использовалась методика безразборной диагностики, потому что определять износ путем разбора и осмотра гидроэлементов не всегда оправдано в производственных условиях, а сам процесс длителен и полученные результаты неточны. Для этой цели применялись критерии подобия, объединяющие необходимые диагностические параметры и величины, характеризующие износ в насосах табл. 1. В ходе исследований выявлено, что критерии подобия позволяют определить количественные значения тех показателей, которые невозможно зафиксировать на испытательном стенде, и выявить состояние гидроэлементов облучного оборудования при проведении их безразборной диагностики.

Преимущества способа критериальной оценки состояния объекта использованы и при разработке методики замены вышедших из строя элементов машин, например, импортных на отечественные. При этом должно быть сохранено следующее требование:

$$\{K_i^A\} \in \{K_i^O\},$$

где K_i^A - критерии элемента-аналога;
 K_i^O - критерии элемента-оригинала.

Множество значений K_i^O ограничено нижним \underline{K}_i^O и верхним \overline{K}_i^O пределами. Если при выборе аналога условие соответствия нарушается, то необходим пересчет и изменение номинальных значений параметров реализуемого элементом процесса. Это делается с целью сохранения значения главного критерия качества функционирования машин, рас-

считанного из заданных условий ее работы. Если же качество функционирования не будет сохранено и после, то необходим другой аналог заменяемому элементу.

Рассмотренные положения использованы при замене насоса в агрегате для литья низа обуви BS 204/18 фирмы "Оттогалли" на отечественный аналог. Установленный в агрегате насос PVE 35 QR-1-21 служит для подвода инжектора, обеспечивающего впрыск заливочной композиции в пресс-форму при формировании подошвы обуви. С учетом параметров технологического режима литья и характеристик насоса сформированы и рассчитаны критерии подобия:

$$\begin{aligned} \pi_1 &= t_{ш} Q_n / q_n = 50,5 ; \\ \pi_2 &= n_{ш} q_n / Q_n = 0,0709 ; \\ \pi_3 &= P_n / P_{n \max} = 0,71 ; \\ \pi_4 &= \gamma \sqrt{F} / Q_n = 39,7 \end{aligned}$$

где Q_n, q_n - соответственно подача и рабочий объем насоса ;
 $P, P_{n \max}$ - минимальное и максимальное давление нагнетания ;
 $t_{ш}$ - время впрыска композиции ; $n_{ш}$ - частота вращения шнека инжектора ; Q_n - подача масла в цилиндрическую полость ;
 F - площадь поршня ; γ - вязкость масла .

Учитывая результаты расчета критериев в качестве аналога выбран аксиально-поршневой насос РНА 63/320 УХЛ4 серийного выпускаемого машиностроительным заводом "Гидропривод" / г. Шахты / .

Правильный подбор этого важного элемента гидропривода подтвердился и расчетом комплексного среднегеометрического показателя качества, учитывающего следующие характеристики насоса: номинальное давление на выходе X_1 , МПа ; расход масла X_2 , л/мин ; рабочий объем X_3 , см³ ; мощность X_4 , кВт табл. 2 .

Таблица 2

Сводная таблица комплексной оценки насосов типа РНА 1Д

Тип насоса	Показатели								Комплексный среднегеометр. показатель
	единичные				относительные				
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_1	X_2	X_3	X_4	
1. PVE 35 QR	25	106	170	24	-	-	-	-	
2. РНА 1Д 63/320	32	87	63	33,2	0,78	1,22	1,11	2,21	4,03
3. РНА 1Д 90/320	32	124	90	74,5	0,78	0,85	0,77	3,1	3,96
4. РНА 1Д 125/320	32	172,5	125	102,5	0,78	0,61	0,56	4,27	3,89
5. РНА 1Д 250/320	32	345	250	205	0,78	0,31	0,28	8,54	3,79

Подобранный аналог в течении ряда лет используется в литейном агрегате BS 204/18, эксплуатируемом на Шахтинской обувной фирме "Дончанка".

Таким образом, использование критериев подобия позволяет выполнить оценку технического состояния машины, провести безразборную диагностику элементов гидропривода, решить вопросы их взаимозаменяемости, а также еще определить пути проведения модернизации объекта.

ЧЕТВЕРТАЯ ГЛАВА посвящена вопросу модернизации вирубочного пресса ПВГ-18-1600, в частности разработке системы автоматически устраняющей перекос траверсон.

При исследованиях на обувной фирме "Дончанка" выявлено, что перекос траверсон является одним из основных недостатков в работе прессов. Определена возможная величина перекоса траверсон пресса при вырубании деталей. Установлено, что частота ее появления согласуется с функциональной зависимостью распределения Шарлье:

$$\psi(x) = \psi(x) \left[1 + \frac{A}{6} (x^3 - 3x) + \frac{E}{24} (x^4 + 6x^2 + 3) \right],$$

где $\psi(x)$ - функция нормального распределения случайной величины перекося, A - коэффициент асимметрии, E - коэффициент эксцесса.

Это подтвердилось и расчетом критерия хи-квадрат Пирсона.

Выявлены возможные причины, обуславливающие перекося траверсы. Разработана в критериальной форме математическая модель, которая непосредственно показывает связь различных параметров работы прессы с перекосям траверсы

$$\left\{ \begin{array}{ll} \pi_1 = \frac{\Delta V}{X^3}; & \pi_2 = \frac{\Delta P}{\Delta N} X^2; \\ \pi_3 = \frac{\Delta Q}{X^3} \Delta t; & \pi_4 = \frac{\Delta \delta}{\Delta N} X^5; \\ \pi_5 = \frac{\Delta \delta_4}{X}; & \pi_6 = \frac{\Delta \delta_4}{X}; \\ \pi_7 = \frac{\Delta L}{X}; & \pi_8 = \frac{e}{X} \end{array} \right.$$

где $\Delta P, \Delta V, \Delta N, \Delta t, \Delta Q, \Delta \delta$ - соответственно, разность давлений в гидроцилиндрах, рабочих объемов, приведенных к ним усилий вырубача, времени перемещения концов траверсы, величины подачи масла в гидроцилиндры, коэффициентов жесткости их гидросистем; $\Delta \delta_4, \delta \delta_4, \Delta L$ - соответственно, величины зазоров в дозаторе, гидроцилиндре, кинематических звеньях; e - положение резака относительно центра вырубочной плиты; X - непосредственно перекося.

Проведен в производственных условиях, на специально собранной установке, эксперимент, в результате которого установлено, что перекося траверсы больше 5 мм возникает в том случае, когда разность давлений в гидроцилиндрах превышает величину 3,5 МПа. Поддерживать в гидроцилиндрах приблизительно одинаковое давление предполагается за счет использования разработанной нами системы синхронизации (рис. 3). Сущность работы системы заключается в том, что при появлении перекося траверсы в период работы прессы (или при его наладке) в дат-

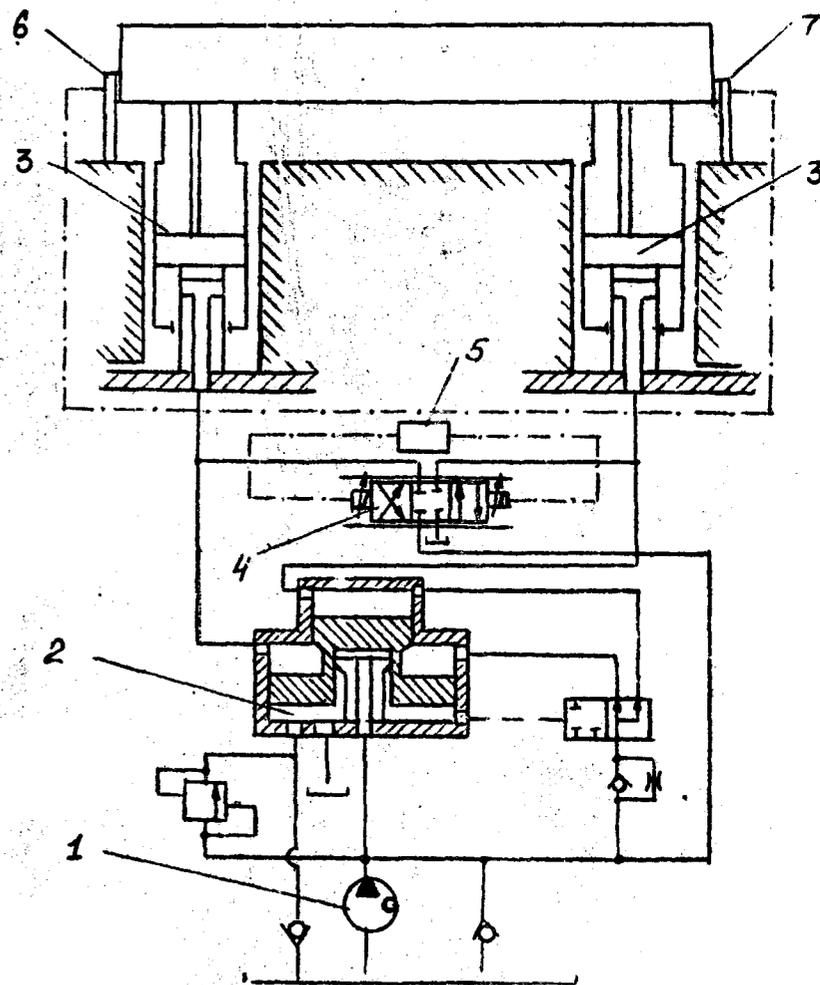


Рис. 3. Система синхронизации движения траверсы вырубочного прессы

- 1 - насос;
- 2 - дозатор;
- 3 - силовые гидроцилиндры;
- 4 - пропорциональный гидрораспределитель;
- 5 - блок управления;
- 6, 7 - датчики перемещения

чиках перемещения протекает ток различной величины и в блоке управления вырабатывается результирующий сигнал определенной полярности, который передается на привод перемещения золотника гидрораспределителя. При этом золотник перемещается пропорционально этому сигналу, соединяя один из гидроцилиндров с напорной магистралью насоса, и, одновременно, другой цилиндр - с сливом гидросистемы. В результате этого происходит опускание отстающего конца траверсы (или ускорение его движения) и, с другой стороны подъем (замедление движения) опережающего конца траверсы, тем самым выравнивается ее положение и перекос устраняется.

Таким образом, рассмотренная система синхронизации, по сравнению с существующими, имеет следующие преимущества:

- повышается точность и достигается непрерывная синхронизация движения гидроцилиндров, за счет датчиков непрерывного действия, установленных и включенных в единую электрическую схему блока управления;
- увеличивается быстродействие системы примерно вдвое, за счет одновременного, с подачей масла в один из гидроцилиндров, слива масла из другого гидроцилиндра;
- повышается долговечность прессы, за счет сохранения его функциональных возможностей, независимо, например, от наличия утечек по причине износа уплотнительных колец в гидроцилиндре и дозаторе.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Проведенный в диссертации сравнительный анализ работы различных приводов (гидравлические, пневматические и др.) показал, что обувное оборудование с гидроприводом имеет ряд преимуществ по сравнению с другими типами приводов.

2. Выполненная оценка значимости организационных и других факторов выявила проблемы, возникающие при эксплуатации обувных машин с гидроприводом и позволила определить пути обеспечения безотказности и долговечности данной техники на предприятиях отрасли.
3. Исследование отказов обувного оборудования с гидроприводом с использованием теории конечных цепей Маркова выявило основные причины их возникновения. Установлено по материалам Шахтинской обувной фирмы "Дончанка", что 42,2% технологических отказов происходят из-за несовершенства или нарушения ремонтных работ. Вместе с этим значительную часть времени оборудования неработоспособно и по причине эксплуатационных отказов (34,8%), что требует совершенствования системы ПНР и соблюдения правил эксплуатации.
4. Анализ научно технической литературы подтвердил, что переход от системы ПНР к системе ТОиР, которая предусматривает систематический контроль величин функционирования оборудования, является прогрессивным направлением в технической политике для ремонтных служб предприятий отрасли.
5. Сравнительный анализ существующих способов определения работоспособности оборудования показал, что методы базирующиеся на элементах теории вероятностей (критерий Стьюдента) и сопоставлении типовых и реальных осциллограмм характерных параметров работы объекта, являются наиболее приемлемыми для обувных гидравлических прессов. Это подтверждено их апробацией в производственных и лабораторных условиях.
6. Для контроля технического состояния обувных машин предложен способ, основанный на теории подобия и размерностей, признанный как изобретение (авт. свид. № 1800100 от 09.10.92 г.). Основными его элементами является критерий подобия, для расчета

которых разработан алгоритм и программа на ЭВМ.

7. В качестве средства технической диагностики обувных машин с гидроприводом разработан и изготовлен этенд. Результаты испытаний на Шахтинском обувном объединении "Дончанка" подтвердили его работоспособность и приемлемость для безразборного контроля гидрорезультатов различной конструкции. Устройство признано обладающим новизной и получено положительное решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 4925562/29 от 14.01.92 г.
8. На основании теории подобия и взаимозаменяемости проведены исследования по выявлению возможности замены импортного насоса на доступный отечественный аналог с сохранением заданных условий технологического режима литья на агрегате BS 204/18 фирмы "Оттогалли" (Италия). Результаты этого технического решения используются обувными предприятиями Ростовской области.
9. Исследования работы гидравлических прессов показали, что основной причиной нарушения технологии вырубki деталей обуви являются перекосы при опускании траверсы. В результате анализа экспериментальных данных предложена зависимость для определения вероятности появления указанного дефекта. При этом за основу принята модель распределения Шарлье.
10. Проведенный анализ факторов, в определенной степени влияющих на синхронное движение рабочих гидроцилиндров, позволил разработать в критериальной форме математическую модель, которая непосредственно показывает связь различных параметров работы пресса с перекосом траверсы и может быть использована для инженерных расчетов.
11. На основе полученной информации предложена система автоматической устранения перекоса траверсы, в которой предусмотрена возможность подачи масла в один из силовых гидроцилиндров и одно-

временный слив масла из другого цилиндра в ходе технологического цикла вырубания. Новизна системы подтверждена положительным решением о выдаче патента на изобретение по заявке № 5037799/27 от 16.04.92 г.

12. Экономический эффект от внедрения технически усовершенствованных решений, выполненных по результатам исследований в диссертационной работе составил 179800 рублей (в масштабе денежного курса на июль 1993 г. .

ОПУБЛИКОВАННЫЕ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Авторское свидетельство № 1800100 от 09.10.92 // Першин В.А., Жданова О.В. Способ контроля технического состояния гидропривода.
2. Жданова О.В., Першин В.А. Исследование методики безразборной диагностики элементов гидропривода обувных машин. // Сборник научных трудов выпуск 2 "Совершенствование техники, технологии и повышение эффективности служб быта: ШТИБО, 1993 - 247 с.
3. Жданова О.В., Першин В.А. Анализ и синтез методов и средств достижения синхронизации движения цилиндров вырубных прессов, // Сборник научных трудов выпуск 2 "Совершенствование техники, технологии и повышения эффективности служб быта": ШТИБО, 1993.
4. Першин В.А., Жданова О.В. Метод подобия при инженерном исследовании взаимозаменяемости элементов и систем оборудования. // Изв. ВУЗов. Технология легкой промышленности, - 1991, № 4, - 117-120 с.
5. Першин В.А., Жданова О.В. Инженерная подготовка и контроль технического состояния оборудования. // Кожевенно-обувная промышленность - 1990, № 10, - 30-33 с.

6. Першин В.А., Еданова О.В., Сторожев В.В. Использование методов подобия при решении задач модернизации оборудования, // Изв. ВУЗов. Технология легкой промышленности, - 1991, № 6, - 78-82 с.
7. Першин В.А., Еданова О.В. Диагностика гидропривода обувных машин в производственных условиях. // Изв. ВУЗов. Технология легкой промышленности, - 1991, № 6 - 124-125 с.
8. Решение о выдаче патента по заявке № 4925562/29 от 14.01.92, МКИ 15В 19/00 // Еданова О.В., Першин В.А., Сафаров Н.М. Стенд для испытания элементов гидропривода.
9. Решение о выдаче патента по заявке № 5037799/27 от 23.10.92 МКИ 5 В 30В 15/24 // Еданова О.В., Першин В.А., Сторожев В.В. Система синхронизации движения траверсы гидравлического пресса.

Иванов

Ротапринт МГАЛП
Тираж - 70 экз.
Заказ № 133