РАЗДЕЛ VIII. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Алехин С.Н., Алехин А.С., Петросов С.П.

Анализ поведения эксцентриситета уравнивающей жидкости
автобалансирующего устройства стиральных машин*Донской государственный технический университет ИСОиП (филиал) в
г.Шахты
(Россия, Шахты)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-39

idsp: ljjournal-05-2020-39

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы анализа одного из параметров, определяющих процесс уравнивания сил, возникающих от неуравновешенных масс текстильных изделий при центробежном отжиге в стиральных машинах барабанного типа, а именно эксцентриситета уравнивающей жидкости автобалансирующего устройства (АБУ). В работе получены зависимости, определяющие взаимосвязь между параметрами АБУ и эксцентриситетом уравнивающей жидкости, сделаны выводы и предложения. Результаты работы могут быть использованы при выборе рациональных параметров АБУ, позволяющих снизить динамические нагрузки и виброактивность стиральных машин при отжиге.

Ключевые слова: стиральные машины, центробежный отжим, динамические нагрузки, виброактивность, автобалансирующие устройства, уравнивающая жидкость, эксцентриситет, неуравновешенные силы.

Abstract

This article discusses the analysis of one of the parameters that determine the process of balancing forces arising from unbalanced masses of textile products during centrifugal spin in drum-type washing machines, namely, the eccentricity of the balancing liquid of the auto balancing device (ABD). In the work, dependencies are obtained that determine the relationship between the ABD parameters and the eccentricity of the balancing fluid, conclusions and suggestions are made. The results of the work can be used when choosing rational ABD parameters, which allow to reduce the dynamic loads and vibration activity of washing machines during spin cycle.

Keywords: washing machines, centrifugal spin, dynamic loads, vibration activity, auto balancing device, balancing liquid, eccentricity, unbalanced forces.

Одним из важных направлений совершенствования стиральных машин является снижение динамических нагрузок и виброактивности при центробежном отжиге белья.

Наиболее эффективным способом снижения вибрации технических систем, в том числе роторных машин, к которым относятся стиральные машины барабанного типа, является автоматическая балансировка неуравновешенных масс [1].

Для стиральных машин барабанного типа в настоящее время разработано значительное число разнообразных технических решений автобалансирующих устройств (АБУ), среди которых важное место занимают жидкостные АБУ пассивного типа.

Одним из наиболее перспективных АБУ данного типа является техническое решение, описанное в ряде изобретений, на которые получены патенты, в частности [2], [3], [4], [5].

Основная суть данного технического решения заключается в том, что стиральный барабан состоит из двух цилиндрических коаксиально расположенных емкостей с упругой связью между ними в радиальном направлении, между боковыми стенками которых образована герметичная полость, заполненная уравнивающей жидкостью (рис.1).

Рис. 1. Принципиальная схема рассматриваемой конструкции жидкостного АБУ пассивного типа: D_n – диаметр наружной емкости; d_v – диаметр внутренней емкости; e_b – эксцентриситет центра масс текстильных изделий (белья); $e_{ж}$ – эксцентриситет центра масс кольца уравнивающей жидкости; Δl – силовое перемещение внутренней емкости; $F_{ц.б}$ – силовое воздействие на внутреннюю емкость в виде центробежной силы от неуравновешенных масс текстильных изделий (белья); F_y – уравнивающая сила

В статье [6] были подробно рассмотрены силовые факторы, возникающие в данном АБУ в период центробежного отжима белья в стиральной машине. Одной из определяющих проблем, выявленных в данной статье было установление многофакторности процесса уравнивания, связанного с наличием одновременно трех усилий: возмущающего воздействия от неуравновешенных масс белья $F_{ц.б}$, ответного усилия от уравнивающей жидкости $F_{у.ж}$ и упругих сил, выражаемых суммарной силой F_y , от упругих элементов, установленных между обечайками внутренней и наружной емкостями.

Для выявления взаимосвязи между данными силовыми факторами следует подробно проанализировать параметры, определяющие их. Одним из таких параметров является эксцентриситет массы уравнивающей жидкости, определяемый по формуле:

$$e_{ж} = \frac{d_v^2 \Delta l}{D_n^2 - d_v^2}.$$

Особенности рассматриваемой конструкции АБУ показывают, что при исследовании данной функции $e_{ж} = f(D_n^2, d_v^2, \Delta l)$ должно быть принято ограничение по

Δl . Очевидно, что значение перемещения внутренней емкости Δl не может быть больше разницы радиусов внутренней и наружной емкостей: $\Delta l \leq (R_n - r_e) = \left(\frac{D_n}{2} - \frac{d_e}{2} \right)$.

Для исследования функции примем следующие значения входящих параметров:

1) диаметр внутренней емкости d_e является, по сути, диаметром стирального барабана D_B , необходимым для качественной обработки белья при стирке. В бытовых стиральных машинах D_B имеет значения, в основном, от 0,4 до 0,5 м. В соответствии с этим примем диапазон значений $d_e = 0,4 \dots 0,49$ м;

2) диаметр наружной емкости D_n должен быть, исходя из конструкции АБУ, больше диаметра внутренней емкости: $D_n > d_e$. Откуда, примем $D_n = 0,5$ м;

3) перемещение внутренней емкости Δl примем, исходя из предыдущих рассуждений, в диапазоне $\Delta l = (0,1 \dots 0,9) \left(\frac{D_n}{2} - \frac{d_e}{2} \right) = (0,05 \dots 0,45) (D_n - d_e)$.

Графики исследуемой функции $e_{жс} = f(D_n^2, d_e^2, \Delta l)$ представлены на рис. 2 и 3.

Рис.2. Зависимость эксцентриситета массы уравнивающей жидкости $e_{жс}$ от диаметра внутренней емкости d_e при различных значениях смещения Δl

Рис.3. Зависимость эксцентриситета массы уравнивающей жидкости $e_{жс}$ от смещения Δl , где $\Delta l_1 = 0,05(D_n - d_e)$, $\Delta l_2 = 0,15(D_n - d_e)$, $\Delta l_3 = 0,25(D_n - d_e)$, $\Delta l_4 = 0,35(D_n - d_e)$, $\Delta l_5 = 0,45(D_n - d_e)$, при различных значениях диаметра внутренней емкости d_e

Анализ исследуемой функции позволил сделать следующие выводы.

1) Увеличение диаметра внутренней емкости $d_в$ от 0,4 м до 0,49 м при постоянной величине диаметра наружной емкости $D_н=0,5$ м, или, другими словами при снижении разницы между наружным и внутренним диаметрами ($D_н - d_в$) от 0,1 до 0,01 м во всем диапазоне величины перемещения Δl ведет к явному снижению эксцентриситета массы уравнивающей жидкости $e_{жс}$. В связи с тем, что при этом снижается объем уравнивающей жидкости, вопрос, как это будет влиять на величину силового отклика уравнивающей жидкости F_y , остается открытым и требует дополнительного исследования.

2) Увеличение смещения от $\Delta l_1=0,05(D_н - d_в)$ до $\Delta l_5=0,45(D_н - d_в)$ во всем диапазоне значений диаметра внутренней емкости $d_в$ ведет к росту эксцентриситета массы уравнивающей жидкости $e_{жс}$, что, по сути, подтверждает саму концепцию рассматриваемого АБУ. Вместе с тем, исследуемая функция $e_{жс} = f(D_н^2, d_в^2, \Delta l)$ позволяет определить качественное влияние входящих параметров на величину эксцентриситета $e_{жс}$.

Полученные в данной работе результаты анализа поведения эксцентриситета уравнивающей жидкости автобалансирующего устройства стиральных машин позволяют получить наиболее рациональные значения конструктивных параметров рассматриваемого АБУ, позволяющие обеспечить наиболее адекватный отклик системы на внешнее силовое воздействие и снизить, тем самым, динамические нагрузки, возникающие при центробежном отжиге текстильных изделий в стиральных машинах барабанного типа.

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т./Ред. совет: В. Н. Челомей (пред.). – М.: Машиностроение, 1981. – Т. 6. Защита от вибрации и ударов /Под ред. К. В. Фролова. 1981, – 456 с.
2. Машина для стирки и отжима белья: а.с. 1581795. СССР МПК5. №4442163; заявл. 15.06.1988; опубл. 30.07.1990, бюл. №28. – 12 с.
3. Стиральная машина барабанного типа: пат. 2469138. Рос. Федерация. № 2011128109/12; опубл. 10.12.2012. бюл. №34. – 3 с.
4. Стиральная машина барабанного типа: пат. 2516147. Рос. Федерация. № 2012141624/12; опубл. 20.05.2014. бюл. №14. – 3 с.
5. Автобалансирующее устройство стиральных машин барабанного типа: пат. 2555634. Рос. Федерация. № 2014106503/12; опубл. 20.02.2014, бюл. №19. – 3 с.
6. Алехин, С.Н. Исследование условий процесса уравнивания в жидкостном автобалансирующем устройстве стиральных машин / С.Н. Алехин, А.С. Алехин, С.П. Петросов, В.В. Никишин. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2018. – №2 (46). – С. 121–134.

Багайсков Ю.С.

**Абразивные инструменты на модифицированной капролактамом эпоксидной
связке**

*Волжский политехнический институт Волгоградского государственного
технического университета
(Россия, Волжский)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-40

idsp: ljjournal-05-2020-40

Аннотация

Эффективность применения абразивных инструментов зависит в основном от физико-механических свойств их материала. Модификация абразивно–эпоксидной композиции капролактамом при наличии пластификатора ПЭС-5 и повышении