

АБУ, работающего в заданном диапазоне угловых скоростей ротора.

Литература

1. Саруев Л.А., Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // В мире научных открытий. - 2010 - №. 6-3 (13) - С. 61-65.
2. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В., Кузнецов И.В. Исследование эффективности балансировки жидкостным автобалансирующими устройствами // Современные проблемы науки и образования - 2013. - № 1. - с. 2. - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/107-7919>
3. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В., Кузнецов И.В. Влияние эллипсности и эксцентриситета резервуара на точность автоматической балансировки // Современные проблемы науки и образова-

ния - 2013. - № 2. - с. 8. - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/108-8472>

4. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. Стационарное вращение неуравновешенного ротора, частично заполненного жидкостью при действии сил внешнего трения // Современные проблемы науки и образования - 2012. - № 6. - с. 102. - Режим доступа: <http://www.science-education.ru/106-7825>
5. Мартюшев Н.В. Расчет параметров структуры материалов с помощью программных средств // В мире научных открытий. - 2011 - №. 1 (13) - С. 77-82.

6. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В. MATERIALS AND ENGINEERING SCIENCE (УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. - 2013. - № 2. - с. 126-127.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ ЖИДКОСТНЫМ АВТОБАЛАНСИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Пономарёв А.В.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: epashkov1@sibmail.com

Введение

Известные автобалансирующие устройства (АБУ) достаточно эффективно уменьшают режимное изменение дисбаланса ротора. Однако такая результативность достигается за счет использования тяжелой жидкости (ртути) в качестве корректирующей массы [1]. При разработке машин и приборов стремятся избегать использования высокотоксичных веществ. Имеющиеся нетоксичные жидкости обладают плотностью не более 2 г/см³, поэтому использование их в качестве корректирующей массы в жидкостных АБУ, вместо ртути, ведет к снижению эффективности автоматической балансировки ротора [2]. Именно из-за недостаточной эффективности жидкостных АБУ, обусловленной малой плотностью жидкости, факторы, влияющие на точность балансировки, были слабо освещены. На кафедре ТПМ ТПУ было разработано устройство [3], позволяющее многократно повышать эффективность автоматической балансировки роторов с помощью жидкостных АБУ. В связи с этим возникла необходимость исследования различных факторов, которые влияют на точность балансировки.

Материал и методы исследования

В большинстве работ [3, 4], посвященных исследованию балансировки ротора жидкостными АБУ, используется модель, содержащая обойму, жестко закрепляемую на гибком валу полость в обойме частично заполняется жидкостью, т.е. обойма играет роль резервуара. В некоторых

реальных машинах ротор жесткий, а корпус упруго связан с основанием. Динамику такой машины точнее описывает модель ротора, содержащая резервуар-обойму, закрепляемую на жестком валу, который имеет возможность вращения в подшипниках [5, 6]. Подшипники идеальные (без люфта) установлены в корпусе, который упруго связан с основанием.

Результаты исследования и их обсуждение

Покажем влияние различных факторов на точность балансировки - это необходимо для пояснения дальнейших исследований.

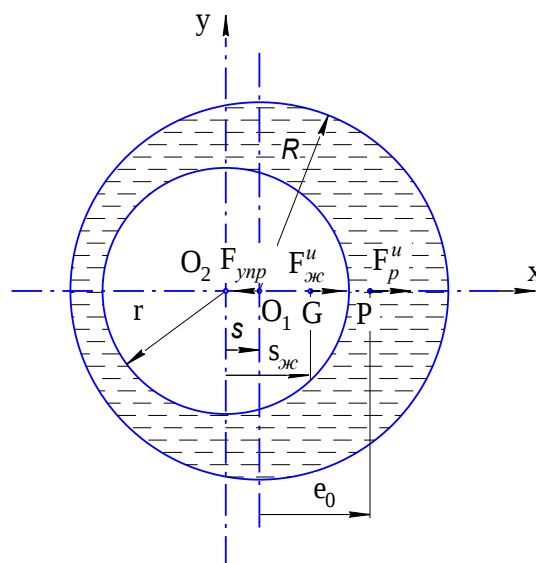


Рис. 1. Схема сил в жидкостном АБУ

По первому варианту модели, при вращении ротора с постоянной частотой $\omega = \text{const}$ и сдвиг фаз $\gamma = 0$ в резонансной области отражен на рисунке 1. Вал ротора прогибается таким образом, что вся система: резервуар, жидкость – осуществляет вращение вокруг неподвижной оси z (в проекции точка O_2), проходящей через центры поперечных сечений цапф вала ротора. При этом свободная поверхность жидкости в обойме принимает форму параболоида вращения, который обычно [4, 5] аппроксимируется цилиндром. Силы, действующие на резервуар, удовлетворяют уравнению, составленному по методу кинестатики:

$$\sum \bar{F} = \bar{F}_{\text{упр}} + \bar{F}_p^u + \bar{F}_{\text{жс}}^u = 0$$

или в проекциях на ось x :

$$-F_{\text{упр}} + F_p^u + F_{\text{жс}}^u = 0, \quad (1)$$

где $F_{\text{упр}} = cs$ – сила упругости гибкого невесомого вала в радиальном направлении;

$F_p^u = m\omega^2(s + e_0)$ – сила инерции ротора, приложенная к его центру масс (точка P);

$F_{\text{жс}}^u = m\omega^2 s_{\text{жс}}$ – сила инерции жидкости, приложенная к ее центру масс; c – радиальная жесткость вала в плоскости камеры; s – прогиб вала в плоскости резервуара; m – масса ротора с резервуаром; e_0 – начальный дисбаланс ротора;

$m_{\text{жс}} = \rho\pi h(R^2 - r^2)$ – масса жидкости;

$s_{\text{жс}} = s \frac{R^2}{(R^2 - r^2)}$ – расстояние от оси вращения ротора до центра масс жидкости; ω – частота вращения ротора; ρ , r – плотность жидкости и радиус ее свободной поверхности; h , R – высота и радиус внутренней поверхности резервуара.

Из уравнения (1) получается известное выражение для прогиба вала ротора в плоскости коррекции [2], а так же выражению (4) при отсутствии внешнего трения $\chi = 0$:

$$s = \frac{e_0 m \omega^2}{c - (m + \rho\pi h R^2) \omega^2}. \quad (2)$$

Анализ этого уравнения показывает, что прогиб вала, а вместе с ним и динамические нагрузки в опорах ротора тем больше, чем начальный дисбаланс ротора; и чем ближе частота вращения ротора к резонансной частоте, определяемой выражением:

$$\omega_k = \sqrt{\frac{c}{m + \rho\pi h R^2}}. \quad (3)$$

Отсюда видно, что резонансная частота зависит от радиальной жесткости вала, массы ротора и параметров жидкостного автобалансирующего устройства ρ , h , R .

Уравнения (2) и (3), критическая частота ω_k и прогиб вала s не зависят от радиуса r_2 свободной поверхности жидкости, от которого зависит зна-

чение объема жидкости в обойме, а соответственно и ее массы. Следовательно, жидкости в обойме должно быть столько, чтобы ее свободная поверхность не пересекалась с внутренней цилиндрической частью поверхности камеры, запишем это условие:

$$R - r \geq s. \quad (4)$$

Это неравенство является условием достаточности жидкости. Получается парадоксальный результат масса жидкости в резервуаре, зависит от радиуса свободной поверхности жидкости, а прогиб вала s , как видно из выражения (2), от радиуса свободной поверхности жидкости не зависит при выполнении условия (4) достаточности жидкости. Следовательно, прогиб вала от массы жидкости не зависит при выполнении условия ее достаточности. Это может быть объяснено следующим образом. При выполнении условия (4) имеется часть жидкости, заключенная между свободной поверхностью жидкости и цилиндрической поверхностью, касающейся поверхности резервуара и имеющей ось, совпадающую с осью вращения ротора. Эта часть жидкости не участвует в процессе балансировки, так как ее центр масс совпадает с осью вращения ротора, и эта часть жидкости уравнивает саму себя.

При невыполнении условия (4) свободная поверхность жидкости прерывается поверхностью резервуара. В этом случае прогиб s_1 вала определяется уравнением:

$$s_1 = \frac{e_0 m \omega^2}{c - (m + k\rho\pi h R^2) \omega^2}. \quad (5)$$

Это уравнение отличается от уравнения (2) наличием переводного коэффициента k , который при невыполнении условия достаточности жидкости находится в функциональной зависимости от массы жидкости. Точное выражение для этой зависимости довольно громоздко по форме. Это значение определяется формулой:

$m_b = 2s\rho\pi h R$. Таким образом, амплитуда колебаний ротора оказывается связанной с массой жидкости в камере, но только при выполнении условия достаточности жидкости.

Аналогично и критическая частота вращения ротора при невыполнении условия (4) оказывается в зависимости от массы жидкости в камере. Эта частота определяется выражением:

$$\omega_{k1} = \sqrt{\frac{c}{m + k\rho\pi h R^2}}. \quad (6)$$

При приближении частоты вращения, ротора к критической, частоте, должно наблюдаться возрастание амплитуды колебаний ротора s .

Заключение

По полученным результатам можно сделать следующие выводы амплитуда колебаний на закритических частотах будет тем меньше, чем

больше параметры жидкостного автобалансирующего устройства: высота и радиус внутренней поверхности резервуара, а так же плотность жидкости. Эффективность автоматической балансировки тем выше, чем больше параметры жидкостного АБУ. При выполнении условия достаточности жидкости в обойме, амплитуда колебаний ротора оказывается независимой от массы жидкости в резервуаре. Критическая частота вращения ротора не зависит от объема жидкости в обойме при выполнении условия ее достаточности.

Литература

1. Саруев Л.А., Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В. Математическое моделирование гидроимпульсного механизма бурильных машин // В мире научных открытий. - 2010 - №. 6-3 (13) - С. 61-65.
2. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В., Кузнецов И.В. Исследование эффективности балансировки жидкостным автобалансирующими устройствами // Современные проблемы науки и образования – 2013. – № 1. – с. 2. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/107-7919>

3. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В., Кузнецов И.В. Влияние эллипсности и эксцентриситета резервуара на точность автоматической балансировки // Современные проблемы науки и образования – 2013. – № 2. – с. 8. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/108-8472>

4. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. Стационарное вращение неуравновешенного ротора, частично заполненного жидкостью при действии сил внешнего трения // Современные проблемы науки и образования – 2012. – № 6. – с. 102. – Режим доступа: <http://www.science-education.ru/106-7825>

5. Мартюшев Н.В. Расчет параметров структуры материалов с помощью программных средств // В мире научных открытий. - 2011 - №. 1 (13) - С. 77-82.

6. Пашков Е.Н., Мартюшев Н.В. MATERIALS AND ENGINEERING SCIENCE (УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 2. – с. 126-127

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ВНЕДРЕНИЕ ОБЛАЧНОГО ИТ-СЕРВИСА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Разумников С.В.

Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета
652055, Россия, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: demolove7@inbox.ru

Введение

Под принятием решений понимается выбор одной альтернативы из полученного или заданного множества альтернатив. Реализация любой альтернативы предполагает наступление некоторых последствий, анализ и оценка которых по векторному критерию эффективности полностью характеризуют альтернативу. Решение задач сводится к выявлению и исследованию предпочтений лица, принимающего решение (ЛПР), а также к построению на этой основе адекватной модели выбора наилучшей в некотором конкретном смысле альтернативы. Важной особенностью задач принятия решений является необходимость учета субъективных суждений ЛПР при формализации предпочтений и выборе наилучшей альтернативы. Эта особенность означает, что различные ЛПР в одной и той же ситуации принятия решений, на основе одной и той же модели могут получить различный результат.

Сложность связей ситуации принятия решений, отсутствие точного прогноза последствий приводят к тому, что при оценке и выборе альтернатив возможно, а зачастую и необходимо использовать и обрабатывать качественные нечеткие оценки.

В работе рассматривается метод анализа альтернатив в случае, когда критериальные оценки задаются как степени соответствия альтернатив

понятиям, определенным критериями. Используется свертка на основе операции пересечения нечетких множеств.

Рассматривается метод анализа альтернатив в случае, когда критериальные оценки задаются как степени соответствия альтернатив понятиям, определяемыми критериями. Используется свертка на основе операции пересечения нечетких множеств [1].

Пусть имеется множество из m альтернатив:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}.$$

Тогда для критерия C может быть рассмотрено нечеткое множество:

$$C = \left\{ \frac{\mu_C(a_1)}{a_1}, \frac{\mu_C(a_2)}{a_2}, \dots, \frac{\mu_C(a_m)}{a_m} \right\},$$

где $\mu_C(a_i) \in [0,1]$ – оценка альтернативы a_i по критерию C , характеризует степень соответствия альтернативы понятию, определенному критерием C .

Если имеется n критериев: $C_1, C_2, \dots, C_n$, то лучшей считается альтернатива, удовлетворяющая и критерию C_1 , и C_2 , и $\dots$, C_n . Тогда правило для выбора наилучшей альтернативы может быть записано в виде пересечения соответствующих нечетких множеств.