УДК 62-755

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОБАЛАНСИРОВКИ РОТОРА СУДОВОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА ШАРИКОВЫМ АВТОБАЛАНСИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

А.Н.Горбенко, канд. техн. наук, О.П.Радченко, инженер,

Керченский Морской Технологический Институт, Украина

Проведенные ранее теоретические и численные исследования [1], показали, что применение шарикового автобалансира в судовом центробежном сепараторе нефтепродуктов может привести к снижению виброактивности и повышению надежности механизма. Численное моделирование динамики механической системы «ротор сепаратора – шариковый автобалансир» показало, что реальные характеристики существующих судовых сепараторов соответствуют условиям эффективного действия шарикового автобалансира. Однако необходимо отметить, что в данной механической системе особое внимание необходимо уделить следующим факторам. Первый: реальные значения коэффициентов вязкого трения шаров значительно меньше оптимальных. Второй: избыточная масса шаров заметно ухудшает устойчивость автобалансировки [2,3]. Следовательно необходимо обеспечить достаточно большое трение при оптимальной массе. При одновременном увеличении количества и уменьшении радиусов шаров это возможно.

Эти условия, а также геометрические параметры барабана сепаратора, определяли методику подбора оптимальных параметров шаров в экспериментах.

Из трех моделей сепараторов, задействованных в экспериментах (саморазгружающийся - Alfa Laval MAPX и несаморазгружающийся - Alfa Laval MAB и СЦ-1,5) наиболее сложным для автоматической балансировки представляется СЦ-1,5. Принципиально это обусловлено тем, что чем больше отношение рабочей частоты вращения ротора к частоте его собственных колебаний, тем более устойчиво проявляется эффект автобалансировки. Это отношение у СЦ-1,5 на 15-20% меньше, чем у Alfa Laval. И действительно более эффективные экспериментальные результаты получены на сепараторах Alfa Laval. В связи с этим авторы считают необходимым детально остановиться на более сложном случае.

Эксперименты, проведенные с сепаратором СЦ-1,5 сводились к следующему. Стальные шары погружались во внутреннюю полость барабана, как показано на рисунке 1. Далее сепаратор собирался и вводился в работу, в режиме сепарации дизельного топлива согласно с правилами эксплуатации.

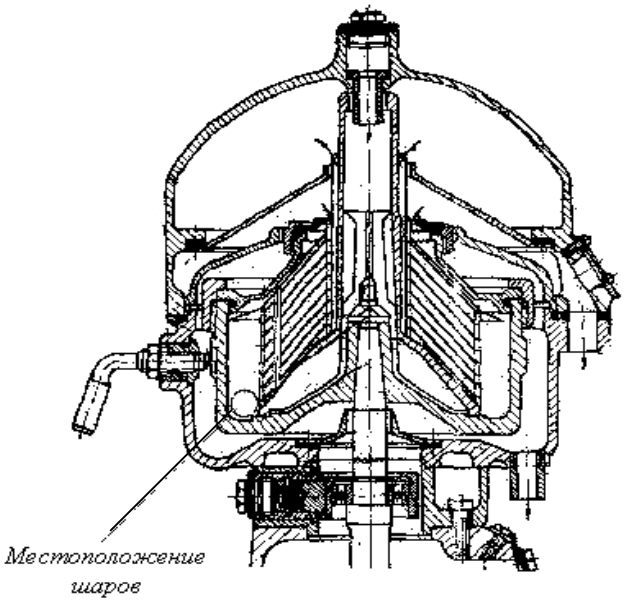

Рис.1. Расположение шаров в СЦ-1,5

Электрический сигнал с пьезоэлектрического вибрационного датчика сейсмического типа ДП-3, предварительно установленного на корпусе сепаратора в районе верхней опоры, посредствам аналого-цифрового преобразователя принимался и сохранялся на ПК.

Далее количество шаров увеличивалось, замер повторялся. Таким образом проведены две серии экспериментов с 5, 8, 11 и 14 шарами радиусом 8 мм. в первой и 7, 11, 15, 19 и 23 шарами радиусом 6,4 мм. во второй.

Обработка сигналов датчика производилась следующим образом. Каждый сигнал раскладывался в спектр и сравнивался с аналогично разложенным, предварительно полученным сигналом, отображающим виброактивность сепаратора без шаров. Диапазон спектра, в котором производился сравнительный анализ от 10 до 1000 Гц. Погрешность измерений не превышала 3 %.

Эффективность автобалансировки ротора отражает величина снижения уровня виброускорения $\Delta V a$ по сравнению с сигналом датчика при работе сепаратора без автобалансира. Зависимость $\Delta V a$ в серии экспериментов с шарами диаметром 6,4 мм показана на рисунке 2. Как видно из графика наибольшая эффективность работы автобалансира достигнута при 15 шарах. Это значит, что такая суммарная масса шаров являлась оптимальной для данного ротора.

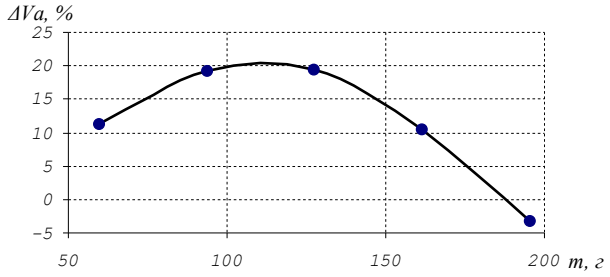

Рис.2. Зависимость эффективности работы автобалансира ΔVa от общей массы шаров (диаметр шара 6,4 мм, точки соответствуют результатам с 7, 11, 15, 19 и 23 шарами)

Увеличив радиус шара при той же общей массе шаров, не было достигнуто снижения виброактивности сепаратора, т.е. с ростом количества шаров виброактивность механизма увеличивалось. Это можно объяснить влиянием вязкого трения шаров. При одинаковой массе коэффициент вязкого трения шаров в удачной серии экспериментов почти в 2 раза выше. Это, по мнению авторов, и обеспечивает соблюдение всех условий необходимых для эффективного действия данного автобалансирующего устройства.

Стоит отметить, что в экспериментах с сепараторами Alfa Laval удавалось достигать 35% снижения виброактивности механизма. По результатам экспериментов можно сделать вывод. Повышение надежности сепаратора путем снижения вибрации, за счет установки шарикового автобалансира действительно возможно при соблюдении условий: оптимальный подбор массово-геометрических параметров и создание достаточно высокого вязкого трения шаров.

Одним из перспективных направлений дальнейшего исследования данной механической системы авторам представляется подтверждение такого ее свойства, как активизация нефтепродукта (топлива). Это возможно путем разрушения входящих в нефтепродукт жидкокристаллических образований [4].

Литература

1. Горбенко А.Н., Радченко О.П. Математическая модель ротора центробежного сепаратора с шариковым автобалансиром // Механизация производственных процессов рыбного хозяйства, промышленных и аграрных предприятий. Сб. науч. тр. КМТИ. – Керчь: КМТИ. – 2001. – Вып.1– с. 49-52.

2. Горбенко А.Н., Радченко О.П. О зависимости эффективности автобалансировки ротора шарами от трения в механической системе // Тезисы докладов VII Всероссийского съезда по теоретической и прикладной механике (Пермь, 23-29.08.2001).

3. Горбенко А.Н., Радченко О.П. Определение границ устойчивости процесса автобалансировки ротора шарами путем численного решения уравнений движения // Механіка та машинобудування. Изд. Харьковский государственный политехнический университет, 2000, - №1, с. 123-127.

4. Поповский Ю.М., Ханмамедов С.А., Заболотский Ю.В. Связь ориентационной упорядоченности в пристенных слоях углеводородных жидкостей со «смазочной способностью». // Вопросы физики формообразования и фазовых превращений. – Калинин, 1989. – с. 49 -57.

Библиографическое описание статьи:

Горбенко А.Н., Радченко О.П. Результаты экспериментального исследования автобалансировки ротора судового центробежного сепаратора шариковым автобалансирующим устройством // Авиационно-космическая техника и технология: Сборник научных трудов. - Харьков: "Харьковский авиационный институт", 2002. – Вып. 31. Двигатели и энергоустановки - с. 109-110.