

*Секція динаміки та міцності*  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В  
УСТРОЙСТВЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОСЕВОГО  
УРАВНОВЕШИВАНИЯ РОТОРА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА**

*Зуева Н.В., ст. преп., канд. техн. наук, СумГУ,  
Коверцов С.Ю., студент гр. ДМ-41, СумГУ*

На ротор многоступенчатого высоконапорного насоса действует большая по абсолютному значению осевая сила, поэтому устройства для ее уравновешивания оказываются напряженными и энергонасыщенными. Гидропята представляет собой систему автоматического регулирования торцового зазора, несущей способности и протечек. Но ее использование влечет за собой большие потери жидкости. Чтобы обеспечить малые потери рабочей среды, необходимо уменьшать торцовый зазор при возможных изменениях осевой силы и деформациях диска гидропята, а это влечет за собой опасность контакта торцовых поверхностей. Именно этим, прежде всего, определяется актуальность проблем расчета и конструирования гидропят.

Поиск оптимальных решений привел к появлению новых конструкций гидропят с упруго установленными вкладышами. Такие конструкции позволяют отслеживать возможные перекосы диска гидропята или опорного кольца и обеспечивать плоскостность канала, тем самым, уменьшая протечки и возможность контакта торцовых поверхностей.

Целью работы является исследование гидродинамических процессов в дросселирующих каналах гидропята с упруго установленными вкладышами и построение статических, расходных характеристик, дающих представление об эффективности этого устройства.

**УТОЧНЕНИЕ МЕТОДОВ РАСЧЁТА ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ ОСЕВЫХ СИЛ  
ЦЕНТРОБЕЖНЫХ МАШИН**

*Марцинковский В.А., проф., доктор техн. наук, СумГУ,  
Коцегуб Я., студент гр. ДМ-41, СумГУ*

В центробежных многоступенчатых насосах на ротор действует сложная система сил, преобладающей из которых является осевая сила, достигающая десятков тонн. Поэтому актуальной является проблема разгрузки этой силы. В последнее время широкое распространение получили автоматические уравновешивающие устройства – гидропята, способные уравновешивать осевые силы в широком диапазоне их изменения. Для проектирования узла гидропята практически необходимым является уточнённый расчет гидродинамики торцового дросселя. При этом

## Секція динаміки та міцності

практически неизученной является проблема взаимовлияния деформации разгрузочного диска и гидродинамики торцового дросселя.

В работе рассмотрено как ламинарное, так и турбулентное движение жидкости в торцовом конусном канале с произвольно изменяющимся зазором. Проведены теоретические исследования гидродинамики с учётом непараллельности поверхностей разгрузочного диска и подушки гидропята с численным интегрированием основных зависимостей. В результате расчета построены статическая и расходная характеристики гидропята, а также проведен анализ статической устойчивости с учётом непараллельности рабочих поверхностей торцового дросселя; решена задача статической гидроупругости. Работа позволяет проводить аналитические и численные исследования влияние деформации элементов устройств авторазгрузки осевых сил центробежных машин на основные гидродинамические характеристики гидропят.

## ВЕРОЯТНОСТНЫЙ РАСЧЁТ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО УРАВНОВЕШИВАНИЯ ОСЕВЫХ СИЛ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ МАШИН

*Павленко И.В., аспирант, СумГУ,  
Суханов В.В., студент гр. ДМ-41, СумГУ*

Во многих отраслях промышленности для уравновешивания осевых сил, действующих на ротор многоступенчатых центробежных машин применяются системы авторазгрузки – гидропята. Основные физические и геометрические параметры гидропята как гидромеханической системы зависят от многих случайных факторов, поэтому они также являются случайными величинами. На этапе проектирования невозможно абсолютно точно определить основные параметры системы «ротор – разгрузочное устройство», в связи с чем возникает проблема учёта вероятностной природы изменения параметров системы. Эта проблема решается путём применения методов теории вероятностей и математической статистики, позволяющих определять расчётные характеристики гидропята как результат обработки достаточно большого числа математических экспериментов.

В работе проведен статический расчёт гидропята с учётом случайной природы изменения основных геометрических и физических параметров. Созданы компьютерные программы для построения статической и расходной характеристик в средах программирования Turbo Pascal и MathCAD-14. Определены математические ожидания и среднеквадратические отклонения, а также построены доверительные области статической и расходной характеристик. Исследован вклад случайного изменения основных параметров системы авторазгрузки на рабочее значение торцового зазора и величину протечек рабочей жидкости через узел гидропята.