

*Мурадов Акрамжон Абдусаттарович*

*Наманганский инженерно-технологический институт*

**ВЛИЯНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НА ЦЕЛЕВУЮ  
ФУНКЦИЮ ИЗ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ**

*Аннотация:* В данной работе в качестве примера применения целевой функции рассматривается оптимизация малошумящего многоступенчатого герметичного насоса с тремя критериями оптимизации: отклонение от заданных значений давления, кавитационные свойства и пульсации давления, вызывающие гидродинамический шум.

*Ключевые слова:* центробежный насос, оптимизация, целевая функция, отклонение, гидродинамический шум

*Muradov Akramjon Abdusattarovich, Associate Professor Namangan  
Engineering Technological Institute*

**THE INFLUENCE OF WEIGHT COEFFICIENTS ON THE  
OBJECTIVE FUNCTION FROM THE OPTIMIZATION CRITERIA**

*Abstract:* In this paper, as an example of the application of the objective function, the optimization of a low-noise multistage sealed pump with three optimization criteria is considered: deviation from the set pressure values, cavitation properties and pressure pulsations that cause hydrodynamic noise.

*Key words:* centrifugal pump, optimization, objective function, deviation, hydrodynamic noise

В качестве примера применения целевой функции рассмотрим оптимизацию малошумного многоступенчатого герметичного насоса с тремя критериями оптимизации: отклонение от заданных значений напора, кавитационные качества и пульсации давления, вызывающие гидродинамический шум.

Наряду с вышеуказанными критериями оптимизации в данном случае использовался критерий, характеризующий интенсивность пульсаций давления на входе в направляющий аппарат (Рисунок 1):

$$P_i = 20 \lg \left( \frac{A_i}{2 \cdot 10^{-5}} \right),$$

где  $A$  – амплитуда пульсаций давления заданной частоты на входе в направляющий аппарат.

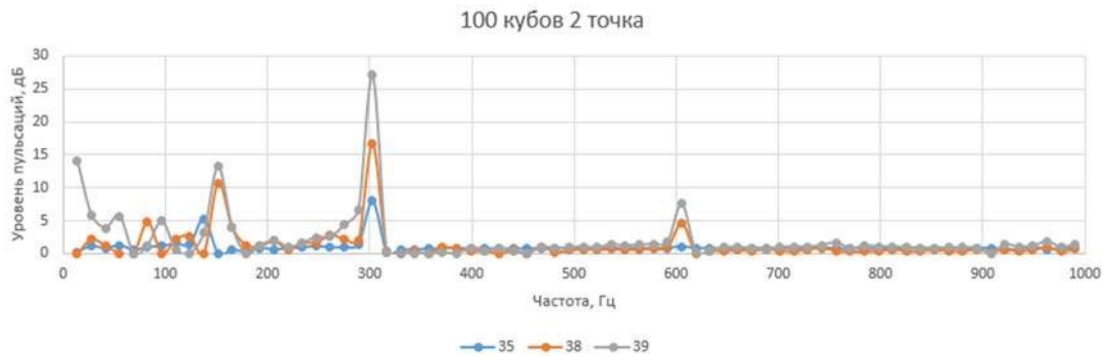


Рисунок 1. Разложение в спектр сигнала пульсаций давления

В результате расчета 32 моделей по ЛП-тау алгоритму оптимизации получается следующая таблица результатов (все критерии приведены к безразмерному виду) (Таблица 1).

Таблиц

а 1. Результаты оптимизации насоса по четырем критериям

№ модели	$K_{1H}, \%$	$K_{2H}, \%$	$C_{\text{кав}}, \%$	$P, \%$
0	4,46	309	4,14	12,1
1	4,65	114	22,1	14,8
...				
31	16,5	15,8	21,5	6,37

При небольшом количестве рассчитанных моделей есть возможность выбрать наилучший вариант, проанализировав таблицу результатов.

Другим вариантом является введение целевой функции с весовыми коэффициентами для каждого критерия:

$$L = L_H K_{1H} + L_{H2} K_{2H} + L_{\text{кав}} C_{\text{кав}} + L_P P$$

Для различных значений коэффициентов в зависимости от конкретных требований к насосу можно выбрать различные проточные части (Таблица 2).

Таблица 2. Выбор различных проточных частей в зависимости от значений весовых коэффициентов

Значение весовых коэффициентов			Номер модели с мин. ЦФ	Значение ЦФ	Значение критериев оптимизации			
L	L <sub>кав</sub>	L			L	K	K	C <sub>кав</sub>
1	0,1	0,1	22	15,0	1,86	11,52	2,21	14,1
0.1	1	0.1	22	4,96	1,86	11,52	2,21	14,1
0.1	0.1	1	31	11,7	16,55	15,826	21,40	6,34

Выбор критериев оптимизации также определяет используемую математическую модель в процессе расчета проточных частей. Во многих случаях нет необходимости использовать требующую существенных вычислительных ресурсов нестационарную модель.

Таблиц

а 3. Выбор используемой математической модели в зависимости от выбранных критериев оптимизации

Стационарный расчет	Нестационарный расчет
Гидравлический КПД вблизи оптимума	Виброакустические свойства
Статические нагрузки в оптимальном режиме	Нестационарные нагрузки
Напор вблизи оптимума	Напор, КПД, нагрузки в режимах вдали от оптимального
Критерий кавитации	

После выбора критериев оптимизации необходимо определиться с параметрами. Как уже говорилось, сложность состоит в том, что проточная часть насоса имеет очень много варьируемых геометрических параметров, и в

процедуру оптимизации необходимо вовлекать только те из них, которые оказывают наибольшее влияние на выбранные критерии.

Возможно использование двух способов выбора параметров оптимизации:

1. экспертная оценка на основе опыта проектирования и расчета первоначальной проточной части;
2. оценка влияния параметров на критерии оптимизации расчетным путем.

Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки.

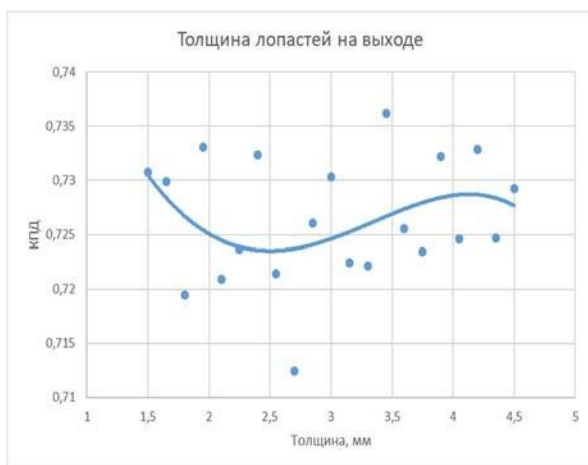
При постановке задачи оптимизации лучше всего комбинировать два этих подхода. При использовании второго подхода необходимо рассчитать некоторое количество проточных частей, изменяя только один параметр и так для каждого потенциального параметра оптимизации.

Ниже приведены два графика полученные для насоса низкой быстроходности иллюстрирующие такой подход (Рисунок 2).

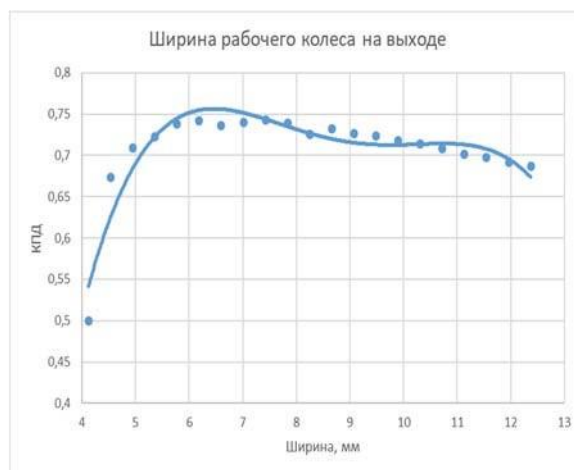
Видно, что влияние ширины колеса гораздо существенней, поэтому она выбрана в качестве одного из критериев оптимизации.

Существенную сложность в процессе оптимизации проточной части методом численного моделирования представляет создание 3D-моделей проточной части.

При отсутствии программных кодов для построения элементов проточной части (как в случае отводящего устройства с разделительным ребром) возникает необходимость создания собственных средств для получения исходных для моделирования моделей.



а



б

Рисунок 2. Влияние толщины лопасти на выходе из рабочего колеса (а) и ширины на выходе из канала рабочего колеса (б) на гидравлический КПД

### Литература

1. Комплексная оптимизация проточной части герметичного насоса методом ЛП-тау поиска. // В.О.Ломакин [и др.] Насосы. Турбины. Системы. 2016. №1(18). С.12-15.
2. Ломакин В.О., Черемушкин В.А. Теоретическое описание и численное моделирование работы гидродинамической муфты // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. № 3. URL: <http://technomag.bmstu.ru/doc/835325.html>
3. Н.Ю. Шарипбаев, М.Тургунов, Моделирование энергетического спектра плотности состояний в сильно легированных полупроводниках, Теория и практика современной науки №12(42), 2018 с.513-516
4. Н.Ю. Шарипбаев, Ж Мирзаев, ЭЮ Шарипбаев, Температурная зависимость энергетических щелей в ускозонных полупроводниках, Теория и практика современной науки, № 12(42), 2018 с. 509-513
5. М. Тулкинов, Э. Ю. Шарипбаев, Д. Ж . Холбаев. Использование солнечных и ветряных электростанций малой мощности. "Экономика и социум" №5(72) 2020.с.245-249.