

УДК 621.65

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗГРУЗОЧНЫХ КАНАВОК НА ПУЛЬСАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА

© 2010 Г.О. Белов¹, А.Н. Крючков², Л.В. Родионов¹, Е.В. Шахматов¹¹Самарский государственный аэрокосмический университет²Институт акустики машин, г. Самара

Поступила в редакцию 7.12.2009

В статье проводится экспериментальное исследование влияния геометрии разгрузочных канавок на пульсационное состояние шестеренного насоса. Предложен профиль разгрузочных канавок, обеспечивающий снижение пульсаций на входе и выходе из насоса.

Ключевые слова: шестеренный насос, разгрузочные канавки, пульсации давления, гидростенд, расход насоса, подпятники, фильтр низкого давления, подкачивающий насос, гаситель колебаний, датчики пульсаций давления, спектр сигнала

Одним из главных недостатков шестеренного насоса является образование запертого объема в результате нахождения в зацеплении одновременно двух пар зубьев, что приводит к увеличению пульсаций расхода и повышению уровня звукового давления при работе шестеренного качающего узла [1, 2, 3].

Для обеспечения требуемого пульсационного состояния качающего узла на стадии проектирования (при невозможности изменения его геометрических и режимных параметров) и на стадии доводки необходимо применять мероприятия по достижению требуемых виброакустических нагрузок насоса.

Существует множество разнообразных мероприятий по разгрузке «запертого» объема. Наибольшее распространение получили разгрузочные канавки, выполненные в торцевых уплотнениях шестерен.

Используя разработанную авторами математическую модель гидродинамики «запертого» объема в шестеренном насосе были подобраны различные профили разгрузочных канавок.

Внешний вид исходного и предложенных профилей разгрузочных канавок представлен на рис.1, 2, 3, 4.

Для оценки эффективности каждого из предложенных вариантов были проведены измере-

Белов Глеб Олегович, аспирант кафедры «Автоматические системы энергетических установок».

E-mail: glebbelov@mail.ru

Крючков Александр Николаевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора.

E-mail: kan@ssau.ru

Родионов Леонид Валерьевич, кандидат технических наук, ассистент кафедры «Автоматические системы энергетических установок». *E-mail: rl63@bk.ru*

Шахматов Евгений Владимирович, доктор технических наук, профессор, проректор по науке и инновациям.

E-mail: iam@ssau.ru



Рис. 1. Заводские канавки



Рис. 2. Вариант исполнения разгрузочных канавок №1

ния пульсаций давления на входе и выходе из шестеренного насоса.

Поскольку качество исследовательских работ во многом определяется техническими характеристиками и возможностями испытательного оборудования (стендового оборудования и измерительной аппаратуры), то его созданию необходимо уделять большое внимание [4]. Авторами использовалась созданная ими стендовая установка для исследова-



Рис. 3. Вариант исполнения разгрузочных канавок №2

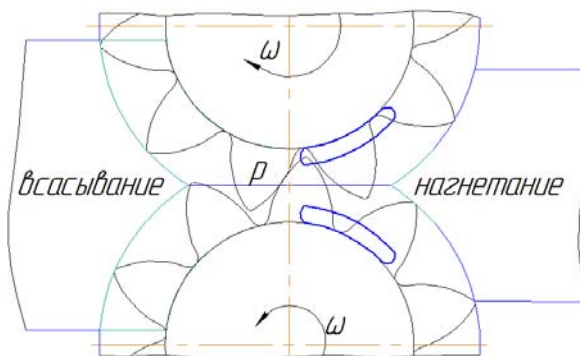


Рис. 4. Вариант исполнения разгрузочных канавок №3

ния пульсационных и виброакустических процессов (СВШН-08). Компоновочная схема стендовой установки представлена на рис. 5.

В качестве измерительной системы использовался портативный 12 канальный анализатор вибрационных и акустических сигналов

LMS SCADAS Mobile (SCM05) (рис. 6). SCM05 – прибор для предварительного формирования сигнала, сбора данных и обработки сигнала в широком и разнотипном диапазоне. Основные технические характеристики представлены в табл. 1.

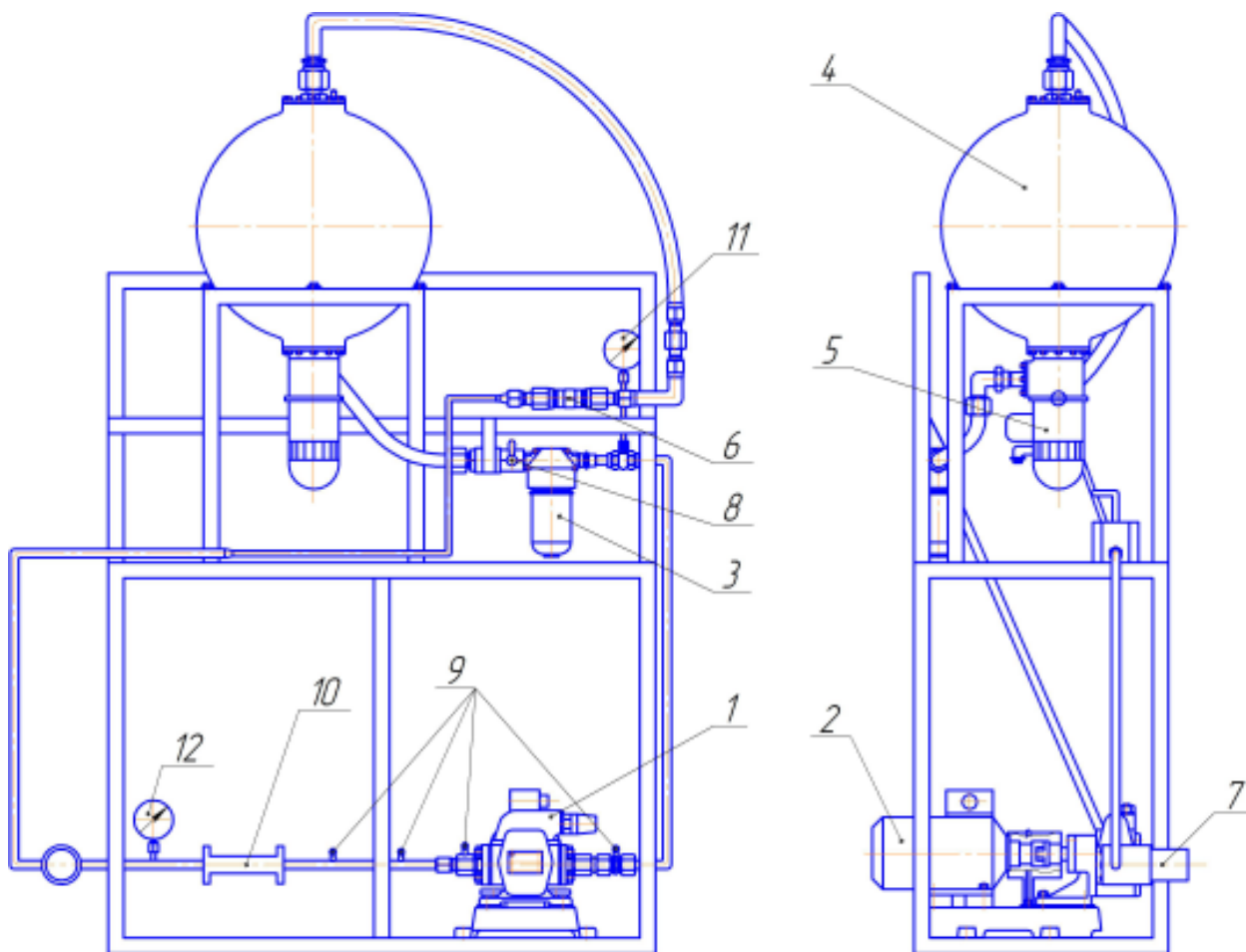


Рис. 5. Компоновочная схема стендовой установки СВШН-08:

1 – шестеренный насос; 2 – приводной электродвигатель; 3 – фильтр низкого давления; 4 – бак с рабочей жидкостью; 5 – подкачивающий центробежный насос; 6 – турбинный датчик расхода; 7 – магнитно-золотниковый кран; 8 – отсечной кран; 9 – датчики пульсаций давления; 10 – гаситель колебаний; 11,12 – манометры



Рис. 6. Внешний вид LMS SCADAS Mobile

Измерения пульсаций давления осуществлялись при помощи датчиков пульсаций PCB HM101A. В

табл. 2 представлены характеристики датчиков пульсаций, применяемых в исследованиях.

Сравнение спектров на входе и выходе из шестеренного насоса при частоте вращения $n=1500$ об/мин и давлении на выходе $P_{\text{вых}}=2$ МПа представлены на рис. 7 и 8.

Анализ рис. 7 и 8 показывает, что амплитуда пульсаций давления по среднеквадратичному значению с конфигурацией разгрузочных канавок выполненной по варианту №1 снижена на выходе из насоса на 19%, на входе в насос снижена на 27%. Вариант разгрузочных канавок №3 привел к снижению пульсаций на входе в шестеренный насос на 15% по средне-

Таблица 1. Технические характеристики анализатора SCM05 (Бельгия)

Количество каналов	12
Максимально возможное количество каналов	40
Размеры, мм	340x78x295
Масса (максимальная), кг	6,2
Температурный диапазон, °C	-10...+55
Соответствие требованиям стандартов MIL-STD 810F:	
Вибрация и удар, g	до 60
Влажность, %	до 95
Тахо канал (встроенный)	2
Канал генератора выхода сигналов (встроенный)	2
Соединение с ПК	Ethernet
Блок питания (встроенный)	
Переменное напряжение, В	110-220;
Постоянное напряжение, В	9-36
Питание	сеть/батарея
Емкость батареи, час	1...2,5
Динамическая производительность:	
Отношение сигнал-шум, дБ	более 105
Свободный динамический диапазон, дБ	более 138
Полный динамический диапазон, дБ	не менее 170

Таблица 2. Основные технические характеристики датчика пульсации PCB HM101A

Характеристики	СИ
Диапазон измерений ($\pm 5V$)	3450 кПа
Чувствительность ($\pm 1mV/psi$)	1.45 мВ/кПа
Максимальное давление (статическое)	34500 кПа
Разрешающая способность	0.07 кПа
Резонансная частота	≥ 400 кГц
Погрешность измерений, %	0,5

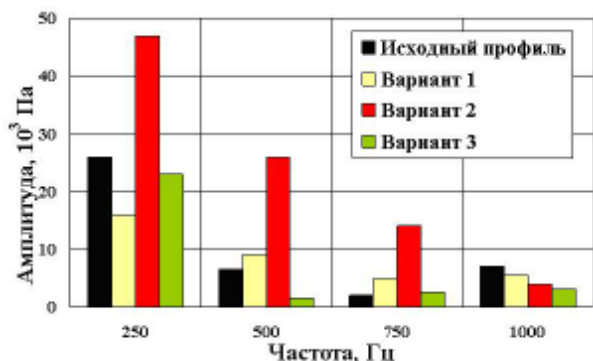


Рис. 7. Спектр пульсаций давления на входе в шестеренный насос при различных вариантах разгрузочных канавок

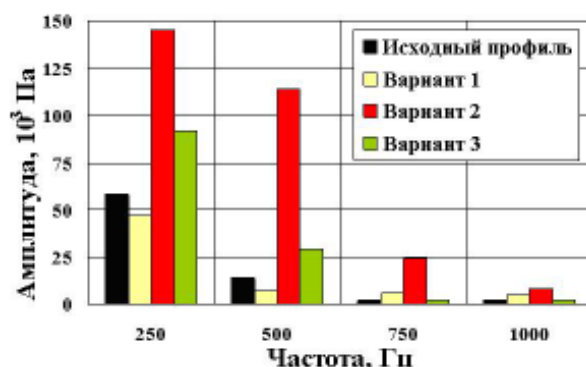


Рис. 8. Спектр пульсаций давления на выходе в шестеренный насос при различных вариантах разгрузочных канавок

квадратичному значению, однако на выходе из насоса пульсации выросли на 61%. Вариант разгрузочных канавок №2 привел к значительному увеличению пульсаций как в области всасывания, так и в области нагнетания насоса. Это обусловлено значительными перетечками из области всасывания в область нагнетания в следствии сильно уменьшенной ширины пояса, разграничивающего эти области.

Таким образом, вариант №1 является предпочтительным. Он ведет к снижению виброакустической нагруженности самого насоса и гидромеханической системы, в которой он установлен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаспаров М.С., Крючков А.Н., Шахматов Е.В., Шорин В.П. Гидродинамика и виброакустика комбинированных насосных агрегатов. Самара: СГАУ, 2006. 85 с.
2. Иголкин А.А., Крючков А.Н., Макарьянц Г.М., Прокофьев А.Б., Прохоров С.П., Шахматов Е.В., Шорин В.П. Снижение колебаний и шума в пневмогидромеханических системах. Самара: СГАУ, 2005. 314 с.
3. Юдин Е.М. Шестеренные насосы. М.: Машиностроение, 1964. 232 с.
4. Зажигаев Л.С., Кишьян А.А., Романников Ю.И. Методы планирования и обработки результатов физического эксперимента. М.: Атомиздат. 1978, 232 с.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF INFLUENCE OF PARAMETERS OF UNLOADING GROOVES ON THE FLOW RIPPLING OF THE GEAR PUMP

© 2010 G.O. Belov¹, A.N. Kruchkov², L.V. Rodionov¹, E.V. Shakhmatov¹

¹Samara State Aerospace University

²Institute of Acoustic of Machines, Samara

In article the experimental research of influence of geometry of unloading grooves on flow rippling of the gear pump is spent. The profile of unloading flutes providing decrease of pulsations on an input and an exit from the pump is offered.

Key words: gear pump, discharge gouges, pulsations of the pressure, hydraulic system, consupction of the pump, filter of the low pressure, swapping in pump, extinguisher of the fluctuations, sensors pulsation pressures, spectrum of the signal

Gleb Belov, Graduate Student. E-mail: glebbelov@mail.ru.
 Alexander Kruchkov, Deputy Director, Doctor of Technics, Associate Professor. E-mail: kan@ssau.ru.
 Leonid Rodionov, Candidate of Technics, Assistant Lecturer. E-mail: rl63@bk.ru.
 Eugene Shakhmatov, Vice Rector for Science and Innovation, Doctor of Technics, Professor. E-mail: iam@ssau.ru