

УДК621.822

**В.Н. Доценко***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»***ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ В ХАИ  
(ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ)**

В статье дан краткий обзор научно-исследовательских работ, проведенных в Харьковском авиационном институте за период с 50-х годов прошлого века по настоящее время, посвященных актуальным вопросам исследования и проектирования подшипников скольжения различных типов.

**подшипники скольжения, исследование и проектирование, обзор выполненных работ**

Начало научно-исследовательских работ, посвященных изучению подшипников скольжения, в Харьковском авиационном институте относится к концу 50-х годов прошлого столетия. По заказу промышленности сотрудники кафедры деталей машин Л.И. Александров, Н.П. Артеменко (в дальнейшем декан авиадвигателестроительного факультета, зав. кафедрой деталей машин и ТММ), Л.М. Фельдман и Ю.В. Яковлев выполнили работу по совершенствованию испытаний натуральных крупногабаритных опор скольжения мощных турбин. Был создан уникальный стенд, использующий принцип гидростатического подъема. Стенд был изготовлен на Харьковском турбогенераторном заводе (ХТГЗ), Электротяжмаше, в Краматорском НИИТМаше, в Челябинске. Результаты исследований докладывались в ЦНИИТМАШе, Институте машиноведения АН СССР, а также на Ш Всесоюзной конференции по трению и износу в машинах [1]. Подобные стенды работают на ряде предприятий и в настоящее время, например на «Турбоатоме». Это было одно из первых исследований опор скольжения гидростатического типа, выполненных в Советском Союзе.

Дальнейшее развитие и существенное расширение круга вопросов, связанных с исследованием подшипников скольжения различных типов, на кафедре «ТММ и ДМ» произошло в конце 60-х – начале 70-х годов, когда эти работы определили приоритетное научное направление кафедры. Ши-

рокомасштабные исследования гидростатодинамических и газостатодинамических опор скольжения для узлов и агрегатов авиационно-космической техники под руководством Н.П. Артеменко были начаты во второй половине 60-х годов (начиная с 1966 – 67 гг.). Творческий коллектив образован из преподавателей на добровольных началах: научный руководитель – Н.П. Артеменко, исполнители – Л.М. Фельдман, В.Н. Доценко, А.И. Зубов, Ф.Ф. Кузьминов, А.И. Поддубный, А.М. Торубара, В.В. Усик. Этим коллективом проведена большая работа по созданию экспериментальной базы. Работы выполнялись для предприятия п/я В2289 (ныне КБ «Южное»), которое в те годы занималось созданием космических энергетических установок (КЭУ) с турбомашинным преобразованием ядерной энергии в электрическую. В качестве теплоносителей использовались жидкие металлы (калий, натрий). Специфика работы опор скольжения высокоскоростных роторов насосов и турбогенератора при смазке этими теплоносителями дала толчок в развитии новых направлений в исследовании подшипниковых опор.

Вследствие малой вязкости смазочных веществ большое внимание уделялось определению режимов течения смазочного вещества (ламинарный, турбулентный, смешанный), устойчивости течения смазочного вещества в зазоре, совместному проявлению гидродинамических и гидростатических эффектов в гидравлических трактах подшипников. Исследованы вопросы, связанные с выбором типа компенсирующего устройства на входе в гидростатические подшипники и формой их камер. Проводились исследования динамических характеристик роторов, установленных на исследуемые опоры, вынужденных колебаний и устойчивости движения системы ротор-опоры. Результаты выполненных исследований легли в основу докторской диссертации руководителя работ Н.П. Артеменко, которая была защищена им в 1978 г.

Чуть позже, в 70-е годы, были начаты работы по созданию гидростатодинамических и газостатодинамических опор для турбонасосных агрегатов ЖРД. Вначале эти работы проводились для Воронежского КБ "Химвтоматика", а затем и для Калининградского КБ "Химмаш". Особенно интересные исследования были связаны с изучением особенностей расчета и

проектирования ТНА, работающих на криогенных компонентах топлива (кислороде, водороде).

Был выполнен большой объем теоретических и опытных исследований, посвященных учету совместного действия напорных и сдвиговых течений в подшипнике (перепад давлений на гидростатическом подшипнике может достигать нескольких сот атмосфер), возможности появления режима двухфазной (газожидкостной) смазки, учету теплообмена между смазочным слоем и тепловыми потоками со стороны окружающих его деталей. Большое внимание уделялось улучшению динамических характеристик системы ротор-опоры за счет введения в состав опорного узла дополнительных упруго-демпферных элементов.

За цикл работ, посвященных исследованию указанных вопросов, сотруднику кафедры В.Н. Доценко была присуждена степень доктора технических наук. Кафедра в это время поддерживала тесные связи с ведущими научными центрами и предприятиями Советского Союза, занимающимися исследованием и проектированием подшипников скольжения: МАИ, КуАИ, КХТИ, ЛПИ, ЦКТИ, ЦИАМ, ЧПИ, ХПИ, Институт ядерной энергетики Ан БССР, ВНПО «Союзтурбогаз», Днепропетровский институт механики АН УССР, Харьковский турбинный завод и др.

Научное направление, созданное профессором Н.П. Артеменко, признано одним из ведущих в бывшем СССР и странах СНГ в области исследования подшипников скольжения. Особенно большие успехи достигнуты при разработке методов расчета и проектирования опор скольжения, работающих на маловязких и двухфазных (газожидкостных) смазочных веществах.

Наряду с исследованием опорных узлов авиационно-космической техники параллельно проводились исследования опор скольжения различных типов и различного назначения для ряда отраслей народного хозяйства. При их исследовании и проектировании были использованы некоторые результаты, полученные ранее для опор авиационно-космической техники. Вместе с тем специфика работы опор в каждом конкретном случае выдвинула ряд новых вопросов, которые составили предмет научного исследования.

Следует отметить цикл работ для ОАО "Турбоатом", проведенных под руководством профессора Н.П. Артеменко сотрудниками кафедры "Детали машин" – А.И. Чайкой, В.В. Усиком, В.И. Назиным. Это исследования различных типов подшипников – радиальных, втулочных, сегментных с подвижными сегментами, радиально-упорных конических втулочных и сегментных, углубленное изучение вопросов, связанных с теплообменными процессами в подшипниках, исследование характеристик подшипников, смазываемых неньютоновскими жидкостями (водосодержащие смазочные вещества типа ВРП – водный раствор полимеров).

А.И. Чайкой проведены обширные работы по изучению динамики исследуемых опор и системы ротор-опоры, а также динамики многоопорных роторов и их диагностики. В настоящее время по результатам выполненных работ А.И. Чайкой представлена к защите докторская диссертация.

Среди других работ, выполненных по данной тематике, следует упомянуть следующие:

– исследование опор гидростатического типа для энергоустановок АЭС, работающих на четырехокси азота, выполненных для Института ядерной энергетики АН БССР;

– разработка опор скольжения для турбодетандерных агрегатов газовой промышленности и газодинамических сухих уплотнений по заказу ВНПО "Турбогаз".

Результаты исследования гидростатодинамических опор, выполненные на кафедре, опубликованы в 10 сборниках научных трудов, а также в монографии [2]. Результаты исследования гидростатодинамических опор явились предметом трех докторских и шестнадцати кандидатских диссертаций.

В последние годы (1998 – 2004 г.) преподавателями и сотрудниками кафедры проводились научные исследования как в рамках госбюджетного финансирования, так и на хоздоговорных основах с предприятиями различных форм собственности – с ГП ЗМКБ «Прогресс», ОАО «Мотор-Сич» (г. Запорожье), ХАКБ, ОАО «Турбоатом» (г. Харьков), корпорацией ХАДО, Альта-АТД и др. Следует отметить, что сотрудничество с указанными предприятиями позволило модернизировать стенды научно-исследова-

тельской лаборатории и выполнить ряд важных работ по опытному исследованию подшипников скольжения и качения, уплотнений и смазочных материалов.

В настоящее время работы по совершенствованию методов расчета и проектирования опор скольжения различных типов продолжают. Одно из новых направлений исследований связано с разработкой газовых малогабаритных опор скольжения, которые могут найти применение в турбокомпрессорах наддува ДВС, в системах кондиционирования воздуха, в высокоскоростных электродвигателях, а также опор скольжения с промежуточной втулкой для высокоскоростных компрессоров газовой промышленности.

Опыт, накопленный при исследовании подшипников скольжения, позволил квалифицированно проводить научно-исследовательские работы в смежных направлениях, в частности, при исследовании зубчатых волновых передач с гидростатическим генератором (руководитель – доцент А.И. Полетучий) и процессов в двигателях внутреннего сгорания – определение силового взаимодействия между поршнем и цилиндром, разделенными масляной пленкой.

### **Литература**

1. Установка для испытания опорных подшипников мощных турбин / Л.И. Александров, Н.П. Артеменко, Л.М. Фельдман, Ю.В. Яковлев // Труды Третьей всесоюзной конференции по трению и износу в машинах. – М.: АН СССР. – 1960. – Т. 3. – С. 9 – 16.
2. Гидростатические опоры роторов быстроходных машин / Н.П. Артеменко, А.И. Чайка, В.Н. Доценко и др. – Х.: Основа, 1992. – 197 с.

*Поступила в редакцию 4.04.2005*