

Учредители

- Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
- Московский государственный индустриальный университет

Издатель

Московский государственный индустриальный университет

Журнал зарегистрирован 30 декабря 2004 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19294

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 4 2005

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

В номере

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА**Главный редактор**

Фролов К.В., академик РАН,
директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук (ИМАШ РАН)

Заместители главного редактора

Скопинский В.Н. (отв. редактор), д.т.н., проф. (МГИУ)
Баранов Ю.В., д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)
Овчинников В.В., д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

Члены редколлегии

Алешин Н.П., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)
Асташев В.К., д.т.н., проф. (Москва)
Беляков Г.П., д.э.н., проф. (Красноярск)
Бобровницкий Ю.И., д.ф.-м.н., проф. (Москва)
Вайсберг Л.А., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)
Горкунов Э.С., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Екатеринбург)
Григорян В.А., д.т.н., проф. (Москва)
Дроздов Ю.Н., д.т.н., проф. (Москва)
Индейцев Д.А., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)
Колесников А.Г., д.т.н., проф. (Москва)
Кошелев О.С., д.т.н., проф. (Н. Новгород)
Лунев А.Н., д.т.н., проф. (Казань)
Махутов Н.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)
Пановко Г.Я., д.т.н., проф. (Москва)
Перминов М.Д., д.т.н., проф. (Москва)
Петров А.П., д.т.н., проф. (Москва)
Полилов А.Н., д.т.н., проф. (Москва)
Поникаров С.И., д.т.н., проф. (Казань)
Приходько В.М., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)
Резчиков А.Ф., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Саратов)
Рототаев Д.А., д.т.н., проф., акад. РАРАН (Москва)
Теряев Е.Д., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)
Федоров М.П., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)
Хохлов Н.Г., д.п.н., проф. (Москва)
Чаплыгин Ю.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)
Шляпин А.Д., д.т.н., проф. (Москва)
Штриков Б.Л., д.т.н., проф. (Самара)

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

**Александров П.А., Калечиц В.И., Лысов Р.С.,
Маслаков О.Ю., Хозяшева Е.С., Чечуев А.П.,
Чечуев П.В., Шахов М.Н.**
Раннее предупреждение аварийных ситуаций
по мониторингу микрочастиц 2

МАШИНЫ И СИСТЕМЫ МАШИН

**Синев А.В., Израилович М.Я.,
Щербаков В.Ф., Кангун Р.В.**
Анализ цикла свободно-поршневых машин типа Стирлинга
с учетом динамики подвижных частей 19

Кузнецов И.В., Шейпак А.А.
О некоторых путях улучшения экономических
и экологических показателей форкамерного ДВС 37

ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Поляков А.Н., Кравцов А.Г.
Автоматизированная система диагностирования
термодеформационного состояния станков 27

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Сердюк А.И.
К проблеме подготовки инженеров в области
гибких производственных систем 52

**Макаров В.В., Малыгин В.И.,
Черевко А.И., Чугринов А.А.**
К вопросу сохранения российской школы
подготовки инженерных кадров 62

ПОДГОТОВКА И ПЕРЕПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ

Лоханский Я.К.
Компьютерные технологии инженерного анализа
в промышленности и проблемы подготовки кадров 71

Валюх Л.В.
О молодежной политике ФГУП «НПО «МАРС» 84

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

**Подписка на журнал
«Машиностроение и инженерное образование»
проводится в издательстве МГИУ**

**Тел.: (495) 674-62-50.
E-mail: mio@msiu.ru**

РАННЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПО МОНИТОРИНГУ МИКРОЧАСТИЦ

П.А. Александров, В.И. Калечиц, Р.С. Лысов, О.Ю. Маслаков,
Е.С. Хозяшева, А.П. Чечуев, П.В. Чечуев, М.Н. Шахов



АЛЕКСАНДРОВ
Петр Анатольевич

Доктор физико-математических наук. Директор Института информационных технологий (ИИТ) РНЦ «Курчатовский институт». Автор более 70 научных трудов, в том числе 2 монографий, ряда изобретений. Неоднократный лауреат премии имени И. В. Курчатова. Специалист в области физики поверхности, нанотехнологии.

КАЛЕЧИЦ Вадим Игоревич

Кандидат физико-математических наук. Начальник лаборатории оптических и аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт». Автор 49 научных работ и изобретений. Специалист в области лазерной диагностики дисперсных сред, технологии чистых производственных помещений.

ЛЫСОВ Роман Сергеевич

Аспирант лаборатории оптических аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт». Специализируется в области математического и программно-аналитического обеспечения вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

МАСЛАКОВ Олег Юрьевич

Ведущий электроник лаборатории оптических аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт». Специализируется в области приборостроения и систем мониторинга параметров дисперсных сред. Автор более 20 научных работ.

ХОЗЯШЕВА Екатерина Сергеевна

Научный сотрудник лаборатории оптических аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт», аспирант. Лауреат премии имени И.В. Курчатова. Специализируется в области физики и диагностики аэродисперсных сред. Автор нескольких научных работ.

Концепция раннего обнаружения аварийных и предаварийных состояний по мониторингу аэрозолей

С ростом сложности используемых в промышленности технических и технологических систем неминуемо возрастает вероятность отказов и поломок оборудования вплоть до возникновения аварийных ситуаций. Соответственно все более актуальной становится задача разработки средств контроля и диагностики аварийных состояний. В настоящее время для обнаружения аварийных ситуаций применяются системы, действие которых основано на регистрации последствий аварии. Как правило, в состав такой системы входит датчик, фиксирующий отклонение от нормально-

ЧЕЧУЕВ Артемий Павлович

Аспирант лаборатории оптических аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт». Специализируется в области микроэлектроники и программного обеспечения систем мониторинга и анализа данных.

ЧЕЧУЕВ Павел Валентинович

Главный специалист лаборатории оптических аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт». Специалист в области физики аэродисперсных сред. Автор более 25 научных трудов.

ШАХОВ Михаил Николаевич

Младший научный сотрудник лаборатории оптических аэрозольных приборов ИИТ РНЦ «Курчатовский институт». Лауреат премии имени И.В. Курчатова. Специализируется в области физики поверхности. Автор нескольких научных работ.

го хода процесса (отсутствие давления, снижение или повышение температуры, прекращение подачи электропитания или отклонение в параметрах электрических цепей, падение уровня жидкости и т.п.). При этом последствия развития аварий будут тем тяжелее, чем на более поздней стадии она обнаружена. В этом смысле существенное преимущество имеют системы контроля, способные зафиксировать нештатную работу оборудования на самой ранней, предаварийной стадии и тем самым предотвратить возникновение аварийной ситуации.

В работах, выполненных в Институте информационных технологий Российского научного центра «Курчатовский институт», предложена принципиально новая разработка – система раннего обнаружения аварийных и предаварийных состояний (**система РОАП**), которая базируется на мониторинге микрочастиц в технологических средах и в воздухе производственных помещений и использует принцип регистрации отдельных частиц в широком диапазоне размеров [1, 2].

В данном случае микрочастицы – это детектируемые оптическими способами объекты размером 0,1-100 мкм в прозрачном веществе (воздух, вода, масло и пр.). Принцип регистрации **отдельных** частиц в указанном диапазоне размеров представляет уникальные возможности обнаружения аварийных ситуаций различной природы. Эта возможность связана с тем, что практически любое значительное изменение режима работы установок или оборудования, нарушение хода технологического процесса и другие аварийные ситуации сопровождаются резкими колебаниями (как правило, в сторону усиления) процессов генерации микрочастиц. Так, например, значительное количество аэрозольных (т.е. взвешенных в воздухе) частиц выделяется при горении любых материалов, искрении электроконтактов, нагревании и термической деструкции веществ, механической эрозии материалов, испарении и кипении жидкостей, туманообразовании и т.д.

Проведенные эксперименты позволяют с уверенностью констатировать, что изменения счетной концентрации частиц (количества аэрозольных частиц в единице объема воздуха) в замкнутом пространстве сопровождают все перечисленные явления, причем регистрация указанных изменений происходит на очень ранней стадии, часто до появления каких-либо визуальных признаков процесса, что даёт возможность не только фиксировать факт возникновения аварийной ситуации, но и предотвратить ее.

Аналогичные явления наблюдаются и в других технологических средах. Износ пар трения вызывает рост концентрации механических примесей в масле редукторов и двигателей, локальные пробой и разрушение изоляции приводят к увеличению числа микрочастиц в масляных трансформаторах, загрязнение гидравлических жидкостей указывает на развивающуюся неисправность, которая может привести к выходу из строя силовых механизмов.

Привлекает внимание также и то, что поскольку приборы контроля микрозагрязнений измеряют не просто счетную концентрацию, но и дисперсный состав частиц (распределение частиц по размерам), во многих случаях удаётся сопоставить характерные изменения функции распределения микрочастиц по размерам с характером развивающейся неисправности. Таким образом, появляется возможность инструментальными методами обнаружить возникновение нежелательных процессов и даже диагностировать их в ходе работы практически любого оборудования.

Кроме обеспечения безопасности работы оборудования, с качеством диагностики тесно связаны такие важнейшие показатели, как коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) и возможность продления срока эксплуатации [1]. Естественными требованиями к системам диагностики являются высокая чувствительность и избирательность, позволяющие зарегистрировать самое начало развития аварийной ситуации, чтобы иметь возможность предотвратить аварию. Кроме того, диагностика должна по возможности не нарушать