

отображений. Большой интерес представляет изучение с позиций теории динамических систем моделей популяционных процессов в природе и обществе; применение фракталов в компьютерной графике и др.

В рамках проектной технологии участники факультатива подготовили доклады о применении динамических систем и фракталов в различных областях человеческого знания. Они выступали с докладами перед учениками и учителями своей школы. Два школьника с докладом о построении фракталов с применением систем итерированных функций успешно выступили на международном семинаре в Поморском университете (2006). Весной 2007 года доклад двух участниц факультатива «Построение фракталов методом L-кодов» занял второе место на конференции «Наука в руках молодых» в Архангельском техническом университете.

#### **НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ УРАЛЬСКОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ В ОБЛАСТИ ТРИБОТЕХНИКИ**

Зимин А.И., Минухин Л.А., Строганов Ю.Н.  
*Институт механизации, автоматизации и  
электрификации аграрного производства ФГОУ  
ВПО «Уральская государственная  
сельскохозяйственная академия»  
Екатеринбург, Россия*

Одной из главных задач современной науки является повышение надёжности машин и технологического оборудования путём увеличения ресурса быстроизнашивающихся деталей на основе результатов триботехнических исследований. Это относится прежде всего к оборудованию подверженному наиболее интенсивным видам изнашивания: абразивному, коррозионно-механическому, тепловому и другим.

В результате теоретических исследований, обобщения опыта эксплуатации оборудования и специально выполненных промышленных и лабораторных исследований обнаружен ряд неизвестных ранее фактов, характерных для изнашивания деталей машин в условиях высоких нагрузок и отсутствия смазки.

1. Исследования абразивного изнашивания позволили установить неизвестное ранее явление стабилизации износа металлов при взаимодействии с абразивными материалами. Суть этого явления состоит в том, что в паре трения, например, металл – горная порода, работающих при нагрузках, вызывающих разрушение находящихся в контакте выступов кусков горной породы или частиц абразива, износ стабилизируется и остаётся постоянным при дальнейшем увеличении нагрузки [1].

С учётом установленного явления упростились разработки расчётов ресурса быстроиз-

нашивающихся деталей и прогнозирование геометрических параметров изношенных деталей. Это способствует выбору рациональной конструкции деталей, увеличению их ресурса и совершенствованию технического обслуживания и ремонта машин.

2. По результатам обобщения опыта эксплуатации оборудования и специально выполненных экспериментов обнаружен ряд неизвестных ранее фактов, характерных для изнашивания рабочих органов машин в условиях агрессивных сред:

- интенсивное изнашивание поверхности металлических деталей в агрессивных средах является не только результатом образования окислов и гидратов окислов, но и образования солей, как правило имеющих более высокие твердость и хрупкость, и менее прочную связь с основным металлом;

- скорость протекания процесса коррозионно-механического изнашивания определяется температурой в зоне фрикционного контакта;

- характер протекания процесса коррозионно-механического изнашивания обусловлен переходом химических элементов (S, F) из твердой или жидкой фазы в газовую под действием высокой температуры, возникающей в зоне фрикционного контакта;

- в условиях активизации агрессивной среды под действием температуры в зоне фрикционного контакта коррозионная стойкость сталей, легированных хромом и никелем, незначительно отличается от конструкционных сталей общего назначения.

Установлена неизвестная ранее закономерность изменения интенсивности коррозионно-механического изнашивания металлов пар трения в агрессивных средах от температуры в зоне фрикционного контакта, заключающаяся в том, что скорость коррозионно-механического изнашивания определяется температурой, возникающей в зоне фрикционного контакта металлов, под действием которой происходят фазовый переход в парообразное состояние и активизация агрессивных сред, а также интенсификация электро-механических процессов в результате образования солей сильных кислот (например  $FeS_2$ ,  $FeF$ ,  $FeCl$ ), характеризующихся меньшей прочностью адгезии по сравнению с прочностью основного металла [2].

Исследования позволили сформулировать требования к служебным характеристикам металлов, работающим в агрессивных средах и обосновать инженерии поверхностей быстроизнашивающихся деталей.

3. Особенностью изнашивания деталей, работающих в тяжёлых скоростных, а следовательно, температурных режимах является зависимость механизма изнашивания (формирования частиц износа) и интенсивности изнашивания от температуры в зоне фрикционного контакта. Ус-

тановлено, что наиболее интенсивное изнашивание связано не с микрорезанием, как это считалось ранее, а с массопереносом материала изнашиваемого образца из железоуглеродистых сплавов на контртело.

Закономерность изменения механизма и интенсивности изнашивания элементов пар трения, например, железоуглеродистых сплавов и абразивного, металлического или пластмассового контртела от скорости взаимодействия, заключается в том, что механизм изнашивания и интенсивность его определяются величиной поверхностной энергии изнашиваемого тела, а последняя связана с величиной модуля упругости и зависит от температур в зоне фрикционного контакта; при этом наиболее интенсивное изнашивание происходит в результате переноса металла на контртело, протекающее в следующих формах: глубинное вырывание (схватывание первого рода) элементов в твёрдом состоянии ( $E \sim 10^5$  МПа); намазывание металла в пластичном ( $E \sim 10^4$  МПа) и в жидком состояниях ( $E \sim 10^3$  МПа) [3,4].

Значение этих исследований для науки определяется тем, что установленная закономерность составляет одно из основополагающих положений кинетики процесса теплообмена пар трения при изнашивании и существенно дополняет объём знаний о химических, структурных и фазовых превращениях, протекающих под действием температур в зоне фрикционного контакта.

Установление этой закономерности предопределяет возможность существенного увеличения ресурса деталей, лимитирующих надёжность машин и оборудования, за счёт реализации следующих мероприятий:

- выбор режимов взаимодействия элементов пар трения, обеспечивающих в зависимости от их назначения разный уровень интенсивности изнашивания;
- подбор материалов для инструмента, сохраняющих износостойкость в условиях высоких температур;
- конструирование быстроизнашивающихся деталей с учётом кинетики процесса теплообмена при трении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зимин А.И., Смирнов Б.Н. Явление стабилизации износа металлов при взаимодействии с абразивными материалами / Диплом №174 // Научные открытия (Сб. кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез – 2001 г.) М.: РАЕН, МААНОЙ, МААНО, 2002, с. 33-35.
2. Зимин А.И., Минухин Л.А. Закономерность изменения интенсивности коррозионно-механического изнашивания металлов пар трения в агрессивных средах от температуры в зоне фрикционного контакта / Диплом №250 // Научные открытия (Сб. кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез – 2004 г.) М.: РАЕН, МААНОЙ, МААНО, 2004, с. 15-18.

3. Зимин А.И. Повышение надёжности строительных машин с учётом кинетики процесса теплообмена пар трения / Вестник отделения строительных наук, РААСН вып. 11. Курск, 2007, с. 397-404.

4. Зимин А.И. Кинетика процесса теплообмена при изнашивании металлов / Термодинамика и материаловедение. Тезисы докладов Шестого Семинара СО РАН – УрО РАН. Екатеринбург: УрО РАН, 2006, с. 67.

### ЛЮПИНОВО-МЕЛАНЖЕВЫЙ ГИДРОЛИЗАТ В ТЕХНОЛОГИИ БИСКВИТА

Ильина Т. Ф., Пашенко В. Л.

*ГОУ ВПО Воронежская государственная технологическая академия, Воронеж, Россия*

Среди зернобобовых культур особое место занимает люпин благодаря высокой (около 40%) массовой доли белков и имеющейся сырьевой базе.

Задача наших исследований - разработка мучных кондитерских изделий функционального назначения с применением продуктов переработки люпина. В частности предложена рецептура бисквита «Милашка», изготавливаемых с частичной заменой меланжа куриных яиц на люпиново-меланжевый гидролизат. Для приготовления гидролизата готовили смесь из люпиновой муки и меланжа куриных яиц в соотношении 1:3. Гидролиз вели ферментным препаратом общепротеолитического действия нейтразой 1.5 МГ в течении 150 мин при температуре 45 – 55 °С и рН 7,0. В полученном гидролизате содержится %: пептидов – 42,4, аминокислот – 7,1, белка – 5,5, декстринов – 33, клетчатки – 11, липидов – 7 и золы – 4.

Были отслежены изменения функциональных характеристик в процессе гидролиза белков люпиновой муки. Установлено, что пенообразующая способность увеличилась на 28 %, жиросвязывающая способность на 56, эмульгирующая способность на 20 %, с момента начала гидролиза. Было определено, что люпиново-меланжевый гидролизат оказывает определенное влияние на свойства яично-сахарно-белковой массы и бисквитного теста. Происходило изменение плотности полуфабрикатов (плотность яично-сахарно-белковой массы снизилась на 4%, а бисквитного теста снизилась на 2 %), на 5 мин увеличилось время начала яично-сахарно-белковой массы.

Пористость готового бисквита у опытной пробы составляет 86 %, а у контроля – 79 %, т.е. пористость увеличилась на 7 %. Удельный объём опытного бисквита выше, чем у контроля на 12 %.

Частичная замена меланжа положительно сказывается на пластичности бисквита при его хранении в течение 24 ч. После 48 и 72 ч выдержи-