

ся при влажности почвы свыше 24 %. Оптимальная влажность черноземных почв при посеве пропашных культур с использованием катка-гребнеобразователя должна находиться в пределах 20...24 %. С увеличением влажности показатели качества работы катка-гребнеобразователя снижаются.

Производственные исследования предложенного нами способа посева, осуществляемого с помощью сеялки-культиватора, оснащенной катками-гребнеобразователями, подтвердили его высокую эффективность. Гребневой посев обеспечивает лучшую всхожесть высеянных семян. Культурные растения на гребнях развиваются быстрее, что обе-

спечивает повышение урожайности, которая превышает контрольную до 24 % на посевах бобовых культур и 35 % на посевах кукурузы и подсолнечника. Кроме того, при данном способе посева исключаются дополнительные проходы агрегата, необходимые при гладком способе посева семян, что позволяет сэкономить топливо-смазочные материалы.

Таким образом, реализация предлагаемого способа посева с использованием сеялки-культиватора, оснащенной предложенными катками-гребнеобразователями, позволяет повысить урожайность пропашных культур и кроме того снизить эксплуатационные затраты на их возделывание.

#### Литература:

1. Курдюмов, В.И. Патент 2265305 РФ. Способ посева пропашных культур / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Оpubл. в Б.И. № 34, 2005.
2. Курдюмов, В.И. Патент 2255451 РФ. Прикатывающий каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, Ф.Ф. Мурзаев. – Оpubл. в Б.И. № 19, 2005.
3. Курдюмов, В.И. Патент 2281632 РФ. Прикатывающий каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Оpubл. в Б.И. № 23, 2006.
4. Курдюмов, В.И. Патент 55244 РФ. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин, А.П. Романов. – Оpubл. в Б.И. № 22, 2006.
5. Курдюмов, В.И. Патент 2296445 РФ. Каток-гребнеобразователь / В.И. Курдюмов, Е.С. Зыкин. – Оpubл. в Б.И. № 10, 2007.
6. Гребневые технологии возделывания кукурузы на зерно. Рекомендации. – М., 1991. – 41 с.

#### УДК 621.941:539.3

### АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПАР ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ

В.И. Жиганов, к.т.н., доцент

Р.Ш. Халимов, аспирант

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

При проектировании узлов металлорежущих станков необходимо четко представлять чувствительность системы и степень влияния каждого рассматриваемого параметра или протекающего в них процесса на величину, характеризующую выбранный критерий качества. От их правильного выбора зависит точность расчетной модели при компьютерном моделировании [2]. Основной задачей анализа чувствительности является в установление эффективных соотношений между переменными проектирования конструкции и изменениями ее функциональных характе-

ристик [1]. Наиболее точную информацию о чувствительности критерия качества модели к изменению ее параметров передают регрессионные модели, полученные методами планирования эксперимента.

По результатам проведенных исследований [3] был проведен анализ математической модели трения для различных пар скольжения при варьировании нагрузки и скорости скольжения.

При задании математической модели процесса в узле функцией ряда параметров

$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  анализ чувствительности функции к изменению параметров  $x_1, x_2, \dots, x_n$  может быть выражен коэффициентом чувствительности.

Чтобы получить сравнительные характеристики пар трения, моделирующих работу узла “суппорт – направляющие” металлорежущего станка, были проведены триботехнические исследования образцов на машине трения СМТ-1. В результате обработки экспе-

риментальных данных были получены уравнения регрессии (табл. 1), по которым были построены поверхности отклика [3], где P- нагрузка на образец, v-скорость скольжения образца, t-время испытаний.

В ходе исследований были использованы следующие комбинации пар трения [4], в том числе с применением полимерного материала марки Ф4К15М5, которые записаны в табл. 1и 2 в следующей последовательности: 1 чугуна(сырой)-чугун; 2 чугуна(ЭМО)-чугун;

**Таблица 1. - Уравнения регрессии для различных пар трения**

Режим трения	Комбинации	Влияние нагрузки	Влияние скорости
Сухое	1	$Y=1,025+0,00161P-0,296T-0,0000021P^2+0,127T^2$	$Y=1,514-0,0488v-0,296T+0,00139v^2+0,127T^2$
	2	$Y=0,849+0,00127P-0,099T-0,00000156P^2+0,0074T^2$	$Y=1,291-0,0468v-0,099T+0,00136v^2+0,0074T^2$
	3	$Y=0,594+0,00164P-0,00478T-0,00000216P^2-0,00266T^2$	$Y=1,074-0,0472v-0,00478T+0,00133v^2-0,00266T^2$
	4	$Y=0,0529+0,00142P-0,0167T-0,00000192P^2+0,000997T^2$	$Y=0,44-0,0367v-0,0167T+0,00102v^2+0,000997T^2$
	5	$Y=0,0423+0,00118P-0,00842T-0,00000156P^2+0,000404T^2$	$Y=0,393-0,0344v-0,00842T+0,000972v^2+0,000404T^2$
Смазка со стружкой	1	$Y=0,6136+0,00297P-0,1075T-0,00000413P^2+0,005568T^2$	$Y=1,354-0,0665v-0,1075T+0,00181v^2+0,005568T^2$
	2	$Y=0,525+0,00297P-0,127T-0,000004P^2+0,00686T^2$	$Y=1,347-0,0784v-0,128T+0,00219v^2+0,0068T^2$
	3	$Y=0,672+0,0029P-0,1103T-0,00000391P^2+0,00654T^2$	$Y=1,473-0,0763v-0,1103T+0,00213v^2+0,00654T^2$
	4	$Y=0,2225+0,000911P-0,02715T-0,00000121P^2+0,0015T^2$	$Y=0,4855-0,0256v-0,02715T+0,000721v^2+0,0015T^2$
	5	$Y=0,147+0,00131P-0,018T-0,00000179P^2+0,00053T^2$	$Y=0,493-0,0321v-0,018T+0,000885v^2+0,00053T^2$
Чистая смазка	1	$Y=0,255+0,00184P-0,018T-0,000002405P^2-0,000404T^2$	$Y=0,806-0,0546v-0,018T+0,00155v^2-0,000404T^2$
	2	$Y=0,311+0,00149P-0,0644T-0,00000202P^2+0,00271T^2$	$Y=0,717-0,0384v-0,0644T+0,00107v^2+0,00271T^2$
	3	$Y=0,348+0,001385P-0,0761T-0,00000185P^2+0,00337T^2$	$Y=0,742-0,038v-0,0761T+0,00107v^2+0,00337T^2$
	4	$Y=0,2849+0,0016P-0,0597T-0,00075P^2+0,002T^2$	$Y=0,318-0,0275v-0,00661T+0,000755v^2+0,000177T^2$
	5	$Y=0,0264+0,000903P-0,00572T-0,00000123P^2-0,0000252T^2$	$Y=0,268-0,0226v-0,00572T+0,000625v^2-0,0000252T^2$

момент трения.

Таблица 2. - Коэффициенты чувствительности модели

Режимы	Комбинации пар трения	$k_p$			$k_v$		
		Без смазки	Смазка со стружкой	Чистая смазка	Без смазки	Смазка со стружкой	Чистая смазка
P=600 Н, v=28 м/ мин	1	2,083	0,567	0,273	2,087	0,393	0,278
	2	0,772	0,283	0,105	0,769	0,369	0,493
	3	0,448	0,594	0,089	0,733	0,557	0,092
	4	0,295	0,212	0,074	0,161	0,213	0,091
	5	0,278	0,144	0,06	0,165	0,162	0,065
P=500 Н, v=5 м/ мин	1	2,153	0,801	0,665	2,153	0,709	0,351
	2	0,666	0,447	0,244	0,813	0,410	0,178
	3	0,812	0,164	0,154	0,802	0,696	0,206
	4	0,232	0,128	0,118	0,230	0,254	0,151
	5	0,215	0,227	0,087	0,218	0,183	0,111
P=100 Н, v=10 м/ мин	1	1,251	0,351	0,024	2,013	0,529	0,195
	2	0,682	0,198	0,067	0,681	0,059	0,067
	3	0,675	0,474	0,044	0,673	0,474	0,045
	4	0,125	0,424	0,027	0,124	0,180	0,070
	5	0,174	0,133	0,045	0,119	0,136	0,045

3 сталь 45(ЭМО)-чугун; 4 чугун(ЭМО)-Ф4К15М5; 5 сталь 45(ЭМО)- Ф4К15М5.

Подставляя в уравнения регрессии значения параметров, соответствующих режимам испытаний, получаем значения коэффициентов чувствительности  $k_p$  и  $k_v$ , где  $k_p$  - коэффициент, показывающий влияние нагрузки на величину момента трения,  $k_v$  - коэффициент, показывающий влияние скорости на величину момента трения (табл. 2).

Из таблицы 2 видно, что в целом на момент силы трения в равной степени влияют как давление на стык, так и скорость перемещения. Можно констатировать высокую чувствительность пар трения к выбору состава смазочного материала, а также к выбору материала и упрочняющей обработки поверхности трения направляющих металлорежущих станков при различных режимах испытания.

При анализе коэффициентов  $k_p$  и  $k_v$  по трению в различных средах выявлено, что во всех случаях влияние  $k_p$  на момент трения уменьшается при чистой смазке,  $k_v$  также уменьшается при чистой смазке, но при 1 и 3 режимах с комбинацией чугун(ЭМО)-чугун при применении смазки, загрязненной стружкой, коэффициент  $k_v$  меньше, чем при режиме 2. Однако можно наблюдать, что при первом режиме  $k_v$  в наибольшей степени влияет на

При различных комбинациях пар трения видно, что во всех случаях упрочненного материала в комбинации с фторлоном значения коэффициентов  $k_p$  и  $k_v$  минимальны и они равнозначно влияют на момент трения.

Были проведены дополнительные расчеты коэффициентов при P=100Н, v=18м/мин, которые показали, что  $k_p$  в большей степени влияет на момент трения во всем диапазоне исследованных режимов и вариантах пар трения.

С целью уменьшения износа пар трения, уменьшения коэффициента трения, а также направленного изменения динамических характеристик таких пар, способствующих устойчивости их относительного перемещения, например, суппорта по направляющим токарного станка, предложены новые методы получения направленного регулярного микрорельефа поверхностей трения [5]. Методы позволяют оптимизировать и получить специфичный рельеф поверхности с заранее запрограммированными параметрами и каналами для смазки, при которых достигается в 3 – 5 раз меньшая скорость изнашивания образцов, чем таких же образцов, упрочненных по серийной технологии.

### Литература:

1. Глибеков А.Х., Досько С.И. Моделирование и оптимизация механических систем приводов технологических машин: Учебное пособие. - М.: - "Станкин", - 2004 – 268 с.
2. Жиганов В.И., Халимов Р.Ш. Моделирование стыка пары трения "ползун – направляющие" и факторы, определяющие точность расчета // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса. Материалы Всероссийской научн. – практ. конф.- Ульяновск, УГСХА, 2008.- 227 с.
3. Жиганов В.И., Халимов Р.Ш. Исследование трения и разработка методов электромеханической обработки поверхностей направляющих скольжения металлорежущих станков // СТИН.- 2009.-№4.-С.2-5.
4. Жиганов В.И., Халимов Р.Ш. Результаты лабораторно-экспериментальных исследований образцов материалов по схеме трения "вал - неполный вкладыш" после электромеханической обработки //Актуальные вопросы аграрной науки и образования. Материалы Международной научн. – практ. конф. – Ульяновск, УГСХА, 2008.-Т.6.-176 с.
5. Жиганов В.И., Халимов Р.Ш. Новые методы получения направленного регулярного микрорельефа поверхностей трения / Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования инструмента и технологической оснастки. Часть 2: Материалы 10-й Международной научн. - практ. конф. СПб.: Изд-во политехн. ун-та.-2008.-577с.

УДК 631.3-78

## ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ ЗРИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРА МТА ПРИ ОБЗОРЕ СЗАДИ НА ПОЛЕВЫХ РАБОТАХ

Г. В. Гаранин, И. Б. Зотов

Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия

Для оценки зрительной деятельности оператора МТА при обзоре сзади необходима система показателей, которая должна объективно и полно характеризовать процесс.

Предлагаются следующие показатели:

1. Доля времени на обзор сзади

$$K_t = \frac{\sum t}{t_n}$$

$\sum t$  - затраты времени на обзор сзади при выполнении полевой работы МТА;

$t_n$  - общее время движения МТА по

полю (загону) при выполнении полевой работы.

2. Количество поворотов оператора назад для обзора сзади в единицу времени

$$K_n = \frac{n}{t_n}$$

$n$  - количество поворотов оператора назад для обзора сзади на поле;

$t_n$  - общее время движения МТА по полю при выполнении полевой работы.

3. Количество поворотов оператора назад в расчете на единицу пройденного пути

$$K_l = \frac{n}{l}$$

$n$  - количество поворотов оператора назад для обзора сзади на поле;

$l$  - длина пройденного пути.

4. Длительность поворота оператора назад при обзоре сзади

$$t_{cp} = \frac{\sum t}{n}$$

$\sum t$  - затраты времени на обзор сзади