

Литература

1. Котов А.В., Чупрынин Ю.В. Применение векторного анализа при проектировании рычажных механизмов. // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Мн., 2007. – С. 32-37.
2. Дюжев А.А., Котов А.В., Чупрынин Ю. В. Обеспечение универсальности навесного устройства энергосредства УЭС-2-250А «Полесье» с целью создания сельскохозяйственных агрегатов модульного типа. // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: доклады Междунар. науч.-практ. конф. – Мн., 2008. В 2 ч. Ч.1. – С. 78-74
3. Котов А.В., Дюжев А.А., Чупрынин Ю.В. Проектирование и исследование рычажных механизмов сельскохозяйственных машин при помощи пакета ADAMS. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць. – Дослідницьке, 2008. Вип. 12(26). – С. 239-248.
4. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / под ред. М. И. Клецкина. – 2-е изд., доп. и перераб. – В 4 т. – М.: Машиностроение, 1969.
5. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Под ред. Е.С. Босого. М.: Машиностроение, 1978.

УДК 621.891

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ РЕДУКТОРОВ

Соловей Н.Ф., Черношей В.С., Антонюк В.Л.

(РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике»)

Наиболее распространенной причиной выхода из строя деталей и рабочих органов кормо- и зерноуборочных машин в нормальных условиях эксплуатации, является не поломка, а износ и повреждение рабочих поверхностей при трении. Увеличение нагрузок и числа оборотов в различных редукторах сельскохозяйственных машин, приводит к повышению трения в них и приносит значительные материальные потери в народном хозяйстве. Известно, что более половины топлива, потребляемого машинами, расходуется на преодоление сопротивления, создаваемого трением в подвижных сочленениях [1].

Традиционным направлением в борьбе с изнашиванием и уменьшением силы трения в зубчатых передачах машин было повышение точности передач и твердости поверхностей зубьев шестерен, при этом устранение дефектов поверхностного слоя производилось финишными операциями (шлифование, шевингование, хонингование). В условиях производства, из-за непрогнозируемых факторов, возникающих при контроле и управлении технологическими процессами, получение однородной структуры активной поверхности зубьев зубчатых передач затруднено. Так, при проведении финишных операций, на поверхности зубьев наблюдаются зоны с отпущенной структурой и зоны вторичного закаленного слоя, что в процессе приработки и эксплуатации влияет на формирование площади контакта зубьев и, как следствие увеличение интенсивности изнашивания.

В поисках новых путей повышения износостойкости деталей машин, был открыт избирательный перенос при трении, при котором металлическая защитная пленка (сервовитная) образующаяся в процессе трения не разрушается и не подвергается усталостному разрушению. В зависимости от вида материалов, участвующих в паре трения, условий трения, механизм формирования сервовитной пленки на поверхностях трения может быть различным [2]. Пленка воспринимает все нагрузки, покрывая шероховатости поверхностей трения стальных деталей, что уменьшает взаимное внедрение одной поверхности в другую, снижает пластиче-

ские деформации и окислительные процессы. В этих условиях мягкий материал работает по мягкому, нагрузка распределяется равномерно по поверхности трения, что способствует продлению ресурса узла трения.

Избирательный перенос представляет интерес, в частности, для эффективной технологии приработки зубчатых зацеплений коробок передач, редукторов и т.п. устройств. Особенно эта проблема актуальна в сельхозмашиностроении, где не всегда зубчатые колеса изготавливаются с достаточной точностью и выдержкой требуемых технологий по доводке трущихся поверхностей зубьев. Например, сложившаяся практика изготовления шестерен серийных редукторов на некоторых предприятиях сельхозмашиностроения не предусматривает финишной обработки поверхности трения. Непосредственно после цементации шестерни обкатываются в среде трансмиссионного масла. Как показали исследования [3] за период заводской обкатки (цикл 10 минут), образование характерной шероховатости не происходит.

В данной работе проводили исследование по формированию площади контакта зубьев в процессе приработки на специально сконструированном и изготовленном стенде, имитирующем реальные условия эксплуатации редукторов кормоуборочной техники. Для увеличения контактной площади зубьев в процессе эксплуатации и, особенно при приработке, использовались новые присадки, выпускаемые промышленностью по ТУ. Исследования проводились на конических редукторах кормоуборочного комбайна. Шестерни изготавливались из стали 18ХГТ, подвергались цементации с последующей термообработкой, зубошлифование не проводилось, степень точности зубчатой передачи – 10. Приработку зубьев передачи выполняли в среде смазки Тап-15В, без присадок и с использованием присадки МКФ-18У. Эффективность применяемой присадки оценивалась по тепловому режиму работы коробки МКС0114000 и ее редуктора. Испытаниям подвергались опытные коробки с редукторами в количестве 3-х штук.

Исследования показали, что тепловой режим в коробке с редуктором в зависимости от времени работы характеризуется скоростью нагрева масла и определяется углом наклона графика температуры к оси времени (чем больше угол наклона, тем выше скорость нагрева). Из графика рис.1 видно, что температуры нагрева масла (без добавления присадок) в коробке №1 с редуктором представляет собой прямые линии, причем в первоначальный момент времени скорость нагрева масла в редукторе выше, чем в коробке, а после выравнивания температур – наоборот. Следует отметить, что коробка с редуктором, в которую было залито масло Тап-15В без присадки на установившийся тепловой режим не выходили, т.к. температура масла в коробке продолжала расти, а в редукторе датчик зашкаливал, что соответствовало температуре масла свыше 100°C .

О влиянии присадки МКФ-18У на температуру нагрева масла Тап-15В в коробке с редуктором можно судить по графику (рис. 2). Из графика видно, добавление присадки снизило выделение тепла, за счет уменьшения сил трения и результатом этого явилась стабилизация теплового режима работы коробки при температуре 88°C и редуктора при 98°C .

Для подтверждения достоверности полученных результатов, эксперименты были продолжены на коробках №2 и №3 с редукторами. В редукторе коробки №2 для количественной оценки качества изготовления зубьев, непосредственно перед испытаниями, были определены исходные пятна контактов трех пар произвольно выбранных зубьев, расположенных относительно друг друга через угол 120° . В процессе измерений установлено, что две из трех пар зубьев не дали пятна контакта даже при толщине индикатора 0,35 мм (индикатор разработан в процессе измерений). Площадь пятна контакта третьей пары зубьев составила 33% от его номинальной площади. На основании полученных результатов измерений можно судить о недостаточном качестве изготовления шестерен и, как следствие этого, об увеличении давлений в местах контакта отдельных зубьев. С целью окончательного уточнения точности изготовления зубчатых передач, дополнительно в редукторах коробок №2 и №3, провели измерение начальной толщины трех зубьев на шестернях из указанных пар. Измерения толщин зуба проводили на трех участках по длине зуба до испытаний и через 11 часов работы редуктора коробки. Результаты измерений приведены в таблице.

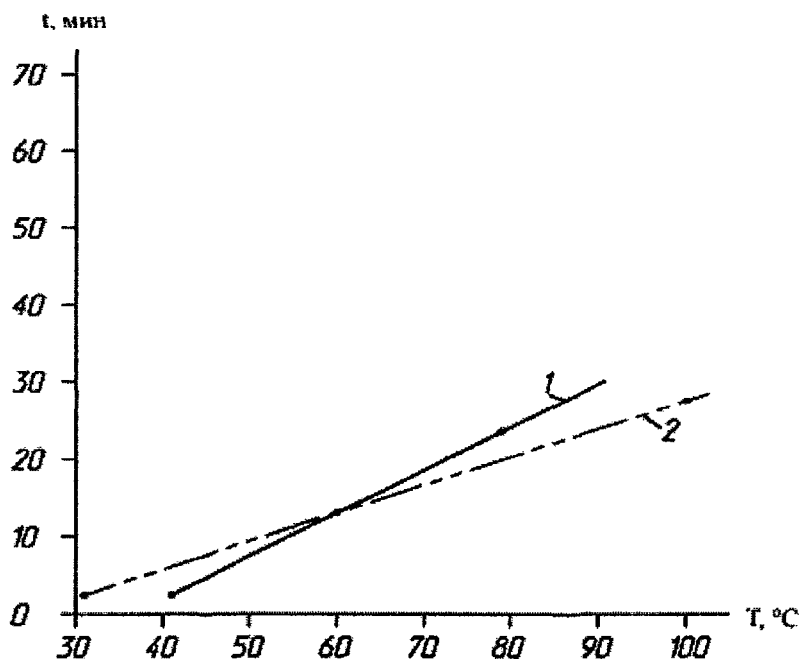


Рисунок 1. Зависимость температуры масла Тап-15В от времени:
1 — температура масла в коробке; 2 — температура масла в редукторе

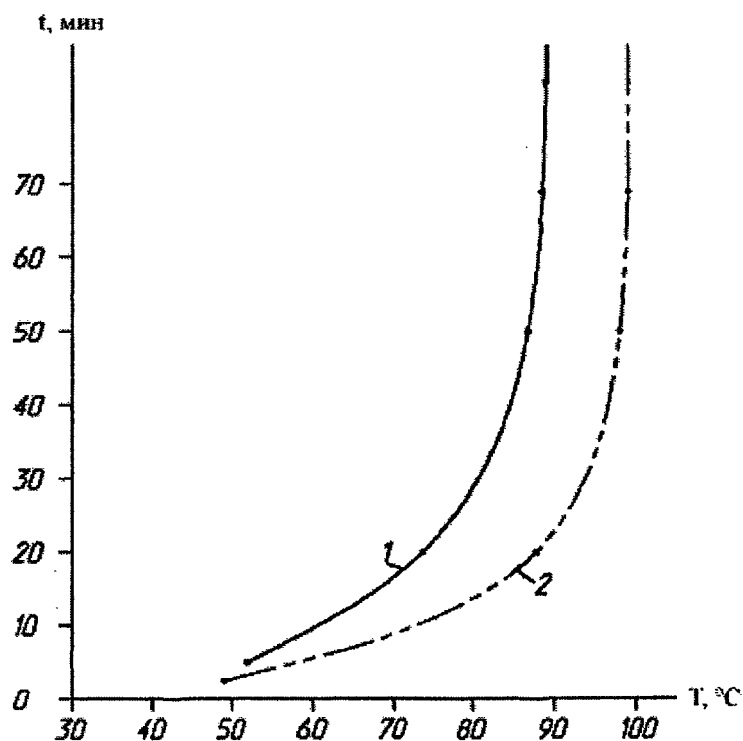


Рисунок 2. Зависимость температуры масла Тап-15В с присадкой МКФ-18У
от времени:
1 — температура масла в коробке; 2 — температура масла в редукторе

Анализ результатов измерений подтвердил, что два зуба из трех в редукторе коробки №2 не контактировали, а в редукторе коробки №3 в контакте находились два зуба из трех,

участвующих в контакте, т.е. давления в пятне контакта зубьев ниже, чем в редукторе коробки №2. Коробка №3 с редуктором испытывалась с маслом Тал-15В без добавления присадок, но участие в работе большего числа зубьев с нормальным контактом, снизило тепловыделение, и тепловой режим стабилизировался при 90⁰С (см. рис.3) в редукторе и при 84⁰С в коробке.

Таблица 1. Результаты измерения толщины зубьев шестерни

№ зуба п/п		Толщина зуба шестерни, мм				Износ,мм
		h _{исходное}	h _{среднее}	h _{конечное}	h _{среднее}	
коробка №2	1	6,58; 6,60; 6,60	6,59	6,64; 6,564 6,56	6,59	0
	2	6,66; 6,60; 6,64	6,63	6,64; 6,64; 6,62	6,63	0
	3	6,68; 6,66; 6,66	6,67	6,58; 6,64; 6,62	6,61	0,06
коробка №3	1	6,66; 6,68; 6,70	6,68	6,62; 6,76; 6,68	6,68	0
	2	6,68; 6,70; 6,74	6,71	6,70; 6,68; 6,68	6,69	0,02
	3	6,68; 6,66; 6,66	6,67	6,64; 6,66; 6,58	6,62	0,05

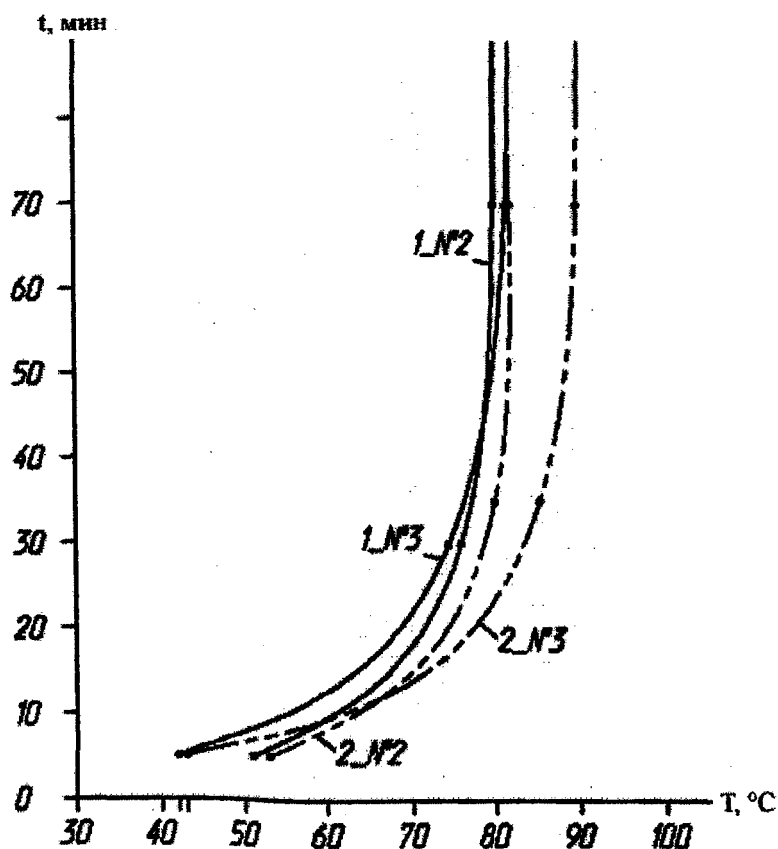


Рисунок 3. Зависимость температуры масла в коробках №2 и №3 с редукторами от времени:

1 — температура масла в коробке; 2 — температура масла в редукторе

Использование присадки МКФ-18У, при худшем качестве изготовления шестерни, в редукторе коробки №2 позволило стабилизировать тепловой режим при 84°C в редукторе и при 80°C в коробке.

Проведенные испытания показали, что путем подбора металлоплакирующих приработочных сред, металлоплакирующих присадок и их концентрации к маслам, можно повысить точность зубчатых передач и существенно увеличить их износостойкость. Так, наличие присадки МКФ-18У в масле Тап-15В позволило осуществить приработку без замены масла для дальнейшей эксплуатации. Присадка способствует формированию на поверхности контакта зубьев пленки меди с низким сопротивлением сдвигу. Образование пленки меди на пятне контакта зубьев приводит к более равномерному распределению контактных давлений в паре, снижению износа и потерь на трение трущихся поверхностей и, как следствие этого, к стабилизации температурного режима при более низкой температуре нагрева редукторов (в среднем на 6⁰...15⁰С).

Литература

1. Д.Н. Гаркунов, И.В. Крагельский, А.А. Поляков. Избирательный перенос в узлах трения. Изд. М. Транспорт. – 1969, с104.
2. Х. Чихос. Системный анализ в трибонике. Москва, «Мир», 1982, с.351.
3. Н.Ф.Соловей, В.В.Тороп, О.В.Рехлицкий. Физико-химические аспекты избирательного переноса и его применение. Сборник трудов международной научно-практической конференции //Сельскохозяйственные машины для уборки зерновых культур, кормов и корнеклубнеплодов//. – Гомель, 2007, с.314.

УДК 636.085.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЛАЖНЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ

Кольга Д.Ф., Коновалов С.П. (БГАТУ),

Пунько А.И., Навныко М.В. (РУП «НПЦ НАН по механизации сельского хозяйства»)

При изучении взаимодействия компонентов кормосмесей с рабочими органами кормоприготовительного оборудования, в частности смесительной аппаратуры встречаются трудности, обусловленные характером протекания процесса смешивания во времени и рядом факторов, оказывающих существенное влияние на процесс приготовления влажной кормовой смеси. С целью обоснования конструкции смесителя влажных кормов и выбора рациональных конструктивно-технологических параметров рабочего органа, разработана макетная установка для проведения исследований. Результаты исследований позволили разработать математическая модель процесса взаимодействия сухих кормовых материалов с жидкими средами и определить наиболее значимые технологические параметры.

Введение

На сегодняшний день проблемы механизации технологических процессов на свиноводческих фермах и комплексах, находятся в ряду самых актуальных вопросов обновления и интенсификации отечественного сельскохозяйственного производства. Если учесть, что удельный вес кормов в себестоимости свинины составляет от 60 до 80 % общего ресурсопотребления, то становится очевидной важность поиска наиболее эффективных технологических схем их приготовления и выдачи, которые бы, наряду с сокращением ресурсопотребления, обеспечивали повышение качества кормов и их экономию.

При изучении взаимодействия компонентов кормосмесей с рабочими органами кормоприготовительного оборудования, в частности смесительной аппаратуры встречаются трудности, обусловленные характером протекания процесса смешивания во времени и рядом факто-