



Никифоров Игорь Игоревич

инженер

Адамов Радий Герасимович

доцент

Аргунова Анастасия Афанасьевна

канд. техн. наук, доцент

Технологический институт

ФГАОУ ВПО «Северо-Восточный федеральный

университет им. М.К. Аммосова»

г. Якутск, Республика Саха (Якутия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИНЫ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ РЕДУКТОРА (ШЕСТЕРНИ) МОТОКУЛЬТИВАТОРА «КРОТ»

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы определения причин, вызвавших повреждение деталей редуктора мотокультиватора «Крот» (МК) с двигателем «Robin-Subaru».

Ключевые слова: детали, износ, спектральный анализ.

Цель исследования эксплуатационных повреждений – определение причин, вызвавших повреждение узла или детали, чтобы можно было провести соответствующую корректировку обработки других узлов или деталей во избежание подобного рода повреждений. В общем случае повреждения могут возникать по многим причинам, например, в результате износа или эрозии поверхности [2], искажения формы, снижения твердости инструмента или потери упругости пружины и т. д. Каждое более или менее серьезное повреждение конструкций необходимо регистрировать и исследовать в индивидуальном порядке для их устранения и для проведения конструктивно-технологических мероприятий по обеспечению усталостной прочности конструкций [1].

На исследование представлен редуктор мотокультиватора «Крот» (МК) с двигателем «Robin-Subaru» (рис. 1).

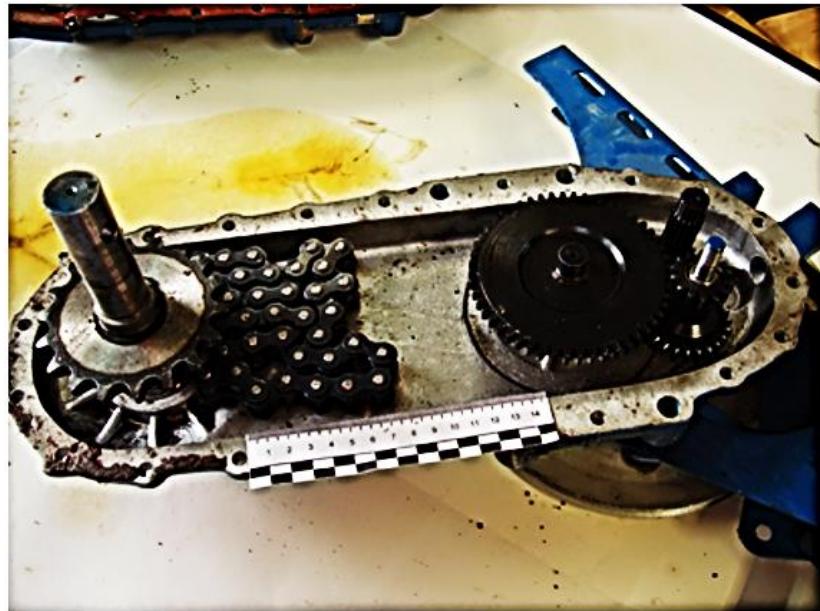


Рис. 1. Редуктор мотокультиватора «Крот» (МК) с двигателем «Robin-Subaru»

При осмотре деталей редуктора установлены: 1) вал с шестерней и звездочкой; 2) сдвоенная шестерня, которая имеет две различных по диаметру шестерни, бронзовые втулки для вращения на оси.

Вал с шестерней и звездочкой имеет следующие характеристики.

На звездочке, с внешним диаметром 50,7 мм, следов повышенного износа, «сухого» трения не обнаружено. Износ соответствует состоянию приработки деталей (рис. 2).



Рис. 2. Вал с шестерней и звездочкой редуктора мотокультиватора «Крот»

Шестерня с внешним диаметром 106 85 мм со стороны звездочки имеет сильный косой износ и смятие зубьев. Износ односторонний, захвативший край зубьев, с наволакиванием (наплывом) материала. Износ, если брать ширину зуба за 100%, колеблется от 20 до 40% в зависимости от угла расположения зуба. Остальная часть ширины зуба в зацеплении не участвовала и воронение поверхности зуба сохранено. Общая картина износа видится так, как если бы шестерня располагалась с перекосом, зацепление с другим зубчатым колесом было бы только по краю зубьев и вследствие неполного зацепления зубы шестерен проскачивали относительно друг друга. Износ пластичный, выкрашивания поверхности зубьев нет (рис. 3).



Рис. 3. Сильное смятие, наплыв материала шестерни со стороны звездочки

Сдвоенная шестерня, включающая две различных по диаметру шестерни, бронзовые втулки для вращения на оси, имеет следующие характеристики (рис. 4).

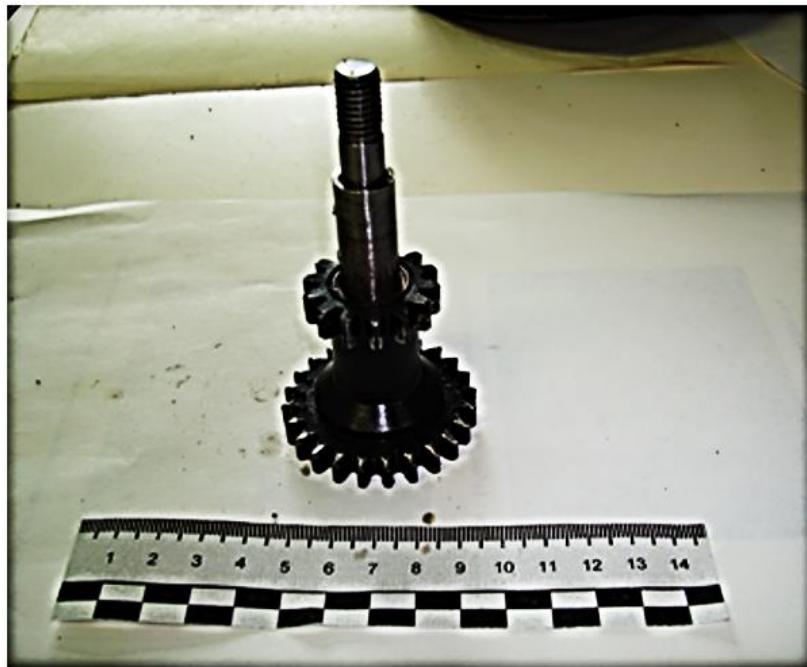


Рис. 4. Сдвоенная большая шестерня с синей краской на концах вала

Большая шестерня с внешним диаметром 51,2 мм имеет износ на зубьях. Износ в виде смятия и пластической деформации на конце зубьев, обращенной к внутренней части сдвоенной шестерни. Износ всех зубьев одинаковый. Перекоса в работе зубьев не имеется. Износ занимает $\approx 10\%$ от ширины зубьев. Остальная часть зубьев участия в работе не принимала, воронение поверхностей зубьев сохранено полностью. Следов «сухого» трения, таких как цвета побежалости, прихваты и др., не отмечено (рис. 5).



Рис. 5. Износ и смятие зубьев большой сдвоенной шестерни

Малая шестерня с внешним диаметром 33,2 мм следов повышенного износа не имеет. Зубья этой шестерни работали по всей ширине зуба. Следов «сухого» трения не имеется. Ось сдвоенной шестерни следов износа не имеет.

Шестерня переключения хода (рис. 6).



Рис. 6. Шестерня переключения хода

Шестерня с тринадцатью зубьями в середине имеет проточку под вилку включения переднего и заднего хода. На внутреннем отверстии наблюдаются шлицы. Зубья шестерен с наружных сторон изношены. Одна сторона изношена на $\approx 20\text{--}25\%$, другая сторона имеет износ $\approx 10\%$ ширины зуба (рис. 7).



Рис. 7. Смятие и износ зубьев шестерни переключения хода редуктора мотокультиватора «Крот»

Для определения элементного состава металла поврежденной трубы проведен спектральный анализ на спектрографе ИСП-30 с искровым генератором ИГ-2, микрофотометром ИФО-451 (таблица 1).

Таблица 1
Спектральный анализ элементного состава металла поврежденной трубы

№ Элементы	Химический состав, %										
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	P	S	Ti	Cu	Fe
Шестерня	0,4	0,25	0,6	0,048	0,01	0,026	<0,00 3	<0,00 3	0,004	0,052 6	98,5
Сталь 40	0,37– 0,45	0,17– 0,37	0,5– 0,8	<0,25	–	<0,25	<0,03 5	<0,04	–	<0,25	

Материал шестерен изготовлен из марки стали Ст40 (ГОСТ 1050–88). Данная марка стали после поверхностного упрочнения с нагревом ТВЧ используется в деталях, к которым предъявляются требования высокой твердости и повышенной износостойкости при малой деформации.

Металлографический анализ зубьев шестерен редуктора мотокультиватора «Крот» с двигателем «Robin-Subaru» проведен на оптическом микроскопе «МЕТАМ РВ – 21». Структура зубьев шестерен феррито-перлитная, среднезернистая, балл зерна 4–5, перлит пластинчатый. Зубья шестерен редуктора мотокультиватора «Крот» поверхностью закалке не подвергались, то есть термообработка отсутствует (рис. 8, рис. 9). Структура феррито-перлитная, среднезернистая, балл зерна 4–5, перлит пластинчатый. Увел. 500х.

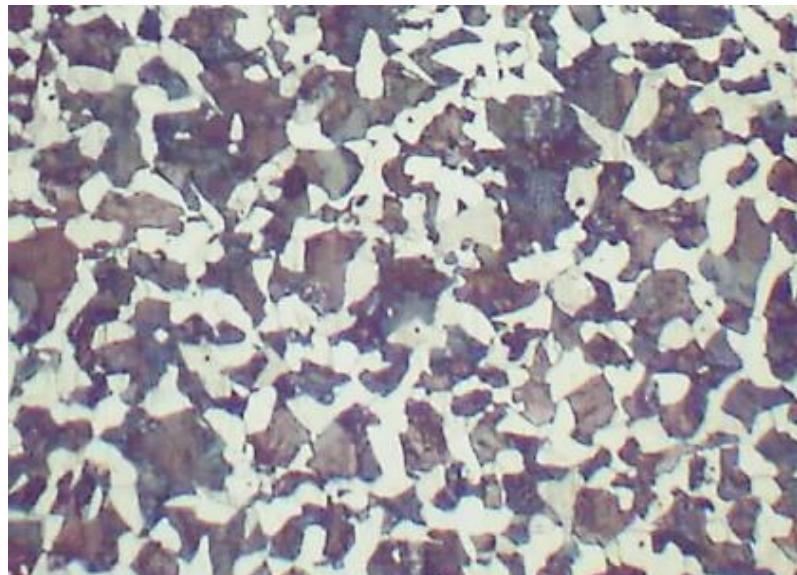


Рис. 8. Микроструктура зубьев шестерен редуктора мотокультиватора «Крот»



Рис. 9. Конец зуба шестеренки. Поверхностная термообработка не проводилась. Увел. 500х

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Во-первых, так как не обнаружено следов «сухого» трения на деталях редуктора мотокультиватора «Крот», то поломка мотокультиватора «Крот» с двигателем «Robin-Subaru» произошла не из-за отсутствия или недостаточного уровня масла в редукторе.

Во-вторых, установлены причины выхода из строя редуктора мотокультиватора «Крот» – это конструктивно-производственные недостатки: неполное зацепление зубьев шестерен; перекос шестерни со звездочкой; 3. отсутствие термообработки зубьев шестерен.

Список литературы

1. Фейгенбаум Ю.М. Влияние случайных эксплуатационных повреждений на ресурс конструкций воздушных судов / Ю.М. Фейгенбаум, С.В. Дубинский // Научный вестник МГТИУГА. – 2013. – №187. – С. 83–89.
2. ГОСТ 5272–68 Коррозия металлов. Термины.