

Рис. 3. Принципиальная схема испытательного стенда

Таблица

Показатель	Гидроцилиндр КИЛ 0118760		
	Поршневая полость	Штоковая полость	Требования КД
Давление срагивания, МПа (кГс/см ²)	0,08 (0,8)	0,1 (0,1)	1,0 (10) max
Давление холостого хода, МПа (кГс/см ²)	0,02 (0,2)	0,04 (0,4)	0,5 (5) max
Внутренние утечки	отсутствуют	-	отсутствуют
Утечки через штоковое уплотнение см ³ /м ²			0,05
До 61,3 тысяч циклов		отсут.	
После 61,3 тысяч циклов		0,9x10 ⁻⁴	
После 120,1 тыс. циклов		0,7x10 ⁻⁴	
* Утечки для класса А (ГОСТ 16514)		*3x10 ⁻³	

УДК 539.3:621.982.5:629.839.1:621.825.54

ДИНАМИЧЕСКАЯ ПРАВКА ДИСКОВ СЦЕПЛЕНИЯ И ФРИКЦИОННЫХ ДИСКОВ

Канд. техн. наук В.Е.Антошук
Институт механики и надежности машин НАН Беларуси

В процессе изготовления большинство деталей могут деформироваться от усилий резания, от усилий зажима, от перепада температур, от структурных изменений и т.д. Для исключения этих явлений применяются различные виды правки деталей и снятия остаточных напряжений.

Наиболее распространенным методом правки является деформирование статической нагрузкой в направлении, противоположном возникшему искажению. По характеру нагружения эти процессы относятся к статическим, так как нагружение при обычной правке происходит за один или несколько циклов. Однако с большим рассеянием механических и физических свойств материалов этот способ правки не обеспечивает требуемых результатов. Недостатком этого метода является также то, что при деформировании при пластическом изгибе создаются остаточные напряжения, благодаря которым спустя некоторое время правленая деталь снова приобретает прежнюю форму.

Более эффективной является правка при многократном знакопеременном пластическом изгибе. Этот метод используется в роликовых правильных машинах, применяемых для правки листового и сортового проката. Отмечено положительное влияние многократного пластического деформирования при правке, причем особенно подчеркивается положительный эффект знакопеременного деформирования. Дальнейшим развитием этого метода является комбинированная правка знакопеременным изгибом с дополнительным растяжением. Этот метод правки получил более широкое применение в области производства листового и сортового проката и ограниченное применение при правке отдельных деталей.

Известны методы термической правки при фиксации детали в штампе в нагретом состоянии с длительным охлаждением в штампе. Известны методы правки с использованием ультразвука, радиоактивного облучения, однако эти методы в производственной практике широкого распространения не получили.

В массовом производстве за рубежом получили применение установки для правки с многократным приложением знакопеременных нагрузок [1]. Описано применение этих установок для правки деталей типа тонкостенных колец, длинных сплошных и пустотелых валов, полуосей и балок передней подвески легковых и грузовых автомобилей, валов и торсионов, орудийных стволов, деталей самолетов и реактивных двигателей, деталей из хрупких материалов. Во всех случаях отмечается высокая эффективность этого метода правки, при которой достигается высокая точность независимо от исходной погрешности, уменьшение внутренних напряжений, стабильность геометрической формы деталей при последующей обработке, сокращение операций термической обработки, увеличение сро-

ка службы деталей. Вместе с тем в имеющейся информации об этом методе правки и о применяемых установках полностью отсутствует информация о характеристиках нагружения. Однако можно с уверенностью считать, что процесс нагружения является знакопеременным, с изменяющейся амплитудой напряжений, а по числу циклов нагружения является динамическим.

Можно сделать вывод о том, что в зарубежных производствах динамическая правка получила широкое применение для различных деталей и что наши машиностроители пока не заметили широкого применения за рубежом методов динамической правки.

Мы пришли к применению динамической правки своим путем и пока динамическая правка получила ограниченное применение. В Минском проектно-конструкторском технологическом институте с 1975 по 1991 гг. было создано и внедрено 45 различных установок для динамической правки для дисков сцепления и фрикционных дисков, однако в дальнейшем эти работы были прекращены. В настоящее время в Институте механики и надежности машин НАН Беларуси разработано теоретическое обоснование методов динамической правки, что позволяет надеяться на возможности распространения динамической правки и на другие типы деталей (торсионные и коленчатые валы, дисковые пилы и т.п.).

Диски сцепления (ДС) (рис. 1) являются ответственной деталью тракторов и комбайнов, однако их долговечность не в полной мере соответствует сегодняшнему уровню требований. До 20 % отказов приходится на муфты сцепления, из них до 60% составляют выходы из строя ДС. Замена ДС вызывает простой комбайна или трактора не менее 3 часов. Долговечность и соответственно износостойкость ДС в значительной степени зависит от его первоначального биения и коробления. Повышенное коробление рабочих поверхностей ДС приводит к возникновению зон повышенного удельного давления, перегреву и соответственно к ускоренному изнашиванию фрикционных накладок, а повышенное биение рабочих поверхностей приводит к неравномерному распределению удельного давления на поверхности пар трения, что также приводит к ускоренному износу [2].

Для обеспечения хорошей работы ДС в муфте сцепления необходимо обеспечить отклонение от плоскостности рабочих поверхностей фрикционных накладок не более 0,5 мм и биение рабочих поверхностей *A* и *B* фрикционных накладок отно-

сительно оси шлицевого отверстия ступицы на более 0,85...0,90 мм.

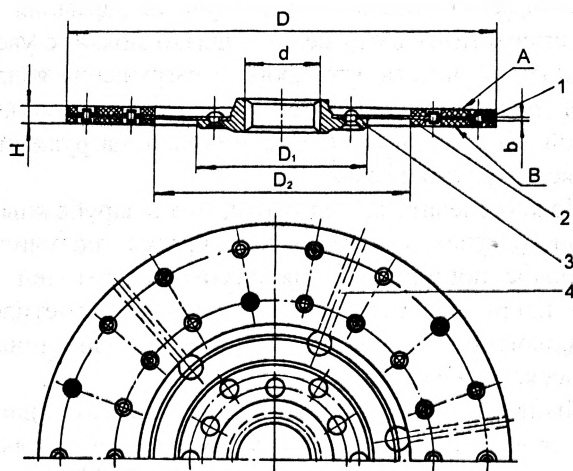


Рис.1. Диск сцепления: 1-плотно диска, 2-фрикционная накладка, 3-ступица, 4-паз

Традиционная технология изготовления ДС включает операции вырубki диска из стального листа, терморихтовки или термообработки дисков, сборки диска с фрикционными накладками и со ступицей на заклепках, ручной рихтовки ДС. Однако требования по точности рабочих поверхностей не выполнялись на большинстве заводоизготовителях ДС. Фактическое отклонение от плоскостности составляло от 0,5 мм до 1,7 мм, биение от 1 мм до 2,5...3 мм.

Для устранения этих недостатков при изготовлении ДС был разработан и применен способ динамической правки [3]. Принципиальная схема способа динамической правки представлена рис. 2. По этой схеме ступица ДС поворачивается на угол φ , в результате чего в полотне диска возникают две симметричные зоны нагружения. Затем ступица диска приводится во вращение с уменьшением угла φ от максимального до нуля. Две симметричные зоны нагружения совершают круговое движение по полотну диска, в результате чего в полотне ДС возникают знакопеременные симметричные напряжения, изменяющиеся в течение цикла правки. Поворот ступицы диска относительно оси позволяет создать эти напряжения в полотне диска, а вращение — сделать эти напряжения циклическими. Величина нагрузки и количество циклов нагружения осуществляются по определенному закону.

Для количественной оценки влияния улучшения качества изготовления дисков сцепления на межремонтный ресурс были проведены стендовые и полевые испытания серийных и опытных ДС, про-

шедших динамическую правку. Эксплуатационные испытания показали, что в условиях рядовой эксплуатации муфты сцепления с правленными ДС имеют среднюю наработку на отказ на 31 % выше, чем муфты сцепления с серийными ДС.

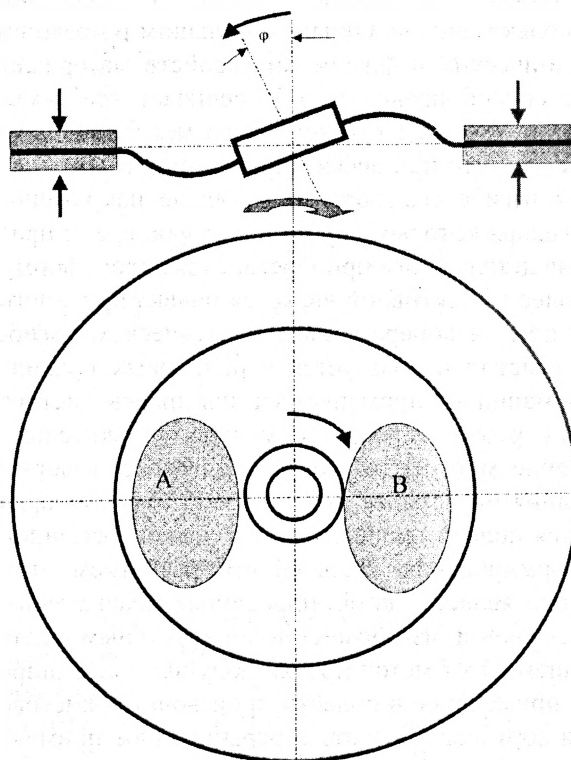


Рис. 2. Схема способа динамической правки дисков сцепления (а.с.529872)

Динамическая правка при производстве ДС внедрена в течение 1975 – 1988 годов на Ровенском заводе тракторных запчастей, Чебоксарском агрегатном заводе, Харьковском заводе тракторных самоходных шасси, Алтайском моторостроительном производственном объединении, Владимирском тракторном заводе, предприятию «Антон Иванов» НРБ, 7 предприятиях Госкомсельхозтехники. Всего было внедрено в производство 26 установок для динамической правки ДС, на которых ежегодно проходили динамическую правку 1 млн 792 тысячи дисков. В табл. 1 приведены результаты применения динамической правки для дисков сцепления.

Фрикционные диски (ФД) применяются в гидро-механических передачах тяжелых грузовых автомобилей и тракторов, бортовых фрикционах гусеничных машин, тормозных устройствах и т.д. ФД (рис. 3) обычно изготавливается из легированных сталей, в большинстве случаев рабочие поверхности *A* и *B* шлифуются, а отклонение от плоскостности рабочих поверхностей должна быть не более 0,10...0,20 мм.

Таблица 1

Основные параметры дисков сцепления и результаты применения динамической правки

Применяемость дисков сцепления	Параметры диска, мм				Материал полотно диска	Погрешность рабочей поверхности, мм			
	D	D ₁	D ₂	bb		До правки		После правки	
						Отклонение от плоскостности	Биение	Отклонение от плоскостности	Биение
ДТ-75, Т-74	340	136	210	2	Сталь 45	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
СК-4, СК-5	350	126	210	2	Сталь 45	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
ДТ-75М, Т-4	350	126	210	2	Сталь 45	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
ДТ-54, ДТ-55	352	127	204	2	Сталь 45	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
ДТ-75, Т-74	340	136	210	2	Сталь 50	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
Т-130	445	215	240	2,4	Сталь 45	До 2,0	До 3,2	0,4...0,6	0,6...0,9
Т-16М	220	126	150	2	Сталь 40	До 1,5	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
Т-25А	275	110	172	2	Сталь 45	До 1,5	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
ЮМЗ-6А/6М	316	137	156	2	65Г	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8
ЮМЗ-6Л/6М	316	121	156	2	65Г	До 1,7	До 2,5	0,4...0,5	0,6...0,8

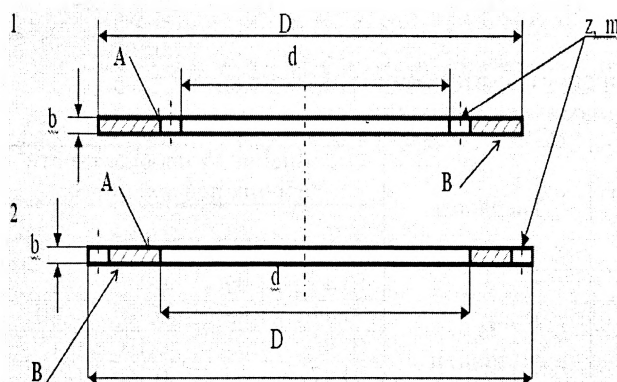


Рис. 3. Геометрические параметры фрикционных дисков: 1 — с внутренним зубчатым венцом, 2 — с наружным зубчатым венцом

Однако в действительности отклонение от плоскостности рабочих поверхностей достигает 0,5...0,8 мм. Повышенное отклонение от плоскостности рабочих поверхностей приводит к сокращению срока службы, а также к нечеткому включению и выключению бортового фрикциона и передач [2].

Технологический процесс изготовления фрикционных дисков включает операции вырубки на прессе или кислородно-лазерную резку, термоправку в электропечи в пакете по 80...120 шт. при температуре 650⁰С в течение 5...6 часов с последующим охлаждением пакета на воздухе, токарную обработку, закалку с высоким отпускком, черновое шлифование рабочих поверхностей, токарную обработку наружного и внутреннего диаметра, нарезание зубьев наружных или внутренних, термофиксацию в пакете по 40...50

шт. при температуре 450⁰С в течение 4...5 часов с последующим охлаждением пакета на воздухе, чистовое шлифование рабочих поверхностей, рихтовку вручную молотком на плите.

Однако, несмотря на довольно сложный технологический процесс, требуемая точность изготовления по отклонению от плоскостности рабочих поверхностей не обеспечивается и в результате значительная часть дисков не укладываются в требуемый допуск 0,15...0,20 мм.

Для устранения повышенного отклонения от плоскостности рабочих поверхностей фрикционных дисков был разработана и применена динамическая правка [5]. Схема импульсной правки фрикционных дисков представлена на рис. 4.

Диск 2 располагается между радиально расположенными верхними 1 и нижними 3 роликами. Верхние ролики перемещаются вниз и нагружают диск, который приводится во вращение. Величина нагрузки и количество циклов нагружения изменяются по определенному закону. В результате такого нагружения в фрикционном диске значительно улучшается плоскостность рабочей поверхности, снимаются внутренние остаточные напряжения, фрикционный диск сохраняет длительное время достигнутую точность. Динамическая правка не требует проведения каких либо измерений дисков до правки. Правке могут подвергаться диски с любой исходной погрешностью. В конечном результате все диски, прошедшие динамическую правку, будут иметь высокую одинаковую точность по отклонению от плоскостности рабочих поверхностей.

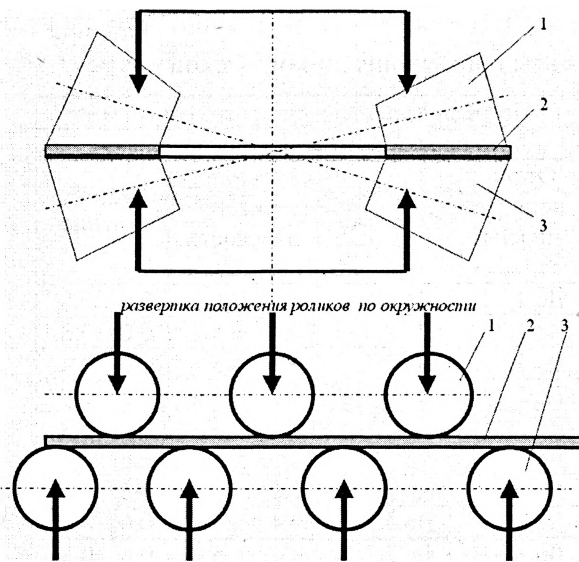


Рис.4. Схема динамической правки фрикционных дисков

среднее значение коробления дисков с металло-керамикой составляло 0,17 мм для правленных и 0,30 мм для неправленных. Использование фрикционных дисков, подвергнутых динамической правке, приводит к повышению работоспособности бортового фрикциона или передачи в целом за счет снижения коробления фрикционных дисков в процессе эксплуатации.

Динамическая правка в течение 1981 – 1991 гг. внедрена на Орловском заводе шестерен при изготовлении фрикционных дисков тракторов Т-54, Т-100, Т-100М, Т-130, на Волгоградском тракторном заводе, а также ряде других заводов, которые изготавливали фрикционные диски бортовых фрикционов гусеничных машин. Всего было внедрено 19 установок, на которых в год подвергались динамической правке более 2 млн фрикционных дисков. В табл. 2 приведены достигнутые результаты по точности фрикционных дисков.

Таблица 2

Достигнутые результаты по отклонению от плоскостности рабочих поверхностей фрикционных дисков после динамической правки

Тип зубчатого венца	Параметры диска, мм					Материал диска	Твердость	Отклонение от плоскостности рабочих поверхностей	
	D	d	b	m	z			До правки	После правки
Наружный	386	292	2,4	3,25	117	Сталь 45	В состоянии поставки	0,45 ... 1,95	0,10 ... 0,25
Внутренний	368	295	2,4	3,25	86	Сталь 45		0,47 ... 1,85	0,10 .. 0,30
Наружный	386	292	2,4	3,25	117	Сталь 45		0,45 ... 1,95	0,10 ... 0,15
Внутренний	368	295	2,4	3,25	86	Сталь 45		0,47 ... 1,85	0,10 .. 0,25
Наружный	297	205	2	3,25	89	Сталь 45		0,70 ... 3,85	0,08 .. 0,20
Внутренний	273	182	2,4	3,25	58	Сталь 45		0,45 .. 2,10	0,08 .. 0,20
Наружный	373	311	3,8	3	123	Сталь 85	28...35 HRCэ	0,20 ... 1,70	0,05 ... 0,15
Внутренний	358	295	3,8	3	100	Сталь 85	28...35 HRCэ	0,20 .. 1,70	0,05 .. 0,15
Наружный	304	248	2	3	100	65Г	30...42 HRCэ	0,20 .. 1,15	0,05 .. 0,15
Внутренний	292	235	2	3	80	65Г	30...42 HRCэ	0,20 .. 1,15	0,05 .. 0,15
Наружный	373	311	5	3	123	30 ХГСА	28...35 HRCэ	0,23 .. 0,55	0,07 .. 0,15
Внутренний	358	295	5	3	100	30 ХГСА	28...35 HRCэ	0,20 .. 1,00	0,05 .. 0,15
Наружный	373	311	3,2	3	123	30 ХГСА	28...35 HRCэ	0,20 .. 0,85	0,05 .. 0,13
Внутренний	358	295	3,2	3	100	30 ХГСА	28...35 HRCэ	0,20 .. 1,00	0,05 .. 0,15
Наружный	507	449	4	3	168	30 ХГСА	28...35 HRCэ	0,30 .. 1,80	0,05 .. 0,15
Наружный	417	359	3,5	3	138	30 ХГСА	28...35 HRCэ	0,20 .. 1,00	0,05 .. 0,15
Наружный	390	334	3,5	4	96	65Г	269...341 НВ	0,20 ... 1,70	0,05 ... 0,15
Внутренний	374	317	3,5	4	81	65Г	269...341 НВ	0,20 .. 1,70	0,05 .. 0,15

С целью проверки влияния динамической правки на качество фрикционных дисков были проведены стендовые испытания. В результате проведенных испытаний были сделаны выводы о том, что правленные диски имеют значительное преимущество по сравнению с неправленными по величине коробления, среднее значение коробления для правленных стальных дисков составляло 0,30 мм, для неправленных — 0,40 мм, соответственно

Применение динамической правки фрикционных дисков представляет несомненный интерес для ряда предприятий, использующих гидромеханические передачи с фрикционными дисками. в первую очередь для таких предприятий Беларуси. как Белорусский автомобильный завод, Минский тракторный завод, АМКОДОР и Минский завод колесных тягачей.

Можно с уверенностью говорить, что достигну-

тое повышение точности фрикционных дисков и дисков сцепления после динамической правки позволяет рекомендовать динамическую правку как наиболее современный, эффективный и дешевый процесс достижения требуемой точности для различных деталей, имеющих нежесткую конструкцию и использующих различные способы статической правки. Необходимо также отметить, что улучшение качества деталей за счет динамической правки невозможно получить за ту же стоимость затрат при применении других методов и во многих случаях вообще невозможно другими методами добиться того улучшения качества деталей, которое достигается за счет динамической правки.

Литература

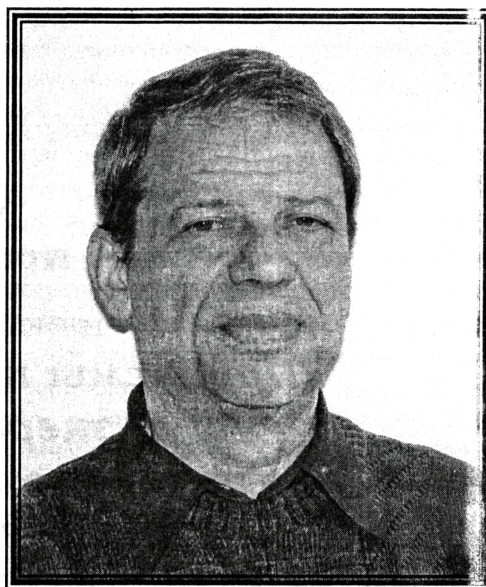
1. Ракошиц Г.С., Кузьминцов В.Н. Машинная правка проката, поковок и деталей. - М.: Высшая школа, 1983.
2. Барский И.Б., Борисов С.Г., Галягин В.А. и др. Сцепления транспортных и тяговых машин. - М.: Машиностроение, 1989.
3. Антонюк В.Е., Игудесман Р.Е., Самосейко А.П., Курцман В.Ш., Лозинский В.Ю. Способ правки деталей типа дисков. А. с. № 529872.
4. Тарасик В.П. Фрикционные муфты автомобильных гидромеханических передач. - Мн.: Наука и техника, 1973.
5. Антонюк В.Е., Игудесман Р.Е., Самосейко А.П., Сосонкин А.Г. Способ правки кольцевых дисков. А. с. № 1792763.

БРОНЕЖИЛЕТЫ ВСЕХ УРОВНЕЙ ЗАЩИТЫ (Памяти Дымовского А.С.)

По постановлению директивных органов СССР в 80-90-х годах Физико-техническому институту НАН Б было поручено разработать принципиально новые градиентные материалы на основе высокопрочных титановых сплавов, защищающих от автоматического стрелкового оружия (автомат АКМ, АК-74, М-16). Базируясь на многолетних фундаментальных исследованиях, в институте был разработан новый технологический процесс, спроектирована и изготовлена серия оригинальных высокопроизводительных установок для изготовления защитных элементов. В соответствии с решением Госплана СССР на площадях института было организовано массовое производство броневых титановых элементов для принципиально новых конструкций бронезилетов. За период с 1983 по 1992 год было обработано около 2000 тонн титанового листа, изготовлено около 4 млн. защитных элементов, позволивших изготовить около 300 тыс. бронезилетов для оснащения Вооруженных сил и органов правопорядка. Приказом Министра обороны СССР № 273 от 11.11.1985 года бронезилеты, оснащенные титановыми защитными элементами, были приняты на вооружение, широко применялись в Афганистане и в настоящее время являются основными защитными средствами армий стран СНГ. За комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке технологических процессов и оборудования для серийного производства бронезилетов в 1988 году присуждена Государственная премия БССР. За пять последних лет по заказу МВД, Службы безопасности и др. организаций Республики выпущено более 5000 изделий на общую сумму около одного миллиона долларов США. Экономия валютных средств составила не менее 400 тыс. у.е.

Большая роль в практической реализации всех этих работ принадлежит лидеру и организатору, руководителю УП «Техномаг» Александру Семеновичу Дымовскому, которого безвременная смерть вырвала из наших рядов.

Редакция журнала «Инженер-механик» выражает соболезнование семье покойного, его друзьям и коллегам.



ДЫМОВСКИЙ
Александр Семенович