

ДАВЛЕНИЕ В ЗОНЕ КОНТАКТА РОЛИКА С ДЕТАЛЬЮ

Повышение надежности и долговечности сельскохозяйственных машин является важнейшей народнохозяйственной задачей. Решение этой задачи возможно одним из способов поверхностного упрочнения деталей машин, повышения их износостойкости и усталостной прочности. Теоретические и экспериментальные исследования показали, что в этом отношении весьма благоприятное влияние оказывает поверхностный наклеп и, в частности, обкатка деталей роликами.

Упрочняющий эффект: увеличение твердости, изменение микроструктуры, повышение износостойкости деталей, работающих в условиях смазки, объясняется улучшением физико-механических характеристик материала. Последнее зависит от правильно выбранных технологических режимов обработки. В этой связи большой теоретический и практический интерес представляет изучение закономерностей изменения давления в зоне контакта инструмента с деталью и причин, вызывающих разную степень деформации.

Кроме того, давление в зоне контакта может из объекта исследования превратиться в орудие исследования, например, для определения и характеристики твердости материалов.

В работе [1] показано, что в области упругих деформаций с увеличением усилия на ролике давление в зоне контакта увеличивается. Известно, что соотношение между усилием вдавливания и размерами отпечатка в большинстве случаев определяют из формул Г. Герца и И. Я. Штаермана. Однако при достижении усилия свыше определенной величины эти формулы не отражают действительного положения о состоянии металла в пластичной зоне.

Для определения среднего давления в зоне контакта применим эмпирический закон Е. Мейера [2]. Давление на поверхности отпечатка при условии отсутствия трения между роликом и деталью можно принять равным отношению усилия вдавливания ролика к площади проекции отпечатка на плоскость, касательную к цилиндру, т. е.

$$P_{\text{ср}} = \frac{4P}{\pi ab},$$

где P — нагрузка, приложенная к ролику;

a и b — оси эллипса отпечатка.

Эксперименты по определению давления в зоне контакта были проведены на образцах* из сталей 15, 35, 45, 45Г2.

С помощью пятитонного прессы Р-5 и специально изготовленного приспособления (рис. 1) получены отпечатки на цилиндрической поверхности образцов (рис. 2).

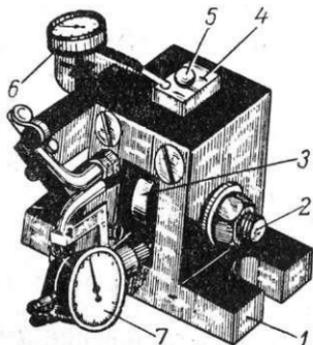


Рис. 1. Приспособление для получения отпечатка на цилиндрической поверхности образца.

Приспособление представляет собой корпус 1, в котором на оси 2 закрепляется образец 3. Пуансон 4, являющийся частью упрочняющего ролика, контактирует с образцом. Нагружение осуществляется через шарик 5. Индикатор 6 показывает перемещение пуансона 4, а индикатор 7 — перемещение образца из-за имеющихся зазоров и упруго-пластической деформации системы. Разность показаний приборов 6 и 7 характеризовала глубину отпечатка под нагрузкой.

Приспособление позволило более точно, чем это возможно на производственной установке, осуществить

нагружение и замер глубины отпечатка.

На микроскопе УИМ-21 измерялись большая и малая оси проекции отпечатка (эллипса). Найденная площадь несколько

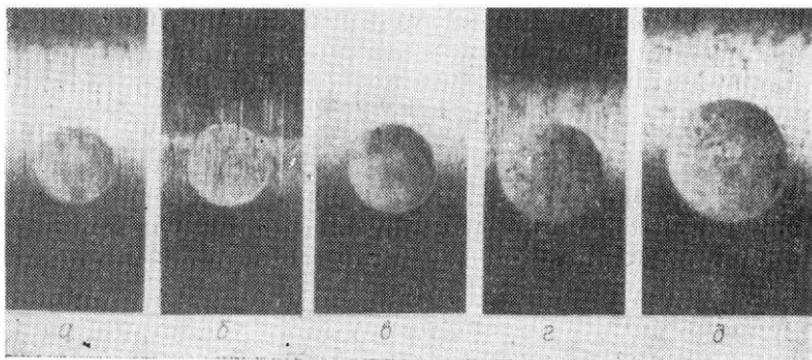


Рис. 2. Отпечатки (1—5 усилия соответственно 4905, 9810, 14715, 19620, 24525 н).

* Перед обкаткой образцы подвергались нормализации, чистота поверхности соответствовала шестому классу. Диаметр образцов — 40 мм, размеры ролика — $D=130$ мм, $r=10$ мм.

меньше действительной, так как она является лишь площадью проекции отпечатка, которая, кроме того, вычислена без учета упругих деформаций. Поэтому полученные значения давлений несколько завышены. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Марка стали	Усилие на ролик P_{II}	Результаты измерений			Расчетные величины	
		глубина отпечатка h , мм	оси эллипса a мм b мм		площадь проекции отпечатка, мм ²	давление в зоне контакта P , Мн/мм ²
Сталь 15	4905	0,081	2,610	2,981	6,99	701
	9810	0,154	3,473	4,102	11,14	886
	14715	0,201	4,169	4,946	16,15	911
	19620	0,285	4,716	5,664	20,80	943
	24525	0,367	5,239	6,360	26,10	936
Сталь 35	4905	0,067	2,333	2,580	4,72	1004
	9810	0,130	3,063	3,444	8,22	1192
	14715	0,174	3,645	4,289	12,28	1196
	19620	0,237	4,167	4,966	16,24	1208
	24525	0,329	4,629	5,583	20,28	1209
Сталь 45	4905	0,042	2,233	2,400	4,21	1158
	9810	0,092	2,930	3,240	7,49	1314
	14715	0,167	3,406	3,942	10,55	1381
	19620	0,219	4,014	4,576	14,41	1362
	24525	0,297	4,411	5,103	17,66	1385
Сталь 45Г2	4905	0,040	1,798	1,943	2,74	1784
	9810	0,077	2,644	2,724	5,67	1785
	14715	0,117	2,958	3,392	7,86	1862
	19620	0,171	3,524	3,808	10,01	1862
	24525	0,228	3,882	4,297	13,11	1868

Из табл. 1 видно, что с увеличением усилия на ролик (от 4905 до 24525 н) среднее давление в зоне контакта для исследуемых сталей почти не изменяется. Величина давлений, полученных от нагрузки на ролик в 4905 н, несколько ниже, чем при остальных нагрузках. Это вызвано тем, что при «точечном» контакте в малом объеме металла преобладает пластическая деформация. Она протекает преимущественно в направлении касательных напряжений, вызывая увеличение размеров отпечатка в плоскости, перпендикулярной действию силы.

С увеличением нагрузки на ролик свыше 4905 н проникновение инструмента в деталь увеличивается. Деформациям (упругой и пластической) подвергается значительно больший объем металла, которые протекают в направлении, перпендикулярном к рабочей поверхности инструмента. Как видно из данных табл. 1, в этом случае размеры отпечатков (в том числе и их глу-

бина) увеличиваются пропорционально нагрузке, приложенной к ролику. Поэтому, учитывая погрешности опыта, давление в зоне контакта можно считать постоянным. Для сталей 15, 35, 45, 45Г2 оно соответственно равно 875, 1160, 1320, 1830 Mn/m^2 .

Таким образом, эксперименты показали, что глубина и размеры отпечатка увеличиваются с увеличением нагрузки на ролик. Глубина проникновения ролика в деталь является одним из основных факторов, влияющих на изменение физико-механических свойств стали (глубину наклепа, твердость) и микропрофиля поверхности.

Давления, найденные по просекции отпечатка, в 2—2,5 раза меньше расчетных, полученных по формулам для упругих деформаций Г. Герца и И. Я. Штаермана, и более близки к результатам Ю. Г. Проскурякова [3]. Данные опытов совпадают с результатами других авторов, в частности с исследованиями В. В. Иванова, проведенными на стали 5 [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Горин Д. И., Филяев А. Т. Давление в зоне контакта при обкатке цилиндрической детали роликом. Сборник научных работ БИМСХ, Минск. Изд-во «Урожай», 1966.
2. Пилипчук Б. П. Обзор теорий твердости. М.—Л., Стандартгиз, 1962.
3. Проскуряков Ю. Г. Современные способы и технология обработки деталей упрочняюще-калибрующим инструментом. Машгиз, 1962.
4. Иванов В. В. Упрочнение деталей подвижного состава накаткой. Трансжелдориздат, 1956.