

В таблице 1 показаны значения чисто упругих и термоупругих скоростей распространения тепловых и механических волн для известных экспериментальных данных. В пятой и шестой колонках приведенные скорости фронтов тепловой и механической волн. Сравнивая приведенные чисто упругие скорости с полученными термоупругими скоростями, видим, что одна волна становится количественно больше, а другая – меньше, то есть происходит процесс диссипации скоростей обеих волн.

Выводы

Получена система уравнений в напряжениях, описывающая движение тепловых и механических волн в

однородном полупространстве. Полученная система уравнений приведена к виду волновых уравнений с помощью ортогональных преобразований. Получены функции, описывающие движение фронтов тепловых и механических волн. Найдены скорости движения этих волн, которые под влиянием друг друга имеют уже другие числовые характеристики по сравнению с аналогичными скоростями чисто упругих волн (без учета влияния температуры).

Для решения поставленной задачи применен метод асимптотико-группового анализа.

Проведен количественный анализ для скоростей движения фронтов волн в различных термоупругих средах. Числовые значения скоростей волновых и тепловых волн необходимы для изучения поведения термоупругих сред при внезапном воздействии на грани-

Литература

1. Коваленко А. Д. Введение в термоупругость. – Киев: Наукова думка, 1965 г. – 204с.
2. Подстригач Я.С., Коляно Ю.М. Обобщенная термомеханика. – Киев: Наукова думка – 1976 г. – с. 115 – 168.
3. Кукуджанов В.Н. Динамические задачи взаимосвязанной термоупругости. / Кукуджанов В.Н., Острик А.В. // институт проблем механики, «Наука», М., 1988 г. – с. 125 – 130.
4. Шамровский А.Д. Асимптотико-групповой анализ дифференциальных уравнений теории упругости. // ЗГИА, 1997 г. – с. 20 – 136.

УДК 621.9

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ

А. А. Дудников

Профессор, заведующий кафедрой*
Контактный тел.: 095-515-55-75

А. И. Беловод

Кандидат технических наук, доцент*
Контактный тел.: 050-662-89-13

Р. П. Решитько

Магистрант*

В. В. Шевченко

Магистрант

*Кафедра ремонта машин и технологии конструкционных материалов

Полтавская государственная аграрная академия

ул. Сковороды, 1/3, г. Полтава, Украина, 36003

Контактный тел.: (0532) 22-29-81

Розглянути питання впливу пластичної деформації при звичайній і вібраційній обробці на величину зміцнення

Ключові слова: зміцнення, дислокації, напружений стан

Рассмотрены вопросы влияния пластического деформирования при обычной и вибрационной обработке на величину упрочнения

Ключевые слова: упрочнение, дислокации, напряженное состояние

The questions of influence of flowage are considered at ordinary and oscillation treatment on the size of work-hardening

Keywords: work-hardening, distributions, tense state

1. Введение

К числу важнейших достижений технической науки по повышению качества, долговечности и надежности машин относится разработка учения о качестве поверхности и создание нового научно-практического направления в науке о технологии машиностроения, направленного на повышение эксплуатационных качеств деталей машин технологическими методами.

Следует отметить, что в условиях повышенных нагрузок контактирующих поверхностей возрастают требования к износостойкости, усталостной прочности деталей, что, в большинстве случаев, обеспечивается приданием их поверхностному слою необходимых (требуемых) физико-механических свойств.

2. Постановка проблемы

Актуальность данного вопроса обусловлена необходимостью разработки и применения эффективных методов пластического деформирования поверхностного слоя деталей, обеспечивающих надлежащую прочность. Поэтому исследования, направленные на создание технологии упрочнения материала деталей сельскохозяйственных машин с использованием вибрационных колебаний, могут быть отнесены к числу важных и актуальных для агропромышленного комплекса Украины.

3. Анализ основных исследований и публикаций по данной проблеме

Работами таких видных ученых, как И.В. Кудрявцев, М.С. Дрозд, В.В. Петросов [1, 2, 3] и др. доказано, что в связи с неравномерным распределением напряжений по сечению деталей, а также в виду того, что наружный слой металла является ослабленным, так как несет большое количество различных дефектов, то усталостное разрушение деталей, в большинстве случаев, начинается с поверхностного слоя.

Имеющиеся попытки повысить долговечность деталей путем снижения шероховатости их поверхности не дали желаемого результата, поскольку возникающие при этом в поверхностном слое материала остаточные напряжения растяжения, не препятствуют зарождению и росту усталостных трещин.

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлено, что повышению усталостной прочности деталей способствует наличие в поверхностном слое их материала остаточных напряжений сжатия [4].

Исследованиям отечественных и зарубежных авторов установлено, что поверхностным пластическим деформированием деталей можно значительно повысить усталостную прочность и износостойкость деталей и обеспечить большую экономию материальных средств за счет увеличения эксплуатационных сроков их службы.

Поскольку метод деформирования подбирается для каждой группы деталей, то требуется проведение дополнительных исследований по разработке и применению рационального технологического процесса

восстановления рабочих органов сельскохозяйственных машин, работающих в сложных почвенно-климатических условиях.

4. Результаты исследований

Использование методов пластического деформирования является высокоэффективным средством уменьшения шероховатости поверхности, образования в поверхностном слое деталей остаточных напряжений сжатия, повышения поверхностной твердости, усталостной прочности и износостойкости.

Пластическая деформация поверхностного слоя детали, возникающая под действием усилий от обрабатывающего инструмента, изменяет его физико-механические свойства.

Явление деформационного упрочнения может быть объяснено теорией дислокаций, которая основывается на общих предположениях о роли свободных и неподвижных дислокаций в формировании внутренних напряжений и их роли в пластической деформации. Теория дислокаций связывает механизм деформационного упрочнения с образованием барьеров для движущихся дислокаций между собой и другими дефектами кристаллической решетки. В результате пластической деформации поверхностного слоя происходит искажение кристаллической решетки с увеличением числа дефектов.

При деформировании поверхностного слоя количество дислокаций, вакансий и других несовершенств кристаллической решетки резко увеличивается, повышая его напряженное состояние. При этом повышаются все показатели прочности – предел упругости, предел текучести, предел прочности.

Установлено, что увеличение прочности происходит особенно интенсивно на начальных стадиях деформации; при дальнейшем повышении степени деформации интенсивность упрочнения снижается.

Истинное напряжение является пределом текучести упрочненного наклепом материала.

При упрочнении поверхностей деталей энергетические возможности процесса можно оценивать по обеспечиваемой в результате обработки толщине упрочненного слоя. Толщина распространения пластической деформации h может быть определена следующей зависимостью:

$$h = \sqrt{\frac{P}{2\sigma_T}} \quad (1)$$

где P – усилие обработки; σ_T – предел текучести.

Так как для большинства металлов отношение их твердости по Бринеллю HB к пределу текучести σ_T является постоянной величиной, т.е. $b = HB/2\sigma_T$, то формула (1) может быть преобразована:

$$h = \sqrt{\frac{bP}{HB}} \quad (2)$$

Данное уравнение применяется при статическом приложении нагрузки (обычное деформирование).

Таблица 2

Толщина упрочненного слоя при динамическом нагружении (вибрационное деформирование) может быть определена:

$$h_4 = h \cdot K = \sqrt{\frac{bP}{HB}} K \quad (3)$$

где $K > 1$ – коэффициент, определяемый опытным путем.

Принято считать, что упрочненный слой – это слой параметры состояния которого отличаются от параметров основного материала. Поскольку граница раздела основного и упрочненного материала не отличается четкостью (размыта из-за изменения контролируемого параметра вблизи этой границы с очень малым градиентом), то толщина упрочненного слоя определяется всегда с определенной погрешностью.

С позиции механики деформирования глубина упрочнения определяется границей очага деформации и для точного определения ее имеет значение адекватность теоретической модели и связанная с ней схема поля напряжений (деформации).

Результаты исследования толщины упрочненного слоя при обычном вибрационном деформировании с применением метода твердости приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Значения глубины упрочненного слоя при обычной обработке

Материал образца	Твердость, НВ	Толщина упрочненного слоя, мм		$\frac{h_{\text{экс}}}{h_{\text{рас}}}$
		расчетная	экспериментальная	
Сталь 45	170	1,77	1,62	0,91
Сталь 45	200	1,50	1,40	0,93
Сталь 45	240	1,25	1,15	0,92
Сталь 65Г	230	0,85	0,73	0,86
Сталь 65Г	250	0,72	0,65	0,90
Сталь 65Г	280	0,65	0,58	0,89

Значения глубины упрочненного слоя при вибрационной обработке

Материал образца	Твердость, НВ	Толщина упрочненного слоя, мм		$\frac{h_{\text{экс}}}{h_{\text{рас}}}$
		расчетная	экспериментальная	
Сталь 45	168	2,44	2,25	0,92
Сталь 45	202	2,04	1,92	0,94
Сталь 45	240	1,69	1,56	0,92
Сталь 65Г	230	1,17	1,01	0,86
Сталь 65Г	248	0,99	0,89	0,90
Сталь 65Г	282	0,88	0,79	0,90

Результаты расчета толщины упрочненного слоя сопоставлялись с результатами экспериментальных данных.

5. Выводы

1. Глубина упрочненного слоя с увеличением твердости материала уменьшается.
2. При вибрационном деформировании глубина слоя упрочнения в 1,36...1,38 раза больше, чем при обычной обработке.

Литература

1. Кудрявцев И.В. Усталость крупных деталей машин / И.В. Кудрявцев. – М.: Машиностроение, 1981. – 240 с.
2. Дрозд М.С. О глубине распространения пластической деформации при внедрении сферы в плоскую поверхность / М.С. Дрозд. – М.: Машиностроение, 1985. – 342 с.
3. Петросов В.В. Гидродробеструйное упрочнение деталей и инструмента / В.В. Петросов. – М.: Машиностроение, 1987. – 266 с.
4. Каледин Б.А. Повышение долговечности деталей поверхностным деформированием / Б.А. Каледин, П.А. Чепан. – Мн.: Наука и техника. 1974. – 230 с.