

УДК 621.81
ББК 34.42
Д 69

Рецензенты:

А.Э. Пушкарев – доктор технических наук,
профессор ФГБОУ ВПО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова
П.Л. Максимов – доктор технических наук,
профессор ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА

Дородов П.В.

Д 69 Комплексный метод расчета и оптимального проектирования деталей машин с концентраторами напряжений: монография / П.В. Дородов. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014. – 316 с.
ISBN 978-5-9620-0253-8

В монографии изложена методика оптимального проектирования формы плоских тел и даны инженерные методы расчета деталей машин с концентраторами напряжений. Представлены результаты экспериментальных исследований напряженного состояния в плоских прозрачных моделях, проведенных на установке с высокой разрешающей способностью в областях изделий с большим градиентом напряжений. Рассмотрены вопросы оптимального проектирования в зоне контакта, при неизвестной геометрии или законе распределения толщины тела вблизи концентратора напряжений. Даны рекомендации по проектированию деталей с улучшенной формой, позволяющие увеличить надежность сельскохозяйственной техники.

Монография предназначена для научных работников, инженеров машиностроительных специальностей, а также может быть использована в учебном процессе бакалавриата и магистратуры по направлению «Агроинженерия» и аспирантами соответствующего направления.

Dorodov P.V.

Complex method of analysis and optimal projecting of machine components with stress concentrators: monograph / P.V. Dorodov. – Izhevsk: FSBEI HPE “Izhevsk State Agricultural Academy”, 2014. – 316 p.

The methods of optimal projecting of plane bodies shape are stated and engineering approach to analysis of machine components with stress concentrators is described in the monograph. There submitted results of experimental investigation of stressed state of plane transparent models that were carried on a high resolution installation on product areas with high stress gradient. The issues of optimal projecting in contact area under unknown geometry or distribution law of body thickness near stress concentrator are considered. Projecting of components of improved configuration recommendations are given, they allow to increase the reliability of agricultural machinery.

The monograph is pitched at scientists and engineers of machine building specialties; it can be also used on Agro-engineering bachelors and undergraduates classes and by postgraduate students.

УДК 621.81
ББК 34.42

ISBN 978-5-9620-0253-8

© ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014
© Дородов П.В., 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ И УСЛОВИЙ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМЫ УПРУГИХ ТЕЛ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ.....	7
1.1 Понятия о концентрациях напряжений в деталях сельскохозяйственных машин.....	7
1.2 Общие сведения о методах оптимального проектирования, основанных на критериях оптимальности	11
1.3 Критерии прочности	12
1.4 Проектирование из условий минимума веса и проблемы предельного снижения концентрации напряжений	15
1.5 Оптимальность и равнопрочность.....	17
1.6 Оптимальное проектирование с учетом пластических свойств материала.....	19
1.7 Проектирование упругопластических конструкций из условий приспособляемости к переменным нагрузкам и минимального веса.....	21
Выводы по главе 1	22
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ПЛОСКИХ ТЕЛАХ ВОЗЛЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЙ.....	24
2.1 Исследование напряженно-деформированного состояния в плоском упругом теле.....	24
2.2 Концентрация напряжений возле горизонтального выреза.....	38
2.3 Полоса с симметричными боковыми вырезами.....	58
2.4 Напряжения, возникающие в ступенчатой полосе	75
2.5 Взаимодействие штампа-индентора с упругой полосой.....	156
Выводы по главе 2.....	181
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В ПЛОСКИХ МОДЕЛЯХ.....	182
3.1 Предпосылки методики экспериментальных исследований	182
3.2 Разработка установки и методики исследования напряженно- деформированного состояния в плоских прозрачных моделях	183
3.3 Вывод расчетных формул главных нормальных напряжений	191
3.4 Методика измерений.....	193
3.5 Определение направлений нормальных напряжений	194
3.6 Определение погрешностей измерений.....	195
3.7 Исследование оптико-механических свойств органического стекла	196
3.8 Определение постоянных и уточнение расчетных формул.....	205
3.9 Разрешающая способность комбинированного оптико-механического прибора с усовершенствованной оптической схемой	209
Выводы по главе 3	211

ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ В ПЛОСКИХ МОДЕЛЯХ ДЕТАЛЕЙ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ И В ПРИКОНТАКТНОЙ ОБЛАСТИ	212
4.1 Программа экспериментальных исследований	212
4.2 Технологические операции при изготовлении моделей из органического стекла	213
4.3 Экспериментальные исследования напряжений в прямоугольной полосе с горизонтальным вырезом. Сравнение теоретических и опытных результатов	215
4.4 Экспериментальные исследования напряжений в прямоугольной полосе с симметричными боковыми вырезами. Сравнение теоретических и опытных результатов	221
4.5 Экспериментальные исследования напряжений в ступенчатой прямоугольной полосе. Сравнение теоретических и опытных результатов	226
4.6 Экспериментальные исследования напряжений в несимметричной ступенчатой прямоугольной полосе. Сравнение теоретических и опытных результатов	233
4.7 Экспериментальные исследования напряжений в приконтактной области прямоугольной полосы от действия жесткого прямоугольного штампа. Сравнение теоретических и опытных результатов	238
4.8 Экспериментальные исследования напряжений при действии жесткого прямоугольного штампа на край полосы. Сравнение теоретических и опытных результатов	243
4.9 Исследование перемещений точек линии сопряжения при деформации резиновых образцов	249
Выводы по главе 4	252
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФОРМЫ ПЛОСКИХ ТЕЛ	253
5.1 Оптимальное проектирование формы тела в зоне контакта	253
5.2 Оптимальное проектирование при неизвестной геометрии тела в зоне концентратора напряжений	262
5.3 Оптимальное проектирование при неизвестном законе распределения толщины тела возле концентратора напряжений	276
Выводы по главе 5	282
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	283
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	285
ПРИЛОЖЕНИЯ	297