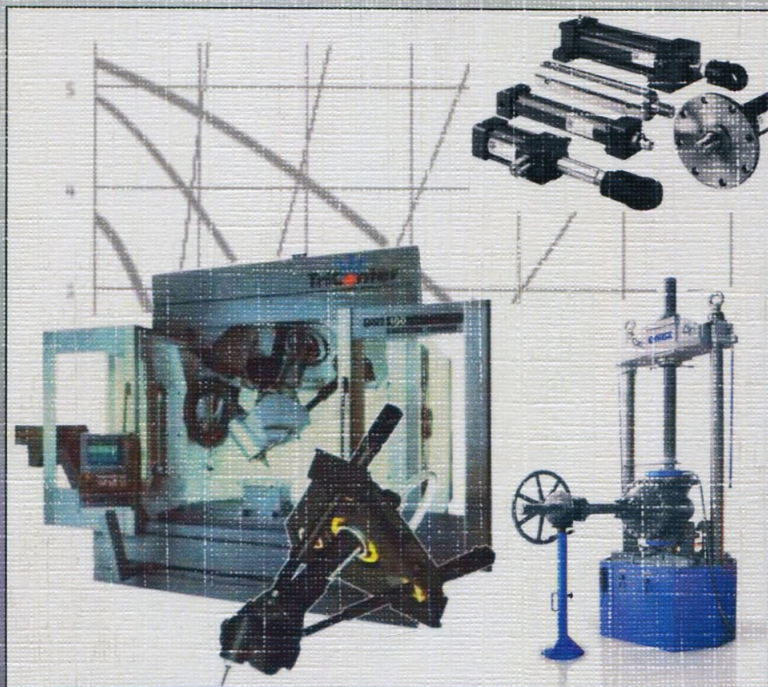


621.165
С 79

Степанов М. С.
Гасанов М. И.

Введение в современную технологии турбо- и гидромашиностроения



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ХАРЬКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»

М. С. Степанов
М. И. Гасанов

ВВЕДЕНИЕ В СОВРЕМЕННУЮ ТЕХНОЛОГИЮ
ТУРБО- И ГИДРОМАШИНОСТРОЕНИЯ

Учебное пособие для студентов машиностроительных
специальностей

Утверждено
редакционно-издательским
советом НТУ «ХПИ»,
протокол № 2 от 12.12.13

Харьков
НТУ «ХПИ»
2014

УДК 621.165:62-135:621.22(075)

ББК 31.363я7+31.56я7

С 79

Рецензенты:

А. А. Пермяков, д-р техн. наук, проф.,

Национальный технический университет «ХПИ»;

В. Ф. Кальченко, д-р техн. наук, проф.,

Чернігівський державний технологічний університет.

Розглянуто питання технології виробництва деталей турбо- і гідромашинобудування. Наведені технологічні процеси та обладнання, що використовується при виробленні деталей.

Призначено для студентів машинобудівних спеціальностей вищих навчальних закладів. Книга буде корисна технологам машинобудівних підприємств.

Степанов М. С.

С 79 Введение в современную технологию турбо- и гидромашиностроения: учеб. пособ. / М. С. Степанов, М. И. Гасанов. – Х.: ООО «Щедрая усадьба плюс» 2014. – 460 с.– На рус. яз.

ISBN 987-617-7188-33-8

Рассмотрены вопросы технологии производства деталей турбо- и гидромашиностроения. Приведены технологические процессы и оборудование, используемые при производстве деталей.

Предназначено для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений. Книга будет полезна технологам и инженерам машиностроительных предприятий.

Ил. 248. Табл. 51. Библ. 140 названия

ISBN 987-617-7188-33-8

УДК 621.165:62-135:621.22(075)

ББК 31.363я7+31.56я7

© М. С. Степанов,

М. И. Гасанов, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	10
1. Новые наукоемкие технологии машиностроительного производства.....	13
1.1. Проблемы отечественного машиностроения.....	13
1.2. Основные тенденции развития технологии гидромашиностроения.....	18
1.3. Степень достигаемой точности деталей гидро- и турбомашиностроения при обработке.....	23
1.4. Состояние станкостроения в Украине и за рубежом.....	28
1.5. Некоторые новые тенденции в использовании и разработке металлорежущего оборудования.....	40
Вопросы для самоконтроля.....	45
Литература.....	46
2. Материалы для гидромашиностроения.....	48
2.1. Новые стали.....	48
2.2. Сплавы с памятью формы.....	62
2.3. Суперсплавы направленной кристаллизации.....	66
2.4. Современные фильтрующие материалы.....	69
2.5. Повышение качества рабочей поверхности цилиндров и плунжеров скважинных штанговых насосов.....	77
2.6. Уплотнительные материалы из терморасширенного графита марки «Термографенит».....	81
2.7. Мультиметаллы и пластикметаллы.....	84
2.8. Неметаллические антифрикционные материалы для подшипников скольжения.....	88
2.9. Новый неметаллический материал «ФОРПЛАСТ».....	90
2.10. Перспективные материалы для высоконагруженных узлов трения. Применение углерод-углеродных композиционных материалов.....	93
2.11. Полимерные клеевые материалы.....	96
2.12. Термопластический полиуретанэластомер ECOPUR.....	98

2.13. Материал ГРАФЛЕКС для сальниковых уплотнений	100
2.14. Наноматериалы для гидромашиностроения	104
Вопросы для самоконтроля	113
Литература	114
3. Некоторые современные методы получения заготовок	116
3.1. Технология литья с кристаллизацией под давлением	116
3.2. Технология литья по газифицируемым моделям	118
3.3. Изготовление отливок для гидравлики на двух формовочных линиях HWS в компании Bosch Rexroth	124
3.4. Технология поперечно-клиновой прокатки	130
3.5. Совершенствование технологии штамповки деталей промышленной арматуры	135
3.6. Современные технологии штамповки	139
3.7. Информационные технологии при получении заготовок	140
3.7.1. Трехмерное моделирование литейных процессов с помощью LVMFlow	140
3.7.2. Разработка моделей кокилей для отливки корпусов гидродвигателей	146
3.8. Новые технологии гибки труб в гидромашиностроении	150
3.9. Итерированная технология ускоренного прототипирования, инструментального обеспечения и производства деталей турбо- и гидромашиностроения	158
3.10. Экотехнология получения отливок из металла по ледяным моделям	169
Вопросы для самоконтроля	173
Литература	174
4. Технология нанесения защитных покрытий	176
4.1. Газотермическое напыление. Назначение и область применения	176
4.1 Л. Газопламенное напыление проволокой (Flame spraying)	181

4.1.2. Газопламенное напыление полимеров и пластиков.....	184
4.1.3. Газопламенное напыление порошком.....	185
4.1.4. Сверхзвуковое (высокоскоростное) газопламенное напыление.....	187
4.1.5. Детонационное напыление.....	194
4.1.6. Плазменное напыление.....	197
4.1.7. Лазерное напыление.....	206
4.1.8. Электродуговая металлизация.....	210
4.1.9. Холодное напыление.....	213
4.2. Современные технологии наплавки.....	217
4.2.1. Плазменно-порошковая наплавка.....	217
4.2.2. Электродуговая наплавка лентами.....	228
4.2.3. Скоростная плазменная наплавка порошковых покрытий.....	233
4.2.4. Газопорошковая наплавка (Powder welding).....	236
4.2.5. Вибродуговая наплавка.....	238
4.2.6. Электродуговая наплавка плунжеров гидропрессов.....	239
4.2.7. Электродуговая наплавка штоков гидроцилиндров.....	240
4.2.8. Технология аргонодуговой наплавки лопаток паровых турбин (из сталей типа 15X11МФ).....	240
4.2.9. Технология наплавки Eutalloy RW.....	241
4.2.10. Упрочнение деталей, работающих в условиях трения металла о металл и контактно-ударного нагружения.....	242
4.3. Лазерные технологии нанесения покрытий.....	243
4.3.1. Перспективы импульсного лазерного легирования и наплавки.....	244
4.3.2. Технология дискретного поверхностного упрочнения.....	247

4.3.3. Импульсное лазерное напыление тонкопленочных структур оксида цинка.....	248
4.3.4. Особенности лазерной импульсной наплавки.....	251
4.3.5. Применение лазеров при обработке поверхностей лопастей.....	256
4.3.6. Результаты лазерного облучения для формирования защитной поверхности (упрочняющее покрытие) детали..	259
4.4. Электрохимические виды антифрикционных покрытий.....	262
4.4.1. Антикоррозионная защита по технологии термодиффузионного цинкования Distek.....	263
4.4.2. Композиционные электрохимические покрытия.....	268
4.4.3. Коррозионностойкие защитно-декоративные никель-фосфорные покрытия.....	269
4.4.4. Оксизотирование.....	270
4.4.5. Покрытие твердым хромом длинномерных цилиндрических заготовок для гидравлического и пневматического оборудования.....	272
4.4.6. Современные способы покрытий алюминиево-стальных гидробаков.....	273
4.4.7. Плазменное электролитическое оксидирование.....	274
4.4.8. Упрочнение алюминиевых деталей микродуговым оксидированием.....	275
4.4.9. Технология фрикционного латунирования.....	276
4.5. Покрытия на основе полимеров и фторопластов.....	277
4.5.1. Применение композиционного меднофторопластового покрытия в узлах трения.....	277
4.5.2. Новые фторопластовые антикоррозионные и антипригарные покрытия.....	279
4.6. Применение нанотехнологий для получения износостойких покрытий.....	280
4.6.1. Наноструктурированные покрытия.....	280

4.6.2. Нанотехнологии нанесения хром-алмазных покрытий.....	281
4.6.3. Наноалмазные покрытия.....	284
4.6.4. Применение эпиламирования для деталей гидромашиностроения.....	285
4.6.5. Технология нанесения наноструктурных покрытий методом магнетронного напыления.....	293
4.6.6. Импульсно-плазменная технология и оборудование для легирования и формирования нанокристаллических структур на рабочей поверхности детали.....	300
4.6.7. Ремонт и восстановление геометрии поверхностей трения механизмов в процессе эксплуатации.....	304
4.6.8. Алмазно-кластерные покрытия.....	306
4.6.9. Сравнение износостойкости и нанотвердости сталей упрочненных химико-термической обработкой и ионно-плазменным напылением.....	310
Вопросы для самоконтроля.....	312
Литература.....	314
5. Особенности обработки лопастей.....	317
5.1. Варианты технологии изготовления компрессорной лопатки.....	317
5.2. Технологии механообработки и инструменты при производстве лопаток.....	321
5.3. Шлифование лопаток турбин.....	324
5.4. Обработка лопатки на обрабатывающем центре MICRON UCP 600 VARIO.....	327
5.5. Скоростная пяти координатная лазерная обработка элементов турбин (на станках LASERTEC 80 PowerDrill)	330
5.6. Комбинированная технология восстановления лопаток газотурбинных двигателей.....	331
5.7. Автоматизация абразивной обработки лопаток.....	333

5.8. Синтез малых движений абразивного инструмента при формообразовании поверхности проточной части турбинной лопатки на шестикоординатном роботе-станке ..	336
5.9. Компонентный состав напыленных керамических слоев и его влияние на трещиностойкость при шлифовании.....	342
5.10. Лазерный контроль геометрии лопаток ГТД и технологической оснастки для их изготовления.....	343
5.11. Измерение профиля и шероховатости турбинных лопаток.....	353
Вопросы для самоконтроля.....	358
Литература.....	359
6. Современные технологии финишной обработки.....	362
6.1. Технологический процесс финишной обработки отверстий алмазными развертками.....	362
6.2. Технологический процесс обработки сферических поверхностей.....	363
6.3. Технология изотропной чистовой обработки поверхности методом химически ускоренной виброгалтовки (REM/ISF® - Процесс).....	366
6.4. Современные технологии хонингования.....	368
6.4.1. Анализ процессов хонингования.....	368
6.4.2. Контроль качества хонингования.....	378
6.5. Технология ленточного суперфиниша деталей гидропривода.....	379
6.6. Технология суперфинишной ПЦО.....	382
6.7. Современная технология доводки уплотнительных поверхностей арматуры.....	383
6.8. Технология гидроабразивной обработки.....	391
6.9. Финишная обработка отверстий под картриджные клапаны.....	394
6.10. Особенности шлифования роторов компрессоров CSH.....	396

Вопросы для самоконтроля.....	400
Литература.....	401
7. Современное технологическое оборудование для турбо- и гидромашиностроения.....	402
7.1. Станки с параллельной кинематикой.....	402
7.2. Станок для шлифования деталей шестеренных насосов.....	406
7.3. Характеристика станков для обработки лопаток турбин.....	407
7.4. ЧПУ для станков с лазерной обработкой.....	410
7.5. Совмещенная обработка турбинных, лопаток на станке PROFIMAT MC-TC.....	412
7.6. Переносное оборудование для прецизионной обработки запорных клапанов (вентилей) без удаления их из трубопровода.....	413
7.7. Производственные системы для производства гидрооборудования.....	415
Вопросы для самоконтроля.....	418
Литература.....	419
8. Специальные технологии.....	420
8.1. Электроэрозионная обработка.....	420
8.2. Электрохимическая размерная обработка.....	426
8.3. Электромеханическая обработка (ЭМО).....	438
8.4. Безабразивная ультразвуковая финишная обработка.....	440
8.5. Скругление кромок на деталях гидрооборудования.....	444
8.6. Технология термического снятия заусенцев.....	447
8.7. Лазерное «сверление» отверстий сложной формы.....	449
8.8. Ультразвуковой способ выполнения отверстий в твердых и хрупких материалах.....	452
Вопросы для самоконтроля.....	457
Литература.....	458