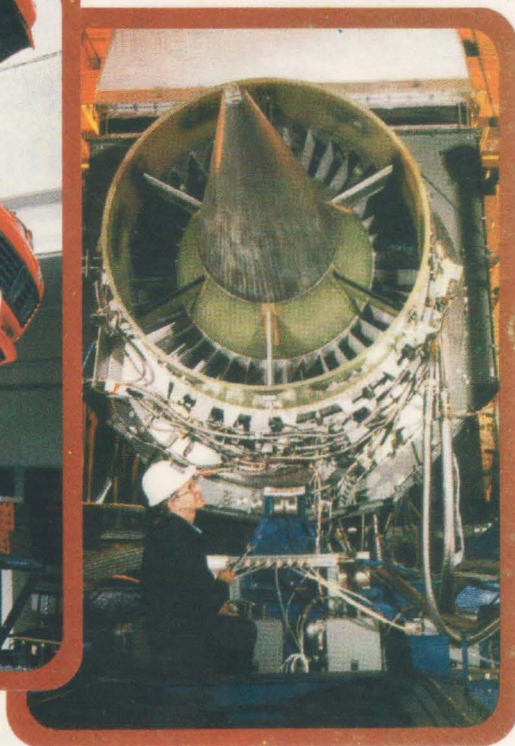


Т.АТАНАСОВ Н.НИКОЛОВ

---

# РЕМОНТ НА БУТАЛНИ И ГАЗОТУРБИННИ ДВИГАТЕЛИ



ТУ-СОФИЯ  
2004

**Т.АТАНАСОВ,      Н.НИКОЛОВ**

**РЕМОНТ НА БУТАЛНИ И  
ГАЗОТУРБИННИ ДВИГАТЕЛИ**

**Технически университет – София  
2004**

В учебника са разгледани основни въпроси от областта на ремонта на буталните и газотурбинните двигатели с вътрешно горене.

В отделни раздели са представени въпросите, свързани с технологичните ремонтни процеси и тяхното приложение при възстановяването на работоспособността на детайлите, възлите и агрегатите на двигателя. Обърнато е внимание и на надеждността на ремонтираните двигатели и възможностите за нейното повишаване в условията на ремонтното производство.

Учебникът е предназначен за студентите от специалността “Транспортна техника и технологии” на Техническия университет – София. Той може да се използва и от студенти от сродни специалности, както и от инженери, занимаващи се с ремонта на двигателите или с разработки в тази област.

Учебникът е написан от авторите по раздели, както следва:  
доц. Т.Атанасов – Раздел I, Раздел II т.1., т.2.1., т.2.2., т.2.3., т.2.4., т.2.5, Раздел III;  
маг.инж. Н.Николов – Раздел II, т. 2.6, т. 2.7. и т. 2.8, Раздел IV.

Авторите биха приели с благодарност всички забележки или препоръки към представените материали.

© Тодор Гатев Атанасов, доц. д-р, [tatanas@tu-sofia.bg](mailto:tatanas@tu-sofia.bg)  
© Николай Димитров Николов, маг.инж., [nyky@tu-sofia.bg](mailto:nyky@tu-sofia.bg)

Катедра “Двигатели, автомобилна техника и транспорт”  
Технически университет - София

## УВОД

Ефективността от използването на двигателите с вътрешно горене в областта на стопанството на дадена страна до голяма степен зависи от състоянието на ремонтната дейност, осъществявана за поддържане и възстановяване на работоспособността им. Системното ремонтно обслужване на двигателите е обективна необходимост. В процеса на експлоатацията на двигателите надеждността им намалява вследствие на естественото износване на детайлите, на корозията, на умората и стареенето на материала и другите нежелателни процеси, които протичат в двигателя. Вредните процеси предизвикват появата на различни неизправности, откази и дефекти, отстраняването на които е необходимо за поддържането на двигателя в работоспособно състояние.

Рационалната организация на техническото обслужване и текущият ремонт позволява да се отстраняват до голяма степен възникналите неизправности, откази и дефекти, като се заменят износените или повредени детайли, възли и агрегати. Независимо от това, след продължителна експлоатация настъпва момент, когато надеждността намалява толкова много, че възстановяването ѝ с прости средства става невъзможно. Тогава се налага основен ремонт.

Решаването на въпросите, свързани със запазването на надеждността на двигателя при основния ремонт изисква особено внимание на всички предшествващи етапи, имащи отношение към проектирането, производството и експлоатацията му. Това означава създаване на съвременни конструкции двигатели и технологии за производството им, внедряване на модерно ремонтно оборудване, както и целесъобразна организация на работата. В тази насока важна роля играе и бързото внедряване на постиженията на науката и техниката в областта на двигателостроенето. Това е предпоставка за повишаване качеството на ремонтираните двигатели и за осигуряване на допълнително количество енергетични източници за стопанството на дадена страна.

Поради голямата икономическа изгода ремонтването на двигатели се организира навсякъде по света. Във високо развити страни като САЩ, Япония, Англия, Германия и др. в последните години се забелязва перспективно развитие на ремонтната дейност. Тези страни масово преминават към промишлена ремонтна дейност с прилагане на високопроизводителни технологични процеси за възстановяване на детайлите, за сглобяване и изпитване на възлите и агрегатите, за механизизиране и автоматизиране на трудопоглъщащите процеси и поточност при производството.

Авторемонтната промишленост в нашата страна изисква продължителна и упорита работа за достигане на съвременно ниво. Двигателите,

ремонтирани в някои наши авторемонтни бази, получават неколkokратно по-нисък ресурс след основния им ремонт при двукратно и дори трикратно увеличени ремонтни разходи спрямо разходите в развитите страни. Ремонтните в тези предприятия двигатели нарушават приетите екологични норми и създават затруднения в нормалното функциониране на транспорта, селското стопанство, строителството и други.

По отношение на ремонта на газотурбинните двигатели България има натрупан дългогодишен опит, притежава модерна ремонтна база, технологични процеси на съвременно ниво и висококвалифицирани специалисти. Целесъобразно е този опит да бъде използван в нашите ремонтни бази за бутални двигатели, като се внедряват разработените технологични ремонтни процеси и организация на работа.

Учебникът предоставя една възможност на студентите и специалистите, които се подготвят да работят в областта на ремонтната промишленост, да се запознаят с някои от основните въпроси, свързани с ремонта на двигателите с вътрешно горене – бутални и газотурбинни.

## Съдържание

УВОД.....	3
<b>I РАЗДЕЛ. ОБЩИ ВЪПРОСИ СВЪРЗАНИ С РЕМОНТА НА ДВИГАТЕЛИТЕ.....</b>	<b>5</b>
1. Същност и значение на ремонта на двигателите.....	5
2. Видове ремонтни въздействия.....	7
3. Ремонтно обслужване на двигателите.....	10
<b>II РАЗДЕЛ. ТЕХНОЛОГИЯ НА РЕМОНТА НА ДВИГАТЕЛИТЕ.....</b>	<b>12</b>
1. Производствен и технологичен процес на ремонта на двигателите.....	12
1.1. Общи пояснения.....	12
1.2. Методи за ремонт.....	16
2. Технологичен процес на ремонта на двигателите.....	17
2.1. Приемане и подготовка на двигателите за ремонт.....	17
2.2. Разглобяване на двигателите.....	17
2.3. Почистване и измиване на детайлите на двигателите.....	27
2.4. Контрол и сортиране на детайлите.....	37
2.5. Възстановяване на детайлите.....	46
2.5.1. Възстановяване на детайлите до ремонтни размери.....	48
2.5.2. Възстановяване на детайлите по метода на допълнителните детайли.....	50
2.5.3. Възстановяване на детайлите чрез налягане.....	50
2.5.4. Възстановяване на детайлите чрез заваряване и наваряване.....	53
2.5.5. Възстановяване на детайлите чрез метализация.....	57
2.5.6. Възстановяване на детайлите чрез електролитни покрития.....	60
2.5.7. Възстановяване на детайлите чрез заливане с антифрикционни сплави.....	64
2.5.8. Възстановяване на детайлите чрез електроискрова и електромеханична обработка.....	65
2.5.9. Методи за уякчаване на детайлите в процеса на тяхното възстановяване.....	69
2.6. Проектиране на технологични процеси за възстановяване на детайлите.....	75
2.6.1. Изходни данни за разработване на технологични процеси за възстановяване на детайлите.....	75
2.6.2. Методика и последователност на проектирането на технологичните процеси за възстановяване на детайлите.....	75
2.6.3. Критерии за оценка при избора на метод за възстановяване на детайлите.....	77
2.6.4. Методика за оценка на ефективността на методите за възстановяване на детайлите.....	79
2.6.5. Видове технологични методи, използвани при възстановяване на детайлите.....	81

2.6.6. Типизация и стандартизация на технологичните процеси за възстановяване на детайлите .....	82
2.7. Сглобяване, разработване и следремонтна проверка на двигателите .....	84
2.7.1. Общи пояснения.....	84
2.7.2. Сглобяване на двигателите .....	86
2.7.3. Разработване и следремонтна проверка на двигателите .....	106
2.8. Техника на безопасността при ремонта на двигателите .....	108
2.9. Икономическа ефективност на ремонта на двигателите .....	110

### **III РАЗДЕЛ. РЕМОТ НА ДВИГАТЕЛИТЕ..... 114**

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ .....	114
1.1. Конструктивна характеристика на буталните двигатели.....	115
2. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ОСНОВНИТЕ ДЕТАЙЛИ, ВЪЗЛИ И АГРЕГАТИ НА БУТАЛНИТЕ ДВИГАТЕЛИ.....	123
2.1. Възстановяване на основните корпусни детайли .....	123
2.1.1. Възстановяване на цилиндрови блокове.....	123
2.1.2. Възстановяване на цилиндрови глави .....	131
2.2. Възстановяване на основните детайли на коляно-мотовилковия и газоразпределителния механизъм.....	135
2.2.1. Възстановяване на мотовилки .....	136
2.2.2. Възстановяване на колянови валове.....	138
2.2.3. Възстановяване на разпределителни валове.....	141
2.2.4. Възстановяване на клапани.....	143
2.3. Възстановяване на основни елементи от охладителната, горивната и електрическата уредба .....	145
2.3.1. Възстановяване на корпуса на водната помпа.....	145
2.3.2. Възстановяване на горивонагнетателни помпи и впръсквачи .....	146
2.3.3. Възстановяване на частите на генератори за променлив ток.....	149
2.3.4. Възстановяване на статор в комплект с намотките.....	150
2.3.5. Възстановяване на ротора на генератора за променлив ток.....	151
2.3.6. Проверка за изправност на диодите на токоизправителя .....	153
3. КОНСТРУКТИВНА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ГАЗОТУРБИННИТЕ ДВИГАТЕЛИ .....	154
4. ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ НА ОСНОВНИТЕ ДЕТАЙЛИ, ВЪЗЛИ И АГРЕГАТИ НА ГАЗОТУРБИННИТЕ ДВИГАТЕЛИ .....	157
4.1. Възстановяване на компресора на газотурбинен двигател.....	159
4.1.1. Възстановяване на корпуса на предния лагер .....	160
4.1.2. Възстановяване на преден и заден вал на компресора .....	161
4.2. Възстановяване на горивна камера на турбореактивен двигател.....	162
4.3. Възстановяване на турбината на газотурбинен двигател .....	163
4.3.1. Възстановяване на дисковете на турбината.....	164
4.3.2. Възстановяване на съвместната работа между предния вал и дисковете на турбината .....	165
4.3.3. Възстановяване на вала на турбината .....	166
4.3.4. Възстановяване на лопатките на турбинни колела на турбореактивен двигател.....	168

4.3.5. Балансиране на роторите на газотурбинните двигатели .....	169
4.4. Горивна помпа-регулатор на газотурбинен двигател.....	169

<b>IV РАЗДЕЛ. НАДЕЖДНОСТ НА РЕМОНТИРАНИТЕ ДВИГАТЕЛИ .....</b>	<b>171</b>
1. ОБЩИ ВЪПРОСИ НА НАДЕЖДНОСТТА .....	171
1.1. Основни определения и показатели на надеждността .....	171
1.2. Фактори, характеризиращи надеждността .....	173
1.3. Вероятностно-статистически методи, използвани при решаването на задачи от областта на надеждността на двигателите.....	177
2. МЕТОДИ ЗА КОЛИЧЕСТВЕНА ОЦЕНКА НА НАДЕЖДНОСТТА .....	182
3. РЕМОНТОПРИГОДНОСТ НА ДВИГАТЕЛИТЕ.....	188
3.1. Основни понятия и показатели, характеризиращи ремонтпригодността .....	188
3.2. Изисквания към конструкцията на двигателя с оглед на ремонтпригодността .....	189
3.3. Показатели за оценка на ремонтпригодността на двигателя .....	191
3.4. Прогнозиране на ремонтпригодността на двигателите.....	195
4. ГРАНИЧНА РАБОТОСПОСОБНОСТ НА РЕМОНТИРАНИТЕ ДВИГАТЕЛИ.....	201
4.1. Характеристика на процесите намаляващи работоспособността на двигателите.....	201
4.2. Дефекти на детайлите и откази на двигателите поради повреди .....	204
4.3. Критерии за оценка на граничната работоспособност на двигателя .....	206
4.4. Метод за определяне на граничната мощност на двигателя.....	211
4.5. Ресурс на двигателите.....	213
ЛИТЕРАТУРА .....	216
СЪДЪРЖАНИЕ.....	219



## РЕМОНТ НА БУТАЛНИ И ГАЗОТУРБИННИ ДВИГАТЕЛИ

Автори:

© доц. д-р Тодор Атанасов

© инж. Николай Николов

Рецензент:

© проф. Владимир Костов Иванов

Стилов редактор:

© Стояна Саева

Дадено за печат: м. март 2004 г.

Излязло от печат: м. април 2004 г.

Печатни коли: 14.00

Поръчка № 17

Тираж 100 броя

Формат 60/84/16

Цена 7. 50 лв.

**ISBN 954-438-384-0**

---

**МП Издателство на Технически университет - София**



В процеса на експлоатация се изменя техническото състояние на двигателите и се влошават техните показатели. Тези изменения се причиняват от вредни процеси като износване, корозия, умора на материалите и др.

Поддържането и възстановяването на работоспособността на двигателите е необходимост, а ползата от тази дейност е много голяма. Със сравнително малки разходи се получава допълнителен ресурс, избягва се унищожаването на вложените в двигателя скъпи материали, труд и др.

При техническото обслужване и текущия ремонт се отстраняват възникналите неизправности, откази и дефекти, като се заменят износените или повредени детайли, възли или агрегати. Независимо от това, след продължителна експлоатация настъпва момент, когато надеждността намалява толкова много, че възстановяването ѝ с прости средства става невъзможно. Тогава се налага основен ремонт на двигателите.

При основният ремонт се извършват различни технологични процеси - приемане и разглобяване на двигателите, почистване, измиване, контрол, сортиране и възстановяване на детайлите. След това се извършва сглобяване и следремонтна проверка на техническото състояние и показателите на двигателя.

За създаването на съвременна ремонтна дейност е необходимо да се предприемат мерки на всички етапи, имащи отношение към проектирането, производството, експлоатацията и ремонта на двигателите. Това означава създаване на съвременни конструкции, технологии за производство, внедряване на модерно ремонтно оборудване, целесъобразна организация на работата, подготовка на високо квалифицирани специалисти и др.