

УДК 621
ББК 34.4я73

Т 67 Трибология. Лабораторный практикум : учебное пособие для ВО / А. В. Коломейченко, И. Н. Кравченко, Ю. А. Кузнецов [и др.] ; под редакцией А. В. Коломейченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 168 с. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-8114-4912-5

Изложены содержание лабораторных работ, в которых нашли отражение цели, краткие теоретические сведения, устройство применяемого оборудования и приборов, последовательность их использования, а также методики выполнения, контрольные вопросы и задания, список литературы для самостоятельной проработки учебного материала и тесты для проверки полученных знаний, умений и навыков. Представленные в учебном пособии материалы позволяют овладеть методиками расчета опор трения без смазочного материала и при граничной смазке, коэффициента трения качения, а также методами прогнозирования изнашивания с учетом механических, физико-механических и геометрических факторов. Практические знания, полученные студентами, будут использоваться ими при выполнении квалификационных работ разного уровня сложности. Лабораторный практикум разработан как составная часть методического обеспечения учебного процесса по дисциплине «Трибология».

Учебное пособие предназначено для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению «Агронженерия» (направленности (профилей) подготовки «Технический сервис в агропромышленном комплексе», «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве»), может использоваться для самостоятельной работы студентов.

УДК 621
ББК 34.4я73

Рецензенты:

С. Ю. ЖАЧКИН — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства

Воронежского государственного технического университета;

В. Д. ШАШУРИН — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой РЛ-6 технологий приборостроения Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана (Национальный исследовательский университет).

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

© Издательство «Лань», 2020
© Коллектив авторов, 2020
© Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Повышение надёжности выпускаемой техники и эффективность ее использования являются основными условиями повышения производительности труда и увеличения объемов производимой и транспортируемой продукции.

Задача инженерно-технической службы – обеспечить грамотное и эффективное использование машин, реализовать те показатели надежности, которые заложены в конструкции при их создании. При этом надежные и долговечные машины могут быть созданы только при удачном решении теоретических и прикладных задач трения, смазывания и изнашивания, т. е. задач трибологии и триботехники.

Знания зависимостей изменения начальных свойств материалов деталей в процессе эксплуатации позволяют решить основополагающую задачу трибологии – повышение износостойкости, долговечности, безотказности машин, их агрегатов и сборочных единиц. Кроме того, знания теоретических основ изнашивания обеспечивают возможность добиться долговечной и безотказной работы машин – непременного условия достижения высоких показателей качества, производительности и экономичности при производстве различных видов товарной продукции. Всего этого невозможно достичь без знания основ методики трибологических испытаний пар трения.

В книге приведено 14 работ для учебных занятий, на каждом из которых обучающимися выполняются определенные задания. Выполненные задания оформляются в виде отчетов с представлением необходимых данных, рисунков и таблиц. Лабораторный практикум может использоваться для самостоятельной работы студентов, при их подготовке к учебным занятиям.

Целью лабораторного практикума является формирование у обучающихся теоретических и практических знаний в области трения и изнашивания, а также приобретение умений и овладение производственными навыками расчета узлов трения и статистической обработки результатов экспериментальных исследований для решения практических задач производственного характера в инженерно-технической сфере агропромышленного комплекса.

Выполнение лабораторного практикума дает возможность получить основные навыки в экспериментальной оценке фрикционных и служебных свойств трибосопряжений на различных машинах трения и приборах.

Необходимый минимум сведений об основных понятиях трибологии содержится в теоретической части каждой лабораторной работы.

При выполнении лабораторных работ у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

- способность к исследованию процессов трения и изнашивания в сельскохозяйственной технике;

- способность проведения инженерных расчетов для проектирования систем и объектов;

- способность обоснованно выбирать материал и назначать его обработку для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали.

В результате освоения дисциплины «Трибология» обучающийся должен:
знать:

- динамику развития представлений о внешнем трении;
- физические основы эффекта безызносности;
- основы проектирования подвижных соединений, при которых обеспечивается их ресурс до морального износа;

- механизм избирательного переноса при трении и его закономерности;

- методы прогнозирования изнашивания с учетом механических, физико-механических и геометрических факторов;

уметь:

- выявлять и анализировать причины увеличения скорости изнашивания;

- осуществлять поиск необходимой информации по глобальным информационным ресурсам и современным средствам телекоммуникации;

- определять оптимальные режимы работы пар трения в машинах и механизмах.

- определять износостойкость взаимодействующих при трении поверхностей и строить зависимость их износа от различных факторов;

владеть:

- навыками расчета опоры трения без смазочного материала и при граничной смазке;

- навыками расчета коэффициента трения качения;

- навыками прогнозирования изнашивания с учетом механических, физико-механических и геометрических факторов.

Приведенные в учебном пособии материалы позволяют студентам овладеть методиками расчета опор трения без смазочного материала и при граничной смазке, коэффициента трения качения, а также методами оценки триботехнических параметров узлов трения и прогнозирования изнашивания с учетом механических, физико-механических и геометрических факторов. Разнообразные задания для самостоятельной работы позволяют добиться высокой степени интенсификации познавательной активности слушателей.

Авторы надеются, что соприкосновение студентов с реальными триботехническими процессами при проведении лабораторных работ поможет им в дальнейшей практической деятельности.

**ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ
«ТРИБОЛОГИЯ»**

| Наименование модуля рабочей программы | Наименование лабораторной работы | Трудоемкость, ч |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Модуль 1. Закономерности внешнего трения и изнашивания материалов | <i>Лабораторная работа № 1.</i> Контактные задачи в трибологии | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 2.</i> Расчет коэффициента трения качения | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 3.</i> Исследование микротвердости деталей пары трения | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 4.</i> Определение условного предела текучести материалов методом неразрушающего контроля | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 5.</i> Трение в подшипниках скольжения | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 6.</i> Трение в подшипниках качения | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 7.</i> Расчет интенсивности изнашивания при упругом контакте | 2 |
| Модуль 2. Эффект безызносности | <i>Лабораторная работа № 8.</i> Оценка пластичности рабочих поверхностей деталей методом неразрушающего контроля | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 9.</i> Исследование характеристик микрогеометрии рабочей поверхности детали | 4 |
| | <i>Лабораторная работа № 10.</i> Методика определения полного ресурса соединения и допустимых без ремонта размеров соединяемых деталей | 2 |
| Модуль 3. Определение триботехнических характеристик материалов | <i>Лабораторная работа № 11.</i> Способы определения и исследование износа деталей машин | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 12.</i> Проведение испытаний материалов на изнашивание | 4 |
| | <i>Лабораторная работа № 13.</i> Расчет момента сил трения в паре вращения | 2 |
| | <i>Лабораторная работа № 14.</i> Расчет износа соединения «гильза цилиндра – поршневое кольцо» двигателя внутреннего сгорания | 2 |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Введение..... | 3 |
| Перечень лабораторных работ по курсу «трибология» | 5 |
| Общие требования к технике безопасности | |
| при выполнении лабораторных работ | 6 |
| Лабораторная работа № 1. | |
| КОНТАКТНЫЕ ЗАДАЧИ В ТРИБОЛОГИИ | 7 |
| Лабораторная работа № 2. | |
| РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ..... | 15 |
| Лабораторная работа № 3. | |
| ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ ДЕТАЛЕЙ | |
| ПАРЫ ТРЕНИЯ..... | 25 |
| Лабораторная работа № 4. | |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНОГО ПРЕДЕЛА | |
| ТЕКУЧЕСТИ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ | |
| НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ..... | 40 |
| Лабораторная работа № 5. | |
| ТРЕНИЕ В ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ..... | 44 |
| Лабораторная работа № 6. | |
| ТРЕНИЕ В ПОДШИПНИКАХ КАЧЕНИЯ..... | 59 |
| Лабораторная работа № 7. | |
| РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ | |
| ПРИ УПРУГОМ КОНТАКТЕ | 65 |
| Лабораторная работа № 8. | |
| ОЦЕНКА ПЛАСТИЧНОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ | |
| ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ..... | 73 |
| Лабораторная работа № 9. | |
| ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МИКРОГЕОМЕТРИИ | |
| РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ | 80 |
| Лабораторная работа № 10. | |
| МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛНОГО РЕСУРСА | |
| СОЕДИНЕНИЯ И ДОПУСТИМЫХ БЕЗ РЕМОНТА РАЗМЕРОВ | |
| СОЕДИНЯЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ..... | 94 |
| Лабораторная работа № 11. | |
| СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ | |
| ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ МАШИН | 104 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Лабораторная работа № 12. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ МАТЕРИАЛОВ НА ИЗНАШИВАНИЕ..... | 116 |
| Лабораторная работа № 13. РАСЧЕТ МОМЕНТА СИЛ ТРЕНИЯ В ПАРЕ ВРАЩЕНИЯ..... | 132 |
| Лабораторная работа № 14. РАСЧЕТ ИЗНОСА СОЕДИНЕНИЯ «ГИЛЬЗА ЦИЛИНДРА – ПОРШНЕВОЕ КОЛЬЦО» ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ | 137 |
| Приложение А. Контрольные задания для выполнения лабораторных работ | 144 |
| Приложение Б. Данные из технических требований на дефектацию соединений тракторных двигателей | 145 |
| Приложение В. Исходные данные для выполнения расчетов..... | 147 |
| Приложение Г. Тестовые задания для проверки полученных знаний, умений и навыков | 151 |
| Библиографический список..... | 163 |
| Авторский коллектив | 165 |