

за жизнь, деятельность. Это уменьшает подсознательный, инстинктивный страх перед жизнью, деятельностью, чувства беспричинного беспокойства, что значительно снижает творческий потенциал личности. Обучение способом саморегуляции экономит энергию жизни, освобождает её на созидательные цели, помогает обрести состояние внутренней свободы и уверенности в себе, стимулирует поисковую активность мозга и развивает способность находить лучшие пути для достижения цели. Гармонизация физических и физиологических процессов в процессе личностного роста помогает развитию творческих, волевых, адаптативных и физических возможностей личности.

Качество учебно-воспитательного процесса зависит от профессионализма педагога, который овладел способами профессионального самосовершенствования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грибенникова, Э.А. Саморегуляция личности в индивидуальном стиле жизнедеятельности: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. М., 1995
2. Кузьмина, Н.В. Очерки психологии труда учителя. Л. 1967.
3. Основы профессионального самосовершенствования педагога дошкольного учреждения. – Мн: Университетское, 2002 – 207с.

УДК 539.43+37.01

Богданович А.В.

### РОЛЬ НОВЫХ НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН В ФОРМИРОВАНИИ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ

*Лидский колледж УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»,  
Лиды, Беларусь*

*Some aspects of formation of modern creative complex thinking during education process of technical students on example of new scientific subjects are presented. Necessity of activation of student's thinking work is emphasized.*

В последние десятилетия одна из основополагающих наук – механика – получила новый импульс для своего развития благодаря зарождению и становлению новых научных направлений, а по сути - отдельных наук, например, трибологии, трибофатики, механики машин. Эти науки отличает комплексный подход к изучаемым предметам и явлениям, что, несомненно, важно не только для познания окружающего мира во всем его многообразии и

взаимосвязях, но и для формирования современного инженерного мышления в процессе обучения студентов втузов.

Как отмечал академик НАН Беларуси М.С. Высоцкий, ученые, инженеры должны учитывать взаимодействие элементов механических систем: «...именно это взаимодействие и определяет в конечном счете надежность как узлов, так и машины в целом. Это значит, мы уходим от традиционного расчета отдельных деталей и переходим к расчету и конструированию механических систем .... Это, конечно, фундаментальная задача. Будучи теоретически и практически решенной, она позволит резко повысить ресурс выпускаемых машин, снизить эксплуатационные затраты» [1].

Хочу привести высказывание еще одного выдающегося ученого-механика, академика Российской академии наук К.В. Фролова на первом Международном симпозиуме по трибофатике [1]: «...Я бы хотел подчеркнуть большую значимость быстрого развития и эффективного применения комплексного подхода к проблемам надежности и технического ресурса как при проектировании и создании машин минимальной материалоемкости (с учетом требований прочности, жесткости, сопротивления усталости и всем видам разрушения, включая износ), так и на стадии использования (эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт) продукции машиностроения в различных отраслях народного хозяйства». Такой комплексный подход, по мнению К.В. Фролова обеспечивает новая наука – трибофатика, «один из перспективных разделов механики, который аналитически изучает проблемы трения, износа и смазки в элементах машин и конструкций, а также проблемы усталости...»[1]. На большую актуальность нового комплексного подхода к оценке поврежденности и предельного состояния машин и оборудования указывают многие отечественные ученые, организаторы науки и специалисты, руководители предприятий. Так, член-корреспондент РАН Н.А. Махугов неоднократно приводил практические примеры, как традиционные методики расчета, заложенные в существующие нормы и основанные на частных критериях предельного состояния деталей машин и элементов конструкций, приводят к преждевременным отказам технических объектов, авариям и катастрофам с большими экономическими и людскими потерями [1].

И если ученые и многие крупные специалисты пришли к пониманию важности комплексных методов трибологии, трибофатике, механики машин, ведут интенсивные исследования и разрабатывают новые методы расчета и конструирования машин и оборудования, стандарты в этой области, то в сфере образования, подготовки специалистов для народного хозяйства, имеется серьезный пробел. По существу, студенты усваивают все те же устаревшие методы расчета и конструирования, которые использовались 50 и более

лет назад в курсах «Теоретическая механика», «Теория машин и механизмов», «Детали машин» и др. Лишь в некоторых вузах с недавнего времени введены курсы «Основы трибологии», «Основы трибофатики», «Основы теории надежности», где находит отражение новая современная методология расчета.

Методология расчетов на прочность деталей машин и элементов конструкций такова. Если критерием предельного состояния служит усталостное (объемное) разрушение изделия, то условие прочности:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{-1}}{n_{\sigma}}. \quad (1)$$

По условию (1) решаются три задачи:

- проверка прочности

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma], \quad (2)$$

- определение размеров поперечного сечения

$$W \geq \frac{Mn_{\sigma}}{\sigma_{-1}}, \quad (3)$$

- выбор материала

$$[\sigma] \geq \frac{\sigma_{-1}}{n_{\sigma}}. \quad (4)$$

В трибологии, как известно, нет общепризнанного метода проектирования узлов трения. Критерий предельного состояния узлов трения получен проф. Л.А. Сосновским в трибофатике, исходя из того общего положения (выдвинутого И.В. Крагельским еще в конце 30-х годов прошлого века), что повторно-переменное деформирование тонкого поверхностного слоя материала трущихся при действии контактной нагрузки тел всегда ведет к его усталостному разрушению. Если под предельным состоянием узла трения понимать достижение износом предельной величины, то условие износостойкости [2]:

$$\tau_w = fp_{\sigma} \leq [\tau] = \tau_f / n_{\tau}. \quad (5)$$

По условию (5) решаются четыре задачи:

- проверка износостойкости

$$\tau_w = fp_{\sigma} \leq [\tau], \quad (6)$$

- подбор площадки контакта

$$A_u \geq F_s / [\tau] = F_s n_{\tau} / \tau_f, \quad (7)$$

- выбор материала

$$[\tau] \geq \tau_f / n_\tau, \quad (8)$$

- требования к коэффициенту трения

$$f \leq [\tau] / p_a = \tau_f / (n_\tau p_a) \quad (9)$$

Принципиальные отличия условия износостойкости (5) от аналогичного условия прочности (1) следующие. Во-первых, условие (1) применимо только к отдельному элементу конструкции, отдельной детали, в то время как условие (5) характеризует прочность (износостойкость) механической системы, состоящей из двух тел. Поскольку последние в узле трения перемещаются друг относительно друга при действии контактной нагрузки, то данная система получила специальное название: пара (или узел) трения, либо фрикционный узел. Естественно, что условия (6) и (8) в отличие от аналогичных условий (2) и (4), используется при проектировании узла трения дважды – применительно к телу и к контртелу. Во-вторых, для оценки надежности узла трения как механической системы в целом потребовались дополнительные условия (7) и (9), аналогов которым в условии (1) нет и быть не может.

Следовательно, проектируя узел трения, для обеспечения его требуемой эксплуатационной надежности можно варьировать площадь контакта (усло-

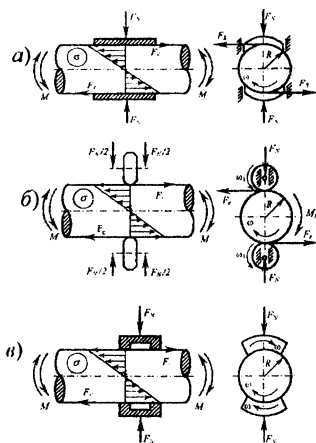


Рисунок. Расчетные схемы типичных силовых систем при фрикционно-механической (а), контактно-механической (б), фреттинг-усталости (в)

вие (7)), свойства материалов (условие (8)) и коэффициент трения (условие (9)). Если вспомнить, что коэффициент трения характеризует способность узла трения с учетом влияния смазки (третьего тела), то ясно, что изложенный метод проектирования узлов трения может и должен быть обычным инструментом для конструктора и расчетчика.

В трибофатике базовыми понятиями являются понятие о силовой системе и ее комплексном износоусталостном повреждении. Силовой системой называют механическую систему, которая воспринимает и передает рабочую циклическую на-

грузку и в которой одновременно реализуется процесс трения и изнашивания в любых его проявлениях – при скольжении, качении, проскальзывании, ударе и т.д. Типичные силовые системы представлены на рисунке. Видно, что это – наиболее ответственные и широко применяемые компоненты общетехнического назначения.

Для силовых систем характерен особый тип эксплуатационного повреждения – его называют износоусталостным (таблица).

Обобщение ряда результатов экспериментов привело к тому, что было предложено ввести и определить особый класс функций

$$\Lambda_r(\omega_\sigma \leftrightarrow \omega_p) = R_{\sigma/p}, \quad (10)$$

с помощью которых возможно прогнозировать, в том числе и во времени  $t$ , взаимодействие повреждений ( $\omega$ ), обусловленных внеконтактными (индекс  $\sigma$ ) и контактными (индекс  $p$ ) напряжениями. Это взаимодействие является диалектическим, т.е. его результат  $R_{\sigma/p}$  может быть либо больше единицы (усиление повреждающего действия, или разупрочнение), либо меньше единицы (ослабление повреждающего действия, или упрочнение), либо равно единице (стабильное соотношение между процессами упрочнения-разупрочнения). Таким образом, износоусталостное повреждение – это комплексное повреждение в том смысле, что оно есть результат взаимодействия повреждений, обусловленных контактной и внеконтактной нагрузками и развивающихся на разных масштабных уровнях (субмикро-, микро-, макроповреждения).

Можно привести один пример важного практического значения фундаментальных представлений трибофатики. Прочнисты рассматривают железнодорожный рельс как элемент конструкции (балку), который работает на усталость при действии пространственной системы сил. Поэтому эксплуатационная долговечность рельса оценивается ими по специфическому критерию – усталостному разрушению. А трибологи представляют рельс как одну из деталей узла трения (колесо-рельс). Естественно, что эксплуатационная долговечность рельса оценивается ими по другому специфическому критерию – износу. Понятно, что эти две оценки существенно различны для одного и того же рельса. С позиций же трибофатики ни одна из этих оценок не может быть верной, поскольку в действительности рельс один из элементов силовой системы, и для него характерно комплексное износоусталостное повреждение и разрушение. Если во внимание не принимается влияние процессов трения на изменение характеристик сопротивления усталости рельса (прямой эффект), а также влияние усталостного повреждения на изменение характеристик трения и изнашивания (обратный эффект), ожидать правильной оценки его работоспособности просто нельзя, что и подтверждает длительный опыт эксплуа-

талии железнодорожного пути: периодически особую остроту принимает то проблема усталостного разрушения рельсов, то проблема повышенного износа системы колесо-рельс.

Таблица – Основные виды износоусталостного повреждения

Типичная силовая система	Основные процессы повреждения при эксплуатации	Комплексное повреждение
Шейка коленчатого вала – шатунная головка с подшипником скольжения	Усталость, изнашивание	Фрикционно-механическая усталость
Колесо-железнодорожный рельс	Усталость, питтинг, изнашивание	Контактно-механическая усталость
Шлицевый вал - муфта	Усталость, фреттинг-коррозия, фреттинг-усталость	Фреттинг-усталость
Вал гребного винта – морская вода	Усталость, коррозия	Коррозионно-механическая усталость
Лопатки центробежного насоса - вода	Усталость, гидроэрозия, кавитационная эрозия	Эрозионно-механическая усталость

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Слово о трибофатике. Ред. – составитель А.В. Богданович / Авт.: Ботвина Л.Р., Высоцкий М.С., Горбачевич М.И. и др. – Гомель-Минск-Москва-Киев: Remika, 1996. – 132 с.
2. Основский, Л.А. Основы трибофатики: Учебное пособие для студентов вузов: В 2 ч. – Гомель: БелГУТ, 2003. – Ч.1. – 246 с.; Ч.2. – 235 с.