

## **КОНСТРУКЦИОННАЯ ПРОЧНОСТЬ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Фролова Е.В.**

**Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ,  
г. Бузулук**

Качество деталей машин зависит от совокупности множества факторов на разных стадиях, начиная от проектирования и заканчивая эксплуатацией. В современных экономических условиях при наличии свободной конкуренции и растущих потребностей заказчиков повышение качества выпускаемой продукции становится одним из ключевых моментов, обеспечивающих стабильное функционирование предприятия-изготовителя. При этом качество деталей и комплектующих в машиностроении, в первую очередь, должно обеспечивать соблюдение двух основных требований – надежности и экономичности.

Надежность, в свою очередь, характеризуется, прежде всего, работоспособность деталей машин. Для того, чтобы обеспечить работоспособность конкретных деталей и комплектующих, конструкционный материал должен обладать высокой конструкционной прочностью. В общем случае под конструкционной прочностью понимается комплекс механических свойств, которые обеспечивают надежную работу изделия при заданных условиях эксплуатации в течение срока службы.

Запас конструкционной прочности для конкретного материала определяют путем испытаний стандартных образцов в обычных условиях. В условиях эксплуатации эти свойства не всегда способны в полной мере проявиться, особенно это заметно при сравнении показателей, полученных при испытании лабораторных образцов, и конструкционной прочностью как реализуемым в деталях машин максимальным сопротивлением материала. Рассмотрим конструкционную прочность как сумму трех групп факторов: эксплуатационных, технологических и конструкционных, с позиции их влияния на конечное качество детали.

Эксплуатационные факторы, в первую очередь, определяются условиями эксплуатации деталей и ее назначением. На уровне производителя качество продукции в данном случае будет зависеть только от выбора материала для проектируемого изделия и конструкции и учета условий эксплуатации (температурного режима, характера нагружения и т. д.).

Технологические факторы, напротив, позволяют достичь большой эффективности в повышении конструкционной прочности и снижении материалоемкости изделий, и, в конечном счете, напрямую влияют на качество детали. Рассматривая прочность как свойство материала, зависящее от его природы (химического состава) и структурного состояния, следует отметить, что реальная прочность конструкционных материалов вследствие наличия различных дефектов, в том числе и структуры, практически всегда в несколько

раз меньше теоретической, закладываемой в справочной литературе исходя из сопротивления разрыва межатомных связей.

Именно в связи с этим существующие технологические методы повышения конструкционной прочности направлены на обеспечение структуры материала, при которой влияние возможных дефектов сводилось к минимуму, в том числе и на микроуровне. При этом в настоящее время назначение и технологическое обеспечение качества поверхности деталей недостаточно обосновано, что либо приводит к повышению стоимости машин в целом, либо к частичной потере надежности.

Существующие методы упрочнения, в частности, методы поверхностного пластического деформирования, способны обеспечить заданные параметры качества поверхности детали и обеспечить требуемые эксплуатационные свойства деталей машин. Это позволяет снизить расход материала (материалоемкость) и достичь требуемого уровня надежности.

Методы поверхностного пластического деформирования (ППД) можно условно разделить на следующие группы:

- отделочно-упрочняющая обработка ППД (накатка, обкатка, раскатка, выглаживание, виброобработка, динамическое упрочнение, электромеханическая и комбинированная обработка поверхности деталей машин);
- формообразующая обработка ППД (накатка резьбы, поверхности зуба, шлицев);
- отделочно-упрочняющая обработка ППД (дорнование, калибрование поверхностей вращения).

Все чаще преимущество при выборе методов упрочнения поверхности отдается комбинированной обработке, которая совмещает в себе лезвийную и отделочно-упрочняющую технологии. Это позволяет не только повысить качество поверхности, но и повышает производительность, снижая трудоемкость и экономические затраты. Недостатком всех вышеперечисленных методов упрочнения поверхности деталей является снижение таких характеристик, как пластичность и вязкость разрушения, что ограничивает их использование.

Еще одним направлением повышения конструкционной прочности является использование композиционных материалов, состоящих из мягкой матрицы и высокопрочных волокон, ориентированных в детали оптимально к действующему полю напряжений. Они отличаются высокой трещиностойкостью, так как при образовании трещины мягкая матрица тормозит ее расползание. Недостатком таких материалов при использовании неметаллической основы является старение и охрупчиванием с течением времени.

Для повышения качества изделий и повышения конструкционной прочности можно использовать оптимальные приемы и методы конструирования, что, опять же, на уровне производителя, позволяет обеспечить требуемый уровень качества. В частности, следует, по возможности, устранять источники концентрации напряжения, такие как

резкие перепады жесткости, канавки, галтели малого радиуса. Микротрещины, раковины, посторонние включения, воздействие сопряженных деталей при посадке с натягом также приводят к возникновению напряжения. Повреждения поверхности деталей, такие как царапины, могут привести к снижению циклической прочности. Возникновение этих источников концентрации напряжений следует предусмотреть на стадии проектирования и заложить в технологию изготовления меры по обеспечению требуемого качества поверхности детали, в частности, различного рода покрытия, предупреждающие коррозию и другие виды разрушения.

В ступенчатых деталях при переходе от одного размера к другому следует использовать галтели (поднутренные или эллиптические), конические переходы или декомпенсаторы в виде канавок для поверхностей большого диаметра. При наличии в деталях отверстий их кромки следует подвергать обжатию или обчеканке. Бомбирование поверхности, использование смазки, соблюдение кривизны одинакового знака, замена точечного контакта линейным и другие приемы конструирования позволяют достичь оптимального расположения пятна контакта в зоне приложения нагрузок.

Остаточные напряжения, в том числе возникающие при монтаже (монтажные), сводятся к минимуму за счет достижения гарантированного натяга за счет длины контактируемых поверхностей (ограничением является отсутствие одинаковой радиальной жесткости в деталях). При получении сварных конструкции необходимо использовать симметричное расположение швов, делать их прерывистыми и не располагать вблизи ребер или элементов жесткости.

Применение сечений с усилением нагруженных зон, например, двутавра, полых деталей, тонкостенных элементов с раскосами, ребрами, гофрами, сотовых и ячеистых конструкций позволяет повысить на несколько порядков коэффициент использования металла по критериям жесткости и прочности. Замена несущих элементов, работающих на изгиб и кручение элементами, работающими на растяжение и сжатие в отдельных случаях способна повысить эффективность конструкции.

Повышение теплостойкости для деталей машин, работающих при высоких или низких температурах, достигается за счет исключения возникновения термических напряжений в местах возникновения высоких температурных градиентов. Для этого в узлах необходимо использовать материалы с коэффициентами линейного расширения и теплопроводностью, максимально приближенными друг к другу. Вероятность хрупкого разрушения несущих элементов возрастает с понижением температуры эксплуатации деталей, особенно при наличии в них сварных швов. Повысить теплостойкость в этом случае возможно, используя рациональную геометрическую форму деталей, понизив упругость и исключив растяжения по направлению более одной оси. Целесообразно также в этих случаях предусмотреть специальные ловушки, останавливающие трещины.

Таким образом, анализируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что конструкционная прочность является важным фактором, влияющим на

качество детали, а следовательно, и всей машины или конструкции в целом. Анализ статистики и количества отказов свидетельствует, что на сегодняшний момент нарушению конструкционной прочности уделяется недостаточно внимания. Используя оптимальные методы расчета и конструирования и высокий уровень технологического обеспечения заложенных показателей при условии соблюдения режима эксплуатации можно значительно повысить качество выпускаемых деталей машин.

#### *Список литературы*

- 1. Влияние структурных особенностей политетрафторэтилена композиционных материалов на основе на уменьшение матрицы нагрузки. Козырев Ю.П., Седакова Е.Б. Журнал производства оборудования и надежности, Т.39, 2 (2010) 131-135*
- 2. Проектирование автоматических систем управления для станков. Попов А.П. Русская инженерные изыскания, Т. 34, 4 (2014) 243-245*
- 3. Теоретические аспекты технологических механики. Плоские задачи теории пластичности. Часть 1. Воронцов А. Л. Русская инженерные изыскания, Т. 34, 3 (2014) 142-151*
- 4. Проблемы подготовки кадров для инженерной деятельности. Горбатюк С.М., Кириллова Н. Л., Чиченев Н.А. Стали. 3 (2014) 88-91*