

проверить удовлетворение требований к геометрическим параметрам качества сложнопрофильных поверхностей, заложенных в компьютерную модель изделия (блок 1).

Регулирование толщины слоя (блок 4) и угла «разделки» его кромок (блок 2) позволяет управлять геометрическими параметрами качества сложнопрофильной поверхности (блок 3) и вносить корректировки в начальный выбор метода оперативного макетирования и производства.

Проверка сцепления слоев изделия в ряде случаев требует, помимо определения площади их перекрытия (блок 5), также анализа рельефа плоской или сложнопрофильной поверхности. Последний вариант обычно используется при нанесении оболочек или покрытий на послойно «выращенное» изделие.

Анализ достижимости точности формирования поверхностей с позиций влияния плотности мощности применяемых концентрированных потоков энергии (третье направление развития) позволяет рекомендовать ряд источников энергии для использования в раскройном оборудовании.

Практически непрерывный ряд по плотности мощности обеспечивают следующие технологические источники: газовое пламя и плазменная дуга; сварочная дуга и искровые разряды; непрерывный и импульсно-периодический лазеры. Особый интерес вызывают потоки абразивных частиц, реализующие при взаимодействии высоконапорной струи с поверхностью процессы, аналогичные изнашиванию и выкрашиванию при интенсивном трении и приработке. Это обусловило, в зависимости от решаемых задач, достаточно активное применение в раскройном оборудовании газопламенных, плазменных, электроискровых (эрозионных), лазерных источников энергии. Альтернативу этим источникам в большом диапазоне плотности мощности для широкого круга задач могут обеспечить гидроабразивные потоки высокоскоростной водной струи.

УДК 621.817:621.825.63.001.6

**ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ
ДЛЯ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ, ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ
ИЗ СТАЛЕЙ Пониженной ПРОКАЛИВАЕМОСТИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ
МУЛЬТИПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ**

**В. И. Кравченко, Г. А. Костюкович, К. В. Кравченко, Е. И. Эйсымонт,
Е. В. Овчинников**

Важнейшим условием динамичного развития производства карданных передач нового поколения является получение информации, адекватно отображающей эксплуатационные, технико-экономические характеристики продукции при минимальных затратах материальных и временных ресурсов. В этом аспекте особое значение приобретают методы моделирования напряженно-деформированного состояния как всей конструкции карданной передачи, так и ее отдельных узлов в различных условиях эксплуатации, которые позволяют осуществить выбор оптимального решения без проведения трудоемких и длительных испытаний различных вариантов разрабатываемого агрегата.

Вместе с тем, сложившийся производственный традиционный цикл, включающий стадии разработки новых модификаций карданных передач, изготовления технологической оснастки, выпуска опытной партии изделий, стендовых и дорожных испытаний, подготовки производства и организации выпуска, весьма трудоемок и длителен и требует больших материальных затрат и привлечения квалифицированного персонала. Совершенствование продукции, серийно выпускаемой на ОАО «Белкард», в условиях нестабильного рынка потребителей также требует изменения методологии организации производственного цикла с учетом современных достижений в области материаловедения, технологии материалов, организации системы снабжения, сбыта и др. аспектов.

Для реализации этого эффективного направления оптимизации конструкторско-технологических и материаловедческих задач перспективным является использование возможностей наукоемких компьютерных технологий на базе мультипроцессорных вычислительных систем.

Целью работы является оптимизация конструкции тяжело нагруженных триботехнических узлов автотракторной техники с применением высокопроизводительной мультипроцессорной техники.

Для решения проблемы повышения эксплуатационного ресурса трибологических систем широко применяют системный подход. Износостойкость различных деталей автомобилей определяется режимом эксплуатации, макро- и микрогеометрическими параметрами контактных поверхностей, химическим составом материалов, физико-механическими и фрикционно-усталостными характеристиками приповерхностных слоев контактирующих деталей. Системный подход к рассмотрению процессов модель-

ной системы позволил установить закономерности ее коррозионно-механического изнашивания. Установлено существование циклических процессов, катализирующих и ингибирующих износ. Так, разрушение микронеровностей и приповерхностного слоя контактирующих материалов вследствие усталостных явлений в зоне фрикционного контакта приводит к образованию частиц изнашивания и ювенильных поверхностей в активном состоянии [1 – 5].

Исходя из результатов системного анализа компьютерного моделирования и использования суперкомпьютера СКИФ для обработки большого массива данных проведена оптимизация карданных передач по критериям материало-, энергоемкости и виброактивности, применяемых для комплектации автотракторной техники, производимой на предприятиях России и Беларуси.

Разработана система расчета карданных валов на прочность с помощью компьютерных методов инженерного анализа и трехмерных параметризованных математических моделей. Использование трехмерных параметрических моделей позволило построить правильную геометрическую форму и избежать типичных ошибок при конструировании карданных передач. Для изучения физико-механических характеристик карданной передачи в сборе при воздействии внешних факторов в динамическом режиме использовали суперкомпьютер и специальные программные пакеты. В данном случае результаты исследований были получены с помощью программного пакета Pro/ENGINEER, которые адаптировались под программный пакет LS-DYNA и обрабатывались на суперкомпьютере семейства «СКИФ». Разработаны конечно-элементные модели деталей карданных валов, электронные модели деталей и сборки карданного вала и комплекта электронных чертежей. Проведен анализ геометрии деталей их собираемости, влияния сварных соединений на конструкцию карданной передачи. Разработана рациональная методика формирования конечно-элементных сеток деталей КВ в глобальной системе координат изделия. Сформированы граничные условия динамического расчета для одного типа универсальных шарниров: величины внешних нагрузок, скоростей, ускорений, характер их изменения во времени, параметры закреплений деталей (учет структуры, прочностных свойств по объему детали: сердцевина-поверхность), типы контактных взаимодействий и др. Выполнены предварительные экспериментальные расчеты динамической прочности на суперкомпьютере СКИФ, анализ влияния технологии сварки на выходные параметры КВ. В ходе выполнения научно-исследовательских, конструк-

торских и технологических работ с применением компьютерного моделирования в программной среде LS-DYNA суперкомпьютера «Скиф» оптимизированы карданные передачи различных типоразмеров, созданы новые материалы и конструкции деталей, обеспечившие снижение виброактивности на 10 – 15 % и уменьшение шума в кабине транспортного средства.

Перспективным представляется применение программной среды LS-DYNA и суперкомпьютера «СКИФ» при моделировании поведения сложных трибологических систем, к которым относится и карданная передача, с учетом строения материалов, технологии изготовления, в частности сборки универсальных шарниров. Это обусловлено тем, что при конструировании карданных передач все чаще применяются нанокпозиционные материалы и технологии, характер изменения физико-механических свойств существенно отличается от применяемых традиционных материалов и моделей.

Литература

1. Проектирование универсальных шарниров и ведущих валов. – Л.: Машиностроение, 1984. – 464 с.
2. Малоховский, Я.Э. Карданные передачи / Я.Э. Малоховский, Л.А. Лапин, Н.К. Веденев. – М.: Машгиз, 1962. – 156 с
3. Карданные передачи грузовых автомобилей. Проблемы и решения / С.Н. Иванов [и др.] // Автомобильная промышленность. – М.: 1992. – № 11. – С. 35 – 37.
4. Плескачевский, Ю.М. Актуальные проблемы развития науки о полимерах Ю.М. Плескачевский // Полимерные композиты-98: сб. тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Гомель, 1998. – С. 4 – 19.
5. Витязь, П.А. Перспективные нанофазные материалы на основе ультрадисперсных алмазов / П.А. Витязь // Теоретические и технологические основы упрочнения и восстановления изделий машиностроения: сб. науч. трудов. – Новополоцк, 2001. – С. 4 – 8.

УДК 621.22:538.975

ТЕХНОЛОГИЯ КРИОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЕЙ ПОНИЖЕННОЙ ПРОКАЛИВАЕМОСТИ

Е. В. Овчинников, Г. А. Костюкович, И. И. Романчук, К. В. Кравченко
Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, Гродно
ОАО «Белкард», Гродно

Известно влияние криогенной обработки на физико-механические характеристики углеродистых сталей, в т.ч. сталей пониженной прокали-