

to describe its motion form by mathematical model. For the forward kinematics of existing soft robots, most researchers use the piecewise constant curvature method to simplify the simulation. For the torsion soft actuator, the virtual work principle and elastic strain energy are combined to establish the kinematic relationship of the torsion actuator. The principle of virtual work establishes the relationship between the work done by external force and the strain energy of elastic body. The elastic strain energy is solved by the large deformation theory of elastomer such as rubber, and the kinematic relationship between the air pressure and torsion angles can be established finally.

3. Finite element simulation

In this paper, ABAQUS software is used to simulate the soft actuator. Ecoflex 0030 is used as silicone rubber material, and the third-order Ogden model is used as its constitutive model. Then, the linear elastic material model is used to describe the fiber properties of the radial constrained soft actuator. The young's modulus of the fiber is 31067Мпа, Poisson's ratio is 0.36, the cross-section shape of the fiber is circular, and the radius is 0.0889mm.

This kind of soft actuator introduced in this paper has many functions, such as torsion, swing, elongation, bending and so on. If the same air pressure is injected into the circumferential distribution air chamber on one side of the reference plane, the torsion effect will appear; when the same air pressure is injected into the air chamber with circumferential distribution on the opposite side, it will twist in the opposite direction, and the torsion angles in the two directions are equal within the error range. When the same air pressure is injected into a single chamber or three connected chambers or five chambers, the swing effect will appear. If the same air pressure is injected into a pair or two pairs of air chambers on both sides of the reference plane, the elastic matrix will bend to the opposite side of the air chamber; if the same pressure is applied to the two chambers between the reference planes, the swing effect will also appear.

Reference

[1]Wen li,Wang Hesheng. Prospect of soft robot research: structure, drive and control.Robot ,2018,(5).

УДК 504.5; 621.9.02.07

ОЦЕНКА ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СОЖ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

Данилович В.С., Шапорова Е.В., Яцкевич О.К.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: mstools@bntu.by

Summary. *In this paper we consider the problem of the impact of waste lubricating technological means (LTT) on the human body. Particular attention is paid to the main paths of receipt of hazardous substances into the body LTT workers and has the effect of occupational diseases. It is proved that under the influence of oil on the body develop diseases such as lung cancer, throat, lips, men and women - lung cancer, colon, breast and genital organs.*

Современные машиностроительные предприятия потребляют СОЖ в объемах от нескольких десятков до десятков тысяч тонн в год, и эта цифра постоянно растет. Они используются для повышения стойкости режущего инструмента, улучшения качества обрабатываемой поверхности, снижения адгезионного схватывания инструментального и обрабатываемого материала. Это достигается направленным воздействием на физико-механические

процессы, протекающие при резании металлов, за счет надлежащего выбора основы СОЖ (вода, минеральные масла и т.п.), а также введением в СОЖ присадок с необходимым комплексом химических и механохимических свойств, что способствует повышению надёжности и долговечности работы оборудования [1].

Воздействие используемых в процессе резания и отработанных СОЖ представляет большую опасность как для человека, так и для окружающей среды [2, 3]. На рис. 1 показаны возможные последствия воздействия СОЖ на человека в условиях производства и основные типы профессиональных заболеваний.



Рисунок 1 – Виды негативного воздействия СОЖ на рабочих

Опасными компонентами маслосодержащих отходов являются углеводороды. Доказано, что все углеводороды обладают выраженным действием на сердечно-сосудистую систему и на показатели крови (снижение содержания гемоглобина и эритроцитов), могут поражать печень, вызывают нарушение деятельности эндокринных желез, поражают центральную нервную систему, вызывают острые и хронические отравления, иногда со смертельным исходом. Загрязнение воздушной среды происходит и в результате испарения отработавших СОЖ. Токсичные компоненты (диоксид серы, органические соединения хлора и тяжелых металлов) распространяются как в производственном помещении, так и в окружающую среду, что приводит к негативному воздействию на персонал и биосферу. Наиболее опасно испарение синтетических масел, а при испарении масел, содержащих полихлордифенилы (ПХД), образуются еще более токсичные соединения - полихлордифенилоксины и полихлордифенилофураны.

Массовая доля вещества (%) в рабочих растворах СОЖ на водной основе не должна превышать [1]:

- нафтеиновых кислот в эмульсоле - 20;
- нафтеиновых мыл в эмульсоле - 1;
- кальцинированной соды - 0,3;
- свободной гидроокиси натрия - 0,02;
- органических кислот - 10;
- триэтаноламина - 0,3;
- нитрита натрия - 0,2;
- хлор-, серо-, фосфорсодержащие присадки -10.

Для снижения воздействия СОЖ в условиях его использования на предприятиях машиностроения следует:

1. Соблюдать меры безопасности при хранении и транспортировании СОЖ.
2. Заменять СОЖ на менее вредные для здоровья материалы и контролировать качество используемой СОЖ.
3. Соблюдать повышенные меры безопасности при эксплуатации и замене СОЖ, а также выдерживать требуемые сроки замены СОЖ.
4. Совершенствовать технологические процессы и операции с использованием СОЖ, достигая минимального количества используемой СОЖ или полного отказа от использования СОЖ.
5. Совершенствовать процесс утилизации СОЖ.

Проведённый анализ позволяет прийти к выводу, что в условиях машиностроительных предприятий наибольшие перспективы имеет исследование и внедрение методов уменьшения использования СОЖ и отказа от СОЖ при проведении технологических операций. Помимо решения проблем охраны труда и экологии, внедрение данных методов дает и ощутимые экономические выгоды.

Литература

1. Хамидуллова Л. Р., Васильев А. В. Воздействие СОЖ предприятий машиностроения как проблема техносферной безопасности // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ЕЛРПТ 2009.–2009.– С. 290-295.

2. Тлехусеж М. А., Сороцкая Л. Н., Солоненко Л. А. Экологически чистые СОЖ для обработки металлов резанием // Фундаментальные исследования.–2015.–Т.4.–№.7.-с. 727-730.

3. Мельникова Д. В., Волков Д. А. Анализ токсикологического воздействия смазочно-охлаждающих технологических средств промышленных предприятий на организм человека и окружающую среду // Фундаментальные исследования. – 2014. – Т. 7. – №. 11.- с. 1555-1559

УДК 621.9.04

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ КРЕПЕЖНЫХ ОТВЕРСТИЙ НА СТАНКЕ С ЧПУ КОМБИНИРОВАННЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Ажар А.В., Шейбак Д.В.

*Белорусский национальный технический университет
e-mail azhar.a@bntu.by*

Summary. *It is proposed to use the possibilities of kinematics of modern CNC machines to expand the scope of combined and multifunctional processing. A project is proposed for machining fastening holes in the "Bracket" part of a MAZ car on a 4-axis machining center with combined tools. Achieved reduction of the nomenclature of tools, piece time and unit power by more than 2 times. A model of a balanced assembled drill-counterbore tool with an inclined socket under the peripheral plate is proposed. Analysis of the static characteristics of the model obtained by the finite element method (FEM) showed a decrease in deformation and equivalent stresses on the cutting part of the tool.*

Механическая обработка путем совмещения операций и переходов комбинированным инструментом является наиболее эффективным методом повышения производительности. Такой вид обработки на традиционных агрегатных станках и токарных автоматах потерял