



БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Издается с января 2001 г.

Редакционный совет:

БАЛЫХИН Г. А., д.э.н., проф.
 ГРАЧЕВ В. А., чл.-корр. РАН,
 д.т.н., проф.
 ГРИГОРЬЕВ С. Н., д.т.н., проф.
 ДУРНЕВ Р. А., д.т.н., доц.
 ЗАЛИХАНОВ М. Ч., акад. РАН,
 д.т.н., проф. (председатель)
 КЛИМКИН В. И., к.т.н.
 КОТЕЛЬНИКОВ В. С., д.т.н.,
 проф.
 РОДИН В. Е., д.т.н., проф.
 СОКОЛОВ Э. М., д.т.н., проф.
 ТЕТЕРИН И. М., д.т.н.
 УШАКОВ И. Б., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 ФЕДОРОВ М. П., акад. РАН,
 д.т.н., проф.
 ЧЕРЕШНЕВ В. А., акад. РАН,
 д.м.н., проф.
 АНТОНОВ Б. И.
 (директор издательства)

Главный редактор

РУСАК О. Н., д.т.н., проф.

Зам. главного редактора

ПОЧТАРЕВА А. В.

Ответственный секретарь

ПРОНИН И. С., д.ф.-м.н., проф.

Редакционная коллегия:

БЕЛИНСКИЙ С. О., к.т.н., доц.
 ВАСИЛЬЕВ А. В., д.т.н., проф.
 ИВАНОВ Н. И., д.т.н., проф.
 КАЧУРИН Н. М., д.т.н., проф.
 КОСОРУКОВ О. А., д.т.н., проф.
 КРАСНОГОРСКАЯ Н. Н., д.т.н.,
 проф.
 КСЕНОФОНТОВ Б. С., д.т.н.,
 проф.
 КУКУШКИН Ю. А., д.т.н., проф.
 ЛУЦЦИ С., проф. (Италия)
 МАЛАЯН К. Р., к.т.н., проф.
 МАРТЫНЮК В. Ф., д.т.н., проф.
 МАТЮШИН А. В., д.т.н.
 МИНЬКО В. М., д.т.н., проф.
 МИРМОВИЧ Э. Г., к.ф.-м.н., доц.
 ПАЛЯ Я. А., д.с.-х.н., проф.
 (Польша)
 ПЕТРОВ С. В., к.ю.н., с.н.с.
 СИМАНКИН А. Ф., к.т.н., доц.
 ТОПОЛЬСКИЙ Н. Г., д.т.н., проф.
 ФИЛИН А. Э., д.т.н., доц.
 ФРИДЛАНД С. В., д.х.н., проф.
 ЦЗЯН МИНЦЗЮНЬ, д.т.н.,
 проф. (Китай)
 ШВАРЦБУРГ Л. Э., д.т.н., проф.

6(174)
2015

СОДЕРЖАНИЕ

Григорьев С. Н. Московский государственный технологический университет "СТАНКИН" — ведущий университет в области экологической и производственной безопасности машиностроительных производств 3

ОХРАНА ТРУДА И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Артемьева М. С. Воздействие тепловых явлений при обработке металлов резанием на смазочно-охлаждающие технологические средства 9
Кондрашов С. Г. Повышение эффективности локальных систем очистки воздуха рабочей зоны 14

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Бутримова Е. В. Автоматизация прогнозирования уровней вибрации в различных точках конструктивных элементов металлорежущих станков 18
Дебчинска В., Заборовский Т., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э. Социальная ответственность руководителей — основа обеспечения безопасности работников и окружающей среды 23

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Пустошная Л. С. Эколого-аналитический мониторинг воздуха производственного помещения 29
Косов М. Г., Митрофанов В. Г., Капитанов А. В., Гришина Т. Г., Толкачева И. М. Структура трибоэкологии 34
Пустошная Л. С. Кислотно-щелочные свойства природных и сточных вод 39

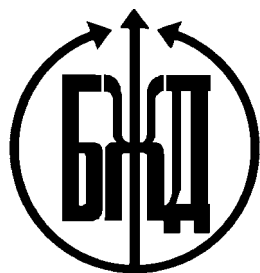
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

Орлова Ю. А. Потенциальные возможности биогазовых установок 43
Иванова Н. А., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э. Снижение энергопотребления технологических процессов с применением жидких смазочно-охлаждающих технологических средств 47
Давыдов И. О. Повышение энергоэффективности технологических процессов формообразования 50
Куртяков Д. В., Кочетов Е. Ю. Влияние трения на потери мощности в системе "инструмент—заготовка" 55
Рябов С. А. Снижение энергопотребления комплексным методом с применением жидких СОТС и компенсацией мощности 58

ОБРАЗОВАНИЕ

Букейханов Н. Р., Шварцбург Л. Э., Гвоздкова С. И., Чмырь И. М. Методика использования матрицы "Управление безопасностью" для изучения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" 61
Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Методологический подход к преподаванию дисциплины "Науки о Земле" для подготовки бакалавров по направлению "Техносферная безопасность" 64
Букейханов Н. Р., Бутримова Е. В., Бутримова О. В., Чмырь И. М., Гвоздкова С. И. К методике повышения эффективности мотивации изучения студентами технических вузов дисциплин "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология" 69

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, и включен в систему Российского индекса научного цитирования.



LIFE SAFETY

BEZOPASNOST' ŽIZNEDATEL'NOSTI

The journal published since
January 2001

Editorial board

BALYKHIN G. A., Dr. Sci. (Econ.)
GRACHEV V. A., Cor.-Mem. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
GRIGORYEV S. N., Dr. Sci. (Tech.)
DURNEV R.A., Dr. Sci. (Tech.)
ZALIKHANOV M. Ch.,
Acad. RAS, Dr. Sci. (Tech.)
KLIMKIN V. I., Cand. Sci. (Tech.)
KOTELNIKOV V. S., Dr. Sci. (Tech.)
RODIN V. E., Dr. Sci. (Tech.)
SOKOLOV E. M., Dr. Sci. (Tech.)
TETERIN I. M., Dr. Sci. (Tech.)
USHAKOV I. B., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
FEDOROV M. P., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Tech.)
CHERESHNEV V. A., Acad. RAS,
Dr. Sci. (Med.)
ANTONOV B. I.

Editor-in-chief

RUSAK O. N., Dr. Sci. (Tech.)

Deputy editor-in-chief

POCHTAREVA A. V.

Responsible secretary

PRONIN I. S.,
Dr. Sci. (Phys.-Math.)

Editorial staff

BELINSKIY S. O.,
Cand. Sci. (Tech.)
VASILYEV A. V., Dr. Sci. (Tech.)
IVANOV N. I., Dr. Sci. (Tech.)
KACHURIN N. M., Dr. Sci. (Tech.)
KOSORUKOV O. A., Dr. Sci. (Tech.)
KRASNOGORSKAYA N. N.,
Dr. Sci. (Tech.)
KSENOFONTOV B. S.,
Dr. Sci. (Tech.)
KUKUSHKIN Yu. A.,
Dr. Sci. (Tech.)
LUZZI S. (Italy), Prof.
MALAYAN K. R., Cand. Sci. (Tech.)
MARTYNYUK V. Ph.,
Dr. Sci. (Tech.)
MATYUSHIN A. V., Dr. Sci. (Tech.)
MINKO V. M., Dr. Sci. (Tech.)
MIRMOVICH E. G.,
Cand. Sci. (Phis.-Math.)
PALJA Ja. A. (Poland),
Dr. Sci. (Agri.-Cult.)
PETROV S. V., Cand. Sci. (Yurid.)
SIMANKIN A. F., Cand. Sci. (Tech.)
TOPOLSKIY N. G., Dr. Sci. (Tech.)
FILIN A. E., Dr. Sci. (Tech.)
FRIDLAND S. V., Dr. Sci. (Chem.)
JIANG MINGJUN (China), Prof.
SHVARTSBERG L. E.,
Dr. Sci. (Tech.)

6(174)
2015

CONTENTS

Grigoriev S. N. The Moscow State University of Technology "STANKIN" — Leading University in the Field of Environmental and Safety Engineering Industries 3

LABOUR PROTECTION AND POPULATION HEALTH

Artemyeva M. S. The Influence of Generated Heat During Machining Processes on Cutting Fluids . . 9
Kondrashov S. G. Improving the Efficiency of Local Air Purification Systems Work Area 14

INDUSTRIAL SAFETY

Butrimova E. V. Automation of Forecasting of Levels of Vibration in Various Points of Construction Elements of Metal-Cutting Machines 18
Debchinska V., Zaborovskij T., Ryabov S. A., Shvartsburg L. E. Social Responsibility of Heads is the Basis of Ensuring the Safety of Workers and the Environment 23

ECOLOGICAL SAFETY

Pustoshnaya L. S. Ekologo-Analytical Monitoring of Air of Production Premises 29
Kosov M. G., Mitrofanov V. G., Kapitanov A. V., Grishina T. G., Tolkacheva I. M. Structure Triboecology 34
Pustoshnaya L. S. Acid-Base Properties of Natural and Waste Waters 39

ENERGY-SAVING

Orlova Yu. A. The Potential of Biogas Plants 43
Ivanova N. A., Ryabov S. A., Shvartsburg L. E. The Reduction of Energy Consumption of Technological Processes with Application of the Liquid Lubricant-Cooling Technological Substances 47
Davydov I. O. Increase of Energy Efficiency of Technological Processes of Shaping 50
Kurtyakov D. V., Kochetov E. Yu. The Effect of Friction on the Power Loss in the System "Tool—Workpiece" 55
Ryabov S. A. Decrease in Energy Consumption by a Complex Method with Application of Liquid LCTS and Compensation of Power 58

EDUCATION

Bukeikhanov N. R., Shvartsburg L. E., Gvozdikova S. I., Chmyr I. M. The Methodology of Using a Matrix "Control of Safety" for Study of Discipline "Life Safety" 61
Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V. Methodological Approach to the Teaching of Discipline "Earth Science" for the Training of Bachelors in "Technosphere Safety" 64
Bukeikhanov N. R., Butrimova E. V., Butrimova O. V., Chmyr I. M., Gvozdikova S. I. To a Method of Increasing the Effectiveness of the Motivation of Studying by Students of Technical Universities of Disciplines "Medical and Biological Security Essentials" and "Physiology" 69

Information about the journal is available online at: <http://novtex.ru/bjd>, e-mail: bjd@novtex.ru

С. Н. Григорьев, д-р техн. наук, проф., ректор, e-mail: rector@stankin.ru, МГТУ "СТАНКИН"

Московский государственный технологический университет "СТАНКИН" — ведущий университет в области экологической и производственной безопасности машиностроительных производств

Рассмотрены вопросы, связанные с работой кафедры "Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности" МГТУ "СТАНКИН" в направлении обеспечения безопасности машиностроительных технологических процессов с точки зрения их воздействия на окружающую среду и человека, а также вопросы, связанные с организацией и особенностями образовательной деятельности кафедры, ее научно-методической и научной работой, с участием кафедры в обеспечении мобильности, в том числе международной, студентов и преподавателей.

Ключевые слова: университет, кафедра, инженерная экология, безопасность жизнедеятельности, образование, методическое обеспечение, наука, особенность, мобильность, студент, преподаватель

В год своего 85-летия Московский государственный технологический университет "СТАНКИН" вступает в качестве ведущего научно-образовательного центра страны в области кадрового и научно-технического обеспечения модернизации и развития отечественного машиностроения, его стратегически важных для обороноспособности, безопасности и технологической независимости страны высокотехнологических предприятий [1–3].

Сохраняя традиции преемственности поколений, Университет развивается по следующим основным направлениям:

- образовательная деятельность;
- научная деятельность;
- развитие инновационной инфраструктуры университета;
- административно-финансовое управление университетом;
- развитие кадрового потенциала и социальной среды университета.

В области образовательной, научной и инновационной деятельности приоритетами развития университета являются следующие направления:

- технологии создания (планирования, проектирования, организации) машиностроительных производств;
- технологии создания (проектирования и изготовления) машиностроительной продукции;
- технологические средства машиностроительного производства (технологическое и контрольно-измерительное оборудование);
- информационные технологии управления машиностроительным производством и поддержания всех стадий жизненного цикла машиностроительной продукции;

технологии обеспечения экономической эффективности машиностроительных предприятий; технологии обеспечения экологичности, энергоэффективности и инженерной безопасности машиностроительного производства.

В реализации последнего направления активное участие принимает одна из ведущих кафедр Университета — кафедра "Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности" (ИНЭБ), которая была создана в 1995 г.

В становлении кафедры, в ее достижениях в области учебной и научной деятельности, определяющую роль играет ее кадровый состав.

У истоков создания кафедры стояли такие авторитетные ученые, как проф., д-р техн. наук Кантаржи И. Г., проф., д-р хим. наук Тедордзе Г. А., проф., д-р техн. наук Шварцбург Л. Э. (заведующий кафедрой), доц., канд. хим. наук Сапова Н. О., доц., канд. хим. наук Колесниченко И. И., доц., канд. техн. наук Фокин М. Г., доц. Певцов Б. Г. (заместитель заведующего кафедрой), ведущий инженер Гаврилова Н. Н.

Работающий в настоящее время профессорско-преподавательский и инженерный состав кафедры отличается высоким уровнем профессионализма, владением современными образовательными технологиями, практическим опытом минимизации негативного воздействия машиностроительных технологических процессов на окружающую среду и человека. Сегодня кафедра насчитывает в своем составе 26 человек, в том числе три доктора наук, 14 кандидатов наук, имеющих большой опыт научной и практической работы в области безопасности труда и защиты окружающей среды.

Многие сотрудники кафедры являются членами редакционных советов научных журналов,



членами оргкомитетов российских и зарубежных конференций, признанными авторитетами в области своей деятельности.

Особенностью кафедры является наличие в ее составе большого числа молодых специалистов — выпускников кафедры, которые ведут активную научную, методическую и образовательную работу как на кафедре, так и в университете. В настоящее время на кафедре работают 12 сотрудников, возраст которых не превышает 35 лет.

Кафедра ведет большую учебную, научную, научно-методическую и организационную работу в области обеспечения экологической и промышленной безопасности отечественного машиностроения [4—15].

В области **учебной работы** кафедра является выпускающей для бакалавров и магистров, обучающихся по направлению "Техносферная безопасность", а также ведет подготовку студентов всех других направлений Университета по дисциплинам "Экология" и "Безопасность жизнедеятельности".

Подготовка бакалавров и магистров по направлению "Техносферная безопасность" осуществляется по двум профилям:

- инженерная защита окружающей среды;
- безопасность технологических процессов и производств.

Студенты, проходящие подготовку на кафедре, изучают широкий спектр дисциплин как традиционных для технических университетов, так и уникальных дисциплин, специально разработанных коллективом кафедры в соответствии с профессиональными образовательными стандартами. К ним относятся группа дисциплин об окружающей среде и человеке, дисциплины об экологической и производственной безопасности промышленных предприятий, дисциплины о безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Большое внимание кафедра уделяет также подготовке студентов в области информационных технологий. Так, например, по многим дисциплинам студенты обучаются на интерактивных компьютерных тренажерах, разработанных коллективом кафедры (рис. 1, 2 — см. 3-ю стр. обложки), осваивают вопросы моделирования технологических процессов с учетом экологических факторов, вопросы оптимизации этих моделей с точки зрения минимизации воздействия технологических процессов на окружающую среду и человека.

Характерной особенностью подготовки бакалавров и магистров по направлению "Техносферная безопасность" в МГТУ "СТАНКИН" является

ее направленность на машиностроительные технологические процессы и, в первую очередь, на технологические процессы формообразования. При этом приоритетность в подготовке выпускников кафедры отдается техническим и технологическим методам устранения опасностей или их минимизации для окружающей среды и человека непосредственно в источнике их возникновения, а не методам и средствам защиты от этих опасностей. Это подразумевает активное участие выпускников кафедры в работах по созданию нового оборудования и инструмента, по модернизации действующего оборудования, по разработке новых технологических процессов. Без этого участия невозможно создание современного, конкурентоспособного машиностроительного производства.

Практические навыки студенты получают в лаборатории кафедры, оснащенной современным технологическим, измерительным и информационным оборудованием. Это оборудование включает в себя оборудование для реализации машиностроительных технологических процессов — станки для механической, электроэрозионной, ультразвуковой и электрохимической обработки; средства для измерения и анализа загрязнений атмосферы, гидросферы и литосферы при реализации машиностроительных технологических процессов; разработанные сотрудниками кафедры интерактивные компьютерные мультимедийные тренажеры для изучения устройства, принципа действия и особенностей экоаналитических систем анализа состояния окружающей среды и рабочей зоны; вспомогательное оборудование. Кроме того, в лабораторный практикум включены и разработанное, и изготовленное кафедрой специальное научно-учебное оборудование — например, стенд для повышения энергоэффективности машиностроительных технологических процессов, стенд для исследования загрязнений воздуха рабочей зоны продуктами термодеструкции жидких СОТС, стенд для исследования эффективности локальных систем очистки воздуха рабочей зоны и др.

В целом, материально-техническое и информационное оснащение лаборатории кафедры ИНЭБ позволяет в полной мере и на современном уровне изучать методы и средства контроля параметров окружающей и производственной среды, ознакомиться с методами снижения потребления и отходов при реализации машиностроительных технологических процессов и в конечном итоге помогает выпускникам кафедры решать задачи

инженерно-экологического обеспечения технологических процессов и производств.

Учебная работа кафедры неразрывно связана с ее **научной деятельностью**. Кафедра уделяет большое внимание подготовке специалистов высшей квалификации через аспирантуру и докторантуру. За годы своего существования кафедра подготовила более 20 кандидатов наук, в том числе двух — из стран дальнего зарубежья, и одного доктора наук по специальностям "Автоматизация технологических процессов и производств" и "Технология машиностроения". В настоящее время над докторской диссертацией успешно работает доцент кафедры, канд. техн. наук С. А. Рябов.

Аспиранты и докторанты кафедры проходят подготовку под руководством преподавателей, имеющих большой опыт работы в области экологической и промышленной безопасности. Это в первую очередь д-р физ.-мат. наук, проф. М. Ю. Худошина, д-р хим. наук, проф. Н. Р. Букейханов, д-р техн. наук, проф. Л. Э. Шварцбург, канд. техн. наук, доц. Ю. Г. Звенигородский, канд. техн. наук, доц. М. Г. Фокин, канд. техн. наук, доц. С. А. Рябов, канд. техн. наук, доц. Н. А. Иванова.

Научная деятельность аспирантов, докторантов и сотрудников кафедры ведется по пяти основным направлениям:

- автоматизация обеспечения экологических показателей качества и показателей безопасности машиностроительных технологических процессов и производств;

- повышение энергоэффективности машиностроительных технологических процессов и производств;



Рис. 3. Исследование условий труда на предприятии МОЭК

- моделирование распространения загрязнений в окружающей и производственной среде, формирование базы данных и автоматизация принятия решений по минимизации воздействия машиностроительных процессов на окружающую среду и человека;

- разработка методов и средств повышения безопасности и комфортности труда, экологической безопасности, снижения производственных рисков;

- исследование реальных условий учебы и труда, оценка производственных рисков (рис. 3).

Перечисленные направления научной деятельности полностью соответствуют основным направлениям развития народного хозяйства страны, критическим технологиям и требованиям технических регламентов, национальных и международных нормативных документов в области безопасности технологических машин и оборудования, машиностроительного производства для окружающей среды и человека.

Все эти научные направления ориентированы на основополагающую для экономики страны предметную область — технологическую среду для обработки изделий. Их научная и практическая реализация позволяет снизить негативное воздействие на окружающую среду и человека машиностроительных технологических процессов, повысить безопасность и комфортность труда, а значит и конкурентоспособность отечественной промышленности.

За годы своей деятельности кафедра реализовала десятки НИР, НИОКР и ОКР по заказам Министерства образования и науки РФ, Правительства Москвы, предприятий, организаций и учреждений различных отраслей промышленности. Кроме того, кафедра вела три международных проекта в области обеспечения безопасности с Францией и Великобританией, Польшей, Казахстаном.

По результатам научной деятельности сотрудниками кафедры опубликованы десятки научных статей в изданиях, индексируемых в РИНЦ, Scopus и Web of Science, получены несколько патентов. Эти работы неоднократно награждались золотыми и серебряными медалями, дипломами выставок и конкурсов.

За работу по повышению энергетической и экологической эффективности технологических процессов формообразования пять сотрудников кафедры удостоены звания лауреатов премии Правительства РФ в области науки и техники за 2010 г.

Особенно следует отметить активное участие в научной работе студентов, обучающихся

по направлению "Техносферная безопасность", аспирантов и молодых ученых кафедры. Они не только активно участвуют в реализации НИР и НИОКР, но многие из них являются стипендиантами Президента РФ, фонда им. В. И. Вернадского, победителями конкурса "Умник", Всероссийского конкурса молодых ученых, лауреатами Национальной экологической премии и ряда других.

В области **научно-методической** работы деятельность кафедры направлена на создание учебно-методических комплексов (УМК) по реализации ФГОСов по экологической и производственной безопасности и их материально-техническому обеспечению.

Кафедрой разработаны УМК по новым для университета специальностям "Инженерная защита окружающей среды" и "Безопасность технологических процессов и производств", направлению "Техносферная безопасность" для бакалавров и магистров. Эти УМК включают в себя как дисциплины, читаемые студентам всех направлений подготовки (Безопасность жизнедеятельности, Экология), так и оригинальные дисциплины, разработанные сотрудниками кафедры, например, "Инженерно-экологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация обеспечения показателей безопасности технологических процессов" и многие другие.

Характерной особенностью обеспечения лабораторного практикума при реализации подготовки бакалавров и магистров по направлению "Техносферная безопасность" является частичная замена лабораторных работ по отдельным дисциплинам на работу в лаборатории по тематике изучаемого предмета. Этот подход позволяет реализовать в полном объеме лабораторный практикум при ограниченных площадях лаборатории и ограниченных материальных ресурсах.

За годы работы преподавателями кафедры написаны десятки учебных пособий, в том числе и с международным участием, методических указаний, созданы более десяти уникальных научно-учебных стендов.

Вся **организационная работа** кафедры направлена на совершенствование ее учебной, научной и научно-педагогической деятельности. Эта работа строится по нескольким направлениям.

Кафедра на протяжении многих лет имела и имеет тесные международные связи с ведущими техническими университетами ближнего и дальнего зарубежья. Это в первую очередь технические университеты в городах Ополе (Польша), Марселе

(Франция), Портсмунде (Великобритания), Афинах (Греция); Зеленогурский государственный университет в г. Зелена Гура (Польша); Западная высшая школа гуманитарных и технических наук "Кадры для Европы" в г. Познань (Польша) и ряд других.

Лучшие студенты кафедры ежегодно проходят стажировку и практику в зарубежных университетах (Великобритания, Франция, Чехия, Польша), что позволяет не только знакомиться с достижениями зарубежных стран в области безопасности труда и защиты окружающей среды, но и готовить бакалаврские выпускные работы и магистерские диссертации с учетом приобретенного ими за рубежом опыта.

Зарубежные связи выражаются не только в обмене студентами, но и в подготовке специалистов высшей квалификации — кандидатов и докторов наук, написании совместных учебников, учебных пособий и монографий, чтении установочных лекций по достижениям университетов в области защиты окружающей среды и человека.

Кафедра является инициатором и организатором ежегодной международной конференции "Производство. Технология. Экология — ПРОТЭК", которая проводится с 1998 г. Целью конференции является обмен опытом между преподавателями и специалистами в области научной, образовательной и практической деятельности по обеспечению экологической безопасности технологических процессов машиностроительных производств. В работе конференции принимали участие представители не только России, но и многих стран ближнего и дальнего зарубежья — Польши, Чехии, Франции, Великобритании, Греции, Эстонии, Австрии, Украины, Литвы, Белоруссии, Казахстана, Азербайджана и ряда других стран (рис. 4).



Рис. 4. Заседание секции конференции ПРОТЭК

Особенно хочется отметить активное участие в работе этой конференции российских студентов (г. Москва, г. Владимир) и студентов из Польши, Франции, Чехии, Великобритании (рис. 5 — см. 4-ю стр. обложки). Здесь следует добавить, что студенты СТАНКИНа, обучающиеся по направлению "Техносферная безопасность", принимают самое активное участие не только в конференциях ПРОТЭК, но и в других конференциях, проводимых как в России, так и за рубежом.

Кафедра проводит также большую работу по повышению квалификации научно-педагогических кадров и специалистов в области охраны труда и экологической безопасности. К этой стороне образовательной деятельности относится обучение и проверка знаний; краткосрочное и среднесрочное повышение квалификации; дополнительное профессиональное образование. Ежегодно кафедра обучает сотни преподавателей из различных университетов России, специалистов подведомственных Минобрнауки учреждений и работников машиностроительных предприятий.

Высокий профессионализм работников кафедры, ее материальное и методическое обеспечение являются гарантом высококачественной подготовки выпускников кафедры, отвечающей всем требованиям, предъявляемым к инженерно-техническим работникам современной промышленности, к разработчикам современной конкурентоспособной техники и технологий. Все это обеспечивает высокое качество подготовки выпускников, характерное для университета в целом и кафедры в частности, является гарантом их востребованности предприятиями всех форм собственности, федеральными и региональными службами, обеспечивающими экологическую безопасность и безопасность труда. Деятельность выпускников направлена на реализацию основных требований международных и российских стандартов, на коренное улучшение экологической обстановки и безопасности в регионах, на предприятиях и рабочих местах (рис. 6 — см. 4-ю стр. обложки).

В заключение следует отметить, что вся деятельность кафедры и ее выпускников направлена на решение важнейших для страны социальных и технических задач — создание конкурентоспособной машиностроительной продукции, комфортных условий жизни и труда, снижение опасностей и рисков, создаваемых промышленностью для окружающей среды и человека.

Список литературы

1. Григорьев С. Н. Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечественного станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 7—13.
2. Григорьев С. Н. Кадровое обеспечение российского машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 1. — С. 5—8.
3. Григорьев С. Н. Решение задач технологического перевооружения машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 5—9.
4. Шварцбург Л. Э. Кафедра "Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности" в обеспечении безопасности производственной среды // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 2. — С. 2—4.
5. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
6. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
7. Шварцбург Л. Э., Дроздова Н. В., Бутримова Е. В. Визуализация в среде MS Visio распространения шума и вибраций в рабочей зоне // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 1. — С. 110—112.
8. Шварцбург Л. Э., Змиева К. А. Параметрическая оптимизация электроприводов технологического оборудования посредством автоматических конденсаторных установок // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 4. — С. 156—161.
9. Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А., Рябов С. А., Гвоздкова С. И., Змиева К. А. Автоматизация обеспечения показателей безопасности машиностроительных технологий формообразования // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 2. — С. 1—24.
10. Шварцбург Л. Э., Звенигородский Ю. Г., Букейханов Н. Р. Методология разработки проектов ресурсосбережения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 2. — С. 14—17.
11. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Автоматизация экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств и систем их применения // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 1. — С. 19—21.
12. Гвоздкова С. И. Анализ автоматизированной системы управления шумом в производственной системе // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 3. — С. 56—59.
13. Рябов С. А. Прогнозирование опасностей при реализации технологических процессов посредством производственных рисков // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2013. — № 1. — С. 56—59.
14. Рябов С. А., Иванова Н. А. Основные причины возникновения превышений значений производственных факторов на рабочих и учебных местах // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 2. — С. 18—21.
15. Иванова Н. А., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э. Алгоритм функционирования автоматической системы управления концентрацией углеводородов при токарной обработке // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 2. — С. 57—62.



S.N. Grigoriev, Professor, rector, e-mail: rector@stankin.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

The Moscow State University of Technology "STANKIN" — Leading University in the Field of Environmental and Safety Engineering Industries

MSUT "STANKIN" entered in the year of its 85 anniversary as leading University of domestic engineering industry which is carrying out preparation of a highly qualified engineering personnel at a high level, which is carrying out scientific-methodical, scientific and experimental-design development. The essential contribution to overall performance of University in all directions is made by one of the leading departments — of department "Environmental engineering and safety".

In article the questions connected with work of the Department "Engineering ecology and safety" of MSUT "STANKIN" in the direction of safety of engineering industry for environment and the person are considered. Questions connected with the organization and features of educational activity of the Department, its scientific-methodological and scientific work, and also participation of the Department in ensuring mobility of students and teachers, including international mobility are considered. It is emphasized that the Department widely uses of the best practices of the domestic and foreign organizations, enterprises and establishments which activity is connected with environment protection in by its educational, scientific and scientific-pedagogical activity that allowed it to gain a deserved authority among experts in the field of environmental and industrial safety.

Keywords: University, Department, environmental engineering, safety, education, methodological support, science, feature, mobility, student, teacher

References

1. Grigoriev S. N. Tendencii i problemy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva na baze otechestvennogo stankostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 3. P. 7—13.
2. Grigoriev S. N. Kadrovoe obespechenie rossijskogo mashinostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 1. P. 5—8.
3. Grigoriev S. N. Reshenie zadach tehnologicheskogo perevoorzheniya mashinostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 5—9.
4. Shvartsburg L. E. Kafedra "Inzhenernaya jekologiya i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti" v obespechenii bezopasnosti proizvodstvennoj sredy. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. 2. P. 2—4.
5. Shvartsburg L. E. Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
6. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
7. Shvartsburg L. E., Drozdova N. V., Butrimova E. V. Vizualizacija v srede MS Visio rasprostraneniya shuma i vibracij v rabochej zone. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 1. P. 110—112.
8. Shvartsburg L. E., Zmieva K. A. Parametricheskaja optimizacija jelektroprivodov tehnologicheskogo oborudovanija posredstvom avtomaticheskikh kondensatornyh ustanovok. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 4. P. 156—161.
9. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Gvozdikova S. I., Zmieva K. A. Avtomatizacija obespechenija pokazatelej bezopasnosti mashinostroitel'nyh tehnologij formoobrazovanija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. 2. P. 1—24.
10. Shvartsburg L. E., Zvenigorodskij Y. G., Bukejhanov N. R. Metodologija razrabotki proektov resursosberezenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 2. P. 14—17.
11. Hudoshina M. Y., Butrimova O. V. Avtomatizacija jekologicheskij obosnovannogo vybora smazochno-ohlazhdajushhih tehnologicheskikh sredstv i sistem ih primeneniya. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N. 1. P. 19—21.
12. Gvozdikova S. I. Analiz avtomatizirovannoj sistemy upravlenija shumom v proizvodstvennoj sisteme. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 3. P. 56—59.
13. Ryabov S. A. Prognozirovanie opasnostej pri realizacii tehnologicheskikh processov posredstvom proizvodstvennyh riskov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2013. N. 1. P. 56—59.
14. Ryabov S. A., Ivanova N. A. Osnovnye prichiny vozniknovenija prevyshenij znachenij proizvodstvennyh faktorov na rabochih i uchebnyh mestah. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. 2. P. 18—21.
15. Ivanova N. A., Ryabov S. A., Shvartsburg L. E. Algoritm funkcionirovanija avtomaticheskoi sistemy upravlenija kincentraciej uglevodorodov pri tokarnoj obrabotke. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 2. P. 57—62.

УДК 621.91.01; 621.895

М. С. Артемьева, асп., e-mail: masha_st_89@mail.ru, МГТУ "СТАНКИН"

Воздействие тепловых явлений при обработке металлов резанием на смазочно-охлаждающие технологические средства

Рассмотрены основные источники теплоты при обработке металлов резанием. Перечислены химические загрязнения, поступающие в воздух рабочей зоны в результате термодеструкции жидких смазочно-охлаждающих технологических средств. Описаны экспериментальные исследования по изучению на примере бензола зависимости концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны от температуры в зоне резания, которые показали, что концентрация загрязнителя в рабочей зоне пропорциональна температуре резания.

Ключевые слова: технологический процесс, резание, тепловые явления, смазочно-охлаждающие технологические средства, эмульсолы, термодеструкция, рабочая зона, химические загрязнения, концентрация, экспериментальные исследования, вредное воздействие

Машиностроительные технологические процессы формообразования занимают важное место на современных металлообрабатывающих производствах [1, 2]. Наиболее распространена обработка резанием, цель которой снятие режущим инструментом с поверхности заготовки слоя металла (припуска) для получения необходимой геометрической формы, точности размеров и шероховатости поверхности.

Для разрушения материала срезаемого слоя и превращения его в стружку необходимо затратить некоторое количество энергии и произвести работу резания. Работа резания затрачивается на отрыв стружки и образование новых поверхностей; упругие деформации, преобразующиеся в затухающие упругие колебания; пластические деформации срезаемого и поверхностного слоя; трение по передней и задним поверхностям инструмента. Работой упругих сил можно пренебречь, так как они малы по сравнению с общей работой резания.

Работа сил трения и большая часть работы пластического деформирования переходят в теплоту. В результате при резании лишь 0,5...3 % механической энергии затрачивается полезно, остальные 99,5...97 % превращаются в теплоту, очагами возникновения которой являются: зона пластической деформации, площадка контакта стружки с передней поверхностью инструмента, площадка контакта задних поверхностей инструмента с поверхностью резания и обработанной поверхностью [3]. Теплота распространяется от очагов тепловыделения к более холодным областям, распределяясь между стружкой, заготовкой и инструментом (рис. 1).

В результате протекания этих физических процессов температура в зоне резания (рис. 2) достигает высоких значений, что приводит к термодеструкции смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) — веществ, находящихся в исходном твердом, пластичном, жидком, газообразном состоянии и искусственно вводимых в зону обработки.

Температура стружки в момент ее образования составляет, как правило, 300...450 °С, а температура инструмента при осуществлении процесса резания доходит до 600 °С, в то время как кри-

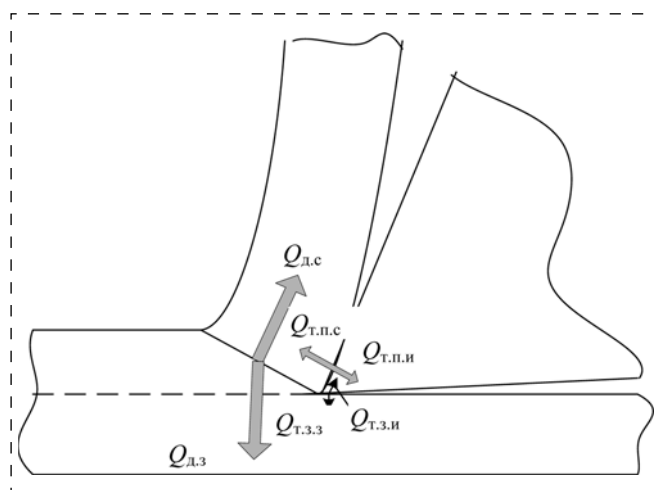


Рис. 1. Поток теплоты в стружку, заготовку и инструмент: $Q_{д.с}$ и $Q_{д.з}$ — теплота деформации, переходящая в стружку и заготовку; $Q_{т.з.з}$ — теплота трения по задней поверхности, переходящая в заготовку; $Q_{т.п.с}$ — теплота трения по передней поверхности, переходящая в стружку; $Q_{т.п.и}$ и $Q_{т.з.и}$ — теплота трения по передней и задней поверхностям, переходящая в инструмент

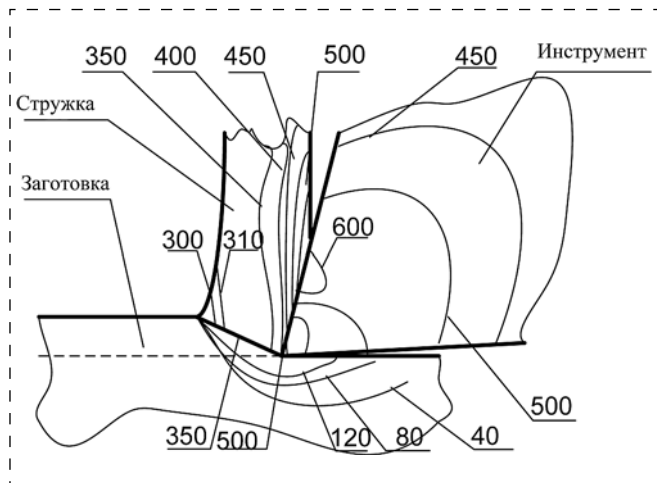


Рис. 2. Температурные поля (°C) в стружке, заготовке и резце [4]

тическая температура термодеструкции (T_k), при которой сохраняется работоспособность СОТС, для большинства компонентов жидких СОТС гораздо ниже (табл. 1).

В связи с этим в воздух рабочей зоны поступают вредные вещества, воздействие которых на работника в количествах, превышающих нормативные значения, приводит к отклонениям в состоянии здоровья, развитию профессиональных заболеваний [5, 6].

Жидкие СОТС, которые принято называть смазочно-охлаждающими жидкостями (СОЖ), являются самой распространенной технологической средой при обработке металлов резанием.

Среди СОЖ наибольшее применение находят водосмешиваемые эмульгирующиеся СОЖ (эмульсолы) и масляные СОЖ. Эмульсолы — смеси нефтяного масла, эмульгаторов, ингибиторов коррозии, веществ-связок, биоцидов, а также других присадок, применяются в виде

эмульсий. Масляные СОЖ представляют собой высокоочищенные минеральные масла вязкостью 2...40 мм²/с при 50 °С без присадок или с присадками различного функционального назначения [8]. Каждый из видов СОЖ используют при определенных условиях обработки.

Температура начала деструкции минеральных масел также невысока и составляет примерно 200 °С. Главным фактором риска для здоровья работающих с масляными СОЖ и эмульсолами является поступление в дыхательные пути аэрозоля масла, формальдегида, акролеина, оксида углерода, сернистого ангидрида, а также других компонентов СОЖ и продуктов их термоокислительной деструкции, указанных в табл. 2, составленной в соответствии с ГОСТ 12.1.005—88 "ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны" [9, 10].

В продуктах термодеструкции жидких СОТС присутствует большое количество различных групп углеводородов [11]. Следует отметить, что ароматические углеводороды, такие как бензол, бенз(а)пирен, хризен, перилин и другие, выделяющиеся в воздух рабочей зоны в результате термодеструкции компонентов СОЖ, обладают канцерогенным действием и поэтому требуют постоянного контроля [9].

В настоящее время для минимизации вредного воздействия на человека и окружающую среду исследуются свойства и состав альтернативных СОЖ на основе растительных масел и возможность применения их при металлообработке [12].

С целью изучения зависимости концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны, образующихся в результате термодеструкции компонентов жидких СОТС, от температуры резания, на лабораторном стенде для моделирования температурного поля в зоне обработки (рис. 3), созданном на базе научно-учебного комплекса "Инженерная экология, безопасность труда и жизнедеятельности "МГТУ "СТАНКИН" [11], были проведены экспериментальные исследования.

Для эксперимента была выбрана широко применяемая при обработке металлов резанием на машиностроительных предприятиях г. Москвы водная эмульгирующаяся СОЖ, а именно 5 %-ная эмульсия из эмульсола Blasocut 4000 CF.

В качестве исследуемого вещества был выбран бензол (C₆H₆) — ароматический углеводород, присутствующий в воздухе рабочей зоны в виде паров и относящийся ко 2-му классу опасности. Бензол имеет предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны: среднесменную (ПДК_{сс}), равную 5 мг/м³, и максимально разовую (ПДК_{мр}), равную 15 мг/м³.

Концентрации исследуемого вещества измерялись с помощью газоанализатора ГАНК-4, предна-

Таблица 1

Максимальная температура T_k работоспособности компонентов жидких СОТС [7]

Компоненты жидких СОТС	Температура T_k , °С
Растительные масла	130
Животные жиры	130
Синтетические вещества	200
Свободная сера	1000
Присадки:	
хлорсодержащие	500
фосфорсодержащие	800
серосодержащие	900



Таблица 2

Токсичность приоритетных компонентов СОТС и продуктов их термической деструкции, содержащихся в воздухе рабочей зоны [9, 10]

Вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Органы и системы, поражаемые при воздействии в концентрациях, превышающих ПДК
Акриловая кислота	5,0	3	ОД
Акролеин	0,2	2	ОД, СОГ
Аммиак	20	4	ОД
Ацетальдегид	5,0	3	ОД
Ацетон	200	4	Печень, почки, ЦНС, кровь
Бенз(а)пирен	0,00015	1	КП
Бензин	100	4	Печень, почки, ОД
Бензол	5,0	2	Кровь, ЦНС, ГС
Бутадиен	100	4	ОД
Бутилакрилат	10	3	ОД
Винилацетат	0,2	2	ОД, почки
Гексахлорэтан	0,08	1	ЦНС, почки, КП
Дихлорэтан	10	2	Печень, почки, ЦНС, КП
Метанол	5,0	3	ЦНС, СОГ
Метатиол	0,8	2	ОД, печень
Метилакрилат	5,0	3	ОД, ЦНС
Метилпропионат	10,0	3	ОД
Масляный альдегид	5,0	3	ОД
Метилметакрилат	0,7	2	ОД
Минеральное масло	5,0	3	ОД, печень, почки
Метилнафталин	20,0	4	ОД
Меркаптан	0,1	1	ЦНС, ОД
Сероуглерод	10,0	2	ОД
Сера	6,0	4	ОД
Свинец	0,01	1	ЦНС, кровь, почки, КП, репродуктивная функция, ГС
Сернистый газ	10,0	3	ОД
Нитрит натрия	5,0	3	Кровь
Тетрахлорэтан	5,0	3	Печень, почки, ЦНС, КП
Трихлорэтан	20,0	4	ОД
Тетрахлорметан	20,0	2	Печень, почки, ЦНС, КП
Углерод оксид	20,0	4	ОД
Уксусная кислота	5,0	3	РД, ОД
Фенол	0,3	2	ССС, почки, печень, ЦНС, ОД
Формальдегид	0,5	2	ОД, СОГ, сенсibiliз. действие, КП
Этанол	1000	4	ЦНС, ОД
Этилметакрилат	0,048		ЦНС, ОД, КП
Хлор	1,0	2	ОД
Хром3+	1,0	3	ОД, печень, почки, слизистые оболочки
Хром6+	0,01	1	ОД, печень, почки, КП
Хлористый водород	5,0	2	ОД

Примечание. Обозначения: ОД — органы дыхания; ЦНС — центральная нервная система; СОГ — слизистая оболочка глаза; ССС — сердечно-сосудистая система; ГС — гормональная система; КП — канцерогенная патология; РД — разнонаправленное воздействие на многие органы и системы организма; ПДК — предельно допустимая концентрация.

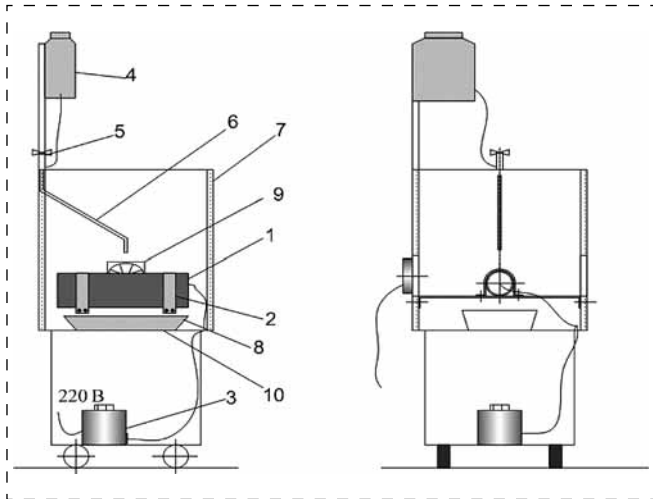


Рис. 3. Лабораторный стенд для моделирования температурного поля в зоне резания, приводящего к термодеструкции жидких СОТС:

1 — нагревательный элемент; 2 — державки; 3 — лабораторный трансформатор; 4 — емкость; 5 — вентиль; 6 — патрубок; 7 — корпус; 8 — поддон; 9 — вентилятор; 10 — основание

значенного для автоматического контроля концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Исследования показали, что концентрация бензола в рабочей зоне пропорциональна температуре в зоне резания (рис. 4). Причем с ее увеличением наблюдается более интенсивный рост концентрации. Связано это с тем, что составляющие жидких СОТС обладают разной критической температурой, и с ростом температуры в зоне резания все большее количество компонентов СОТС начинает подвергаться термодеструкции.

В результате проведения экспериментальных исследований было выявлено также, что пропорциональная зависимость концентрации бензола от температуры характерна и для других марок водных эмульгирующихся СОЖ (рис. 5).

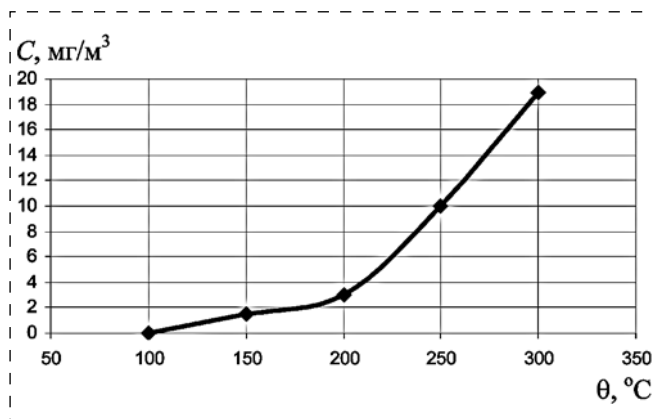


Рис. 4. Зависимость концентрации бензола в воздухе рабочей зоны C от температуры резания θ при использовании 5%-ной эмульсии из эмульсола Blasocut 4000 CF

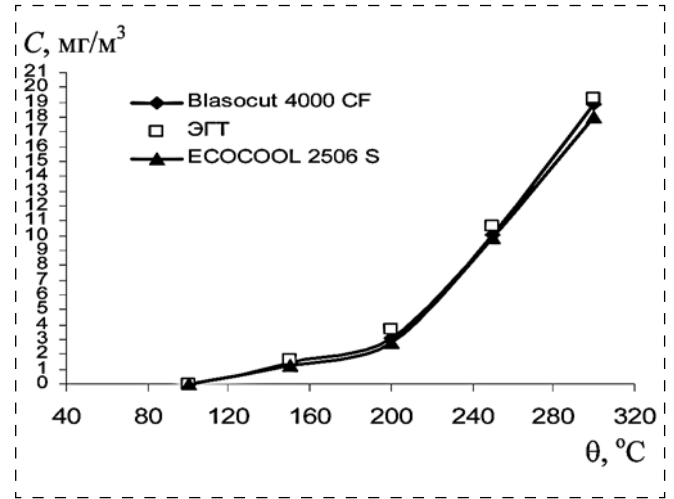


Рис. 5. Зависимость концентрации бензола в воздухе рабочей зоны C от температуры резания θ , при использовании различных эмульсий

Рассмотрев тепловые явления при обработке металлов резанием и характер их воздействия на применяемые жидкие СОТС, можно сделать вывод, что так как вся механическая энергия, затрачиваемая на резание металла, превращается в тепловую, в зоне резания возникают температуры, значения которых намного превышают критические значения компонентов СОТС, что приводит к их термодеструкции. В результате в воздух рабочей зоны поступают токсичные вещества, методы минимизации которых рассмотрены в работах [13—15]. Проведенные экспериментальные исследования по изучению зависимости концентрации химических загрязнений в воздухе рабочей зоны от температуры в зоне резания показали, что концентрация вредных веществ в рабочей зоне пропорциональна температуре резания.

Список литературы

1. Григорьев С. Н., Маслов А. Р., Завгородний В. И. Обеспечение заданного качества деталей при высокоскоростной обработке. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 1. — С. 38 — 40.
2. Шварцбург Л. Э., Серебряков В. И., Енек М. Зависимость шероховатости обработанной поверхности от вида покрытия режущего инструмента. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 2. — С. 25 — 28.
3. Справочник по обработке металлов резанием / Ф. Н. Абрамов, В. В. Коваленко, В. Е. Любимов и др. — Киев: Техника, 1983. — 239 с.
4. Резников А. Н. Теплофизика процессов механической обработки материалов. — М.: Машиностроение, 1981. — 288 с.
5. Ермолаева Н. В., Голубков Ю. В. Экологические проблемы, возникающие при работе с масляными смазочно-охлаждающими жидкостями// Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3 (11). — С. 71 — 74.
6. Могусева М. С., Голубков Ю. В., Ермолаева Н. В. Смазочно-охлаждающие жидкости как источник загрязнения воздуха рабочей зоны при обработке металлов

- резанием. "Экология и безопасность жизнедеятельности": сборник статей XIII Международной научно-практической конференции. — Пенза: МНИЦ ПГСХА, 2013. — С. 44—47.
7. **Смазочно-охлаждающие технологические средства** для обработки металлов резанием. Справочник / Под ред. С. Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. — М.: Машиностроение, 1995. — 496 с.
 8. **Малиновский Г. Т.** Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием. — М.: Химия, 1993. — 160 с.
 9. **Смазочно-охлаждающие технологические средства** и их применения при обработке резанием: Справочник / Л. В. Худобин, А. П. Бабичев, Е. М. Булычев и др. / Под общ. ред. Л. В. Худобина. — М.: Машиностроение, 2006. — 544 с.
 10. **ГОСТ 12.1.005—88** "ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".
 11. **Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А.** Исследование химических загрязнений, полученных в результате разложения СОТС при высоких температурах // Мир нефтепродуктов — 2004. — № 5. — С. 33.
 12. **Ермолаева Н. В., Голубков Ю. В., Могусева М. С.** Альтернативные смазочно-охлаждающие материалы на основе растительных масел // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. — 2014. — № 1. — С. 32—35.
 13. **Шварцбург Л. Э.** Экологическое обеспечение технологий формообразования. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. № 1. — С. 38—43.
 14. **Ермолаева Н. В., Голубков Ю. В., Аунг Кхаинг Пьо.** Минимизация воздействия масляных смазочно-охлаждающих жидкостей на окружающую среду и человека средствами автоматизации. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2013. — № 1. — С. 70—75.
 15. **Иванова Н. А.** Принципы автоматизации снижения экологических опасностей технологических процессов на примере химических загрязнений. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. № 3. — С. 73—77.

M. S. Artemyeva, Postgraduate, e-mail: masha_st_89@mail.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

The Influence of Generated Heat During Machining Processes on Cutting Fluids

The machining processes have an important place in the present-day metalworking industry. Metal cutting is the most widespread metal-shaping process. In this study, the influence of generated heat during machining processes on cutting fluids was examined. In metal machining cutting oils and emulsion cutting fluids are used widely. During machining process, inelastic deformation and also friction between workpiece-cutting tool and cutting tool-chip interfaces cause high temperature in cutting region. The effect of this generated heat is cause of thermal destruction of cutting fluids thereby hazardous substances are polluting working zone air. Air pollution causes damage to human health. The experimental studies of hazardous substances concentration in the working zone from the temperature in cutting region have been examined. The researches have suggested that concentration of harmful substance in the working zone is directly proportional to temperature in the cutting zone.

Keywords: metal cutting, machining processes, adverse health effect, friction heat gain, cutting fluids, emulsion cutting fluids, cutting region, hazardous substances, concentration, experimental studies

References

1. **Grigoriev S. N., Maslov A. R., Zavgorodnij V. I.** Обеспечение заданного качества деталей при высокоскоростной обработке. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 1. P. 38—40.
2. **Shvartsburg L. E., Serebrjakov V. I., Enek M.** Зависимость шероховатости обрабатываемой поверхности от вида покрытия режущего инструмента. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 2. P. 25—28.
3. **Справочник** по обработке металлов резанием / F. N. Abramov, V. V. Kovalenko, V. E. Ljubimov i dr. K.: Tehnika, 1983. 239 p.
4. **Reznikov A. N.** Теплофизика процессов механической обработки материалов. М.: Машиностроение, 1981. 288 p.
5. **Ермолаева Н. В., Голубков Ю. В.** Экологические проблемы, возникающие при работе с масляными смазочно-охлаждающими жидкостями. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 3 (11). P. 71—74.
6. **Могусева М. С., Голубков Ю. В., Ермолаева Н. В.** Смазочно-охлаждающие жидкости как источник загрязнения воздуха рабочей зоны при обработке металлов резанием. *Жекологія і безпека життєдіяльності: збірник статей XIII Міжнародної науково-практичної конференції*. Пенза: МНЦ ПГСХА, 2013. P. 44—47.
7. **Смазочно-охлаждающие технологические средства** для обработки металлов резанием. Справочник / Под ред. С. Г. Энтелиса, Е. М. Берлинера. М.: Машиностроение, 1995. 496 p.
8. **Малиновский Г. Т.** Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием. М.: Химия, 1993. 160 p.
9. **Смазочно-охлаждающие технологические средства** и их применения при обработке резанием: Справочник / Л. В. Худобин, А. П. Бабичев, Е. М. Булычев и др.; Под общ. ред. Л. В. Худобина. М.: Машиностроение, 2006. 544 p.
10. **ГОСТ 12.1.005—88** ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
11. **Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А.** Исследование химических загрязнений, полученных в результате разложения СОТС при высоких температурах. *Мир нефтепродуктов*. 2004. N. 5. P. 33.
12. **Ермолаева Н. В., Голубков Ю. В., Могусева М. С.** Альтернативные смазочно-охлаждающие материалы на основе растительных масел. *Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса*. 2014. N. 1. P. 32—35.
13. **Шварцбург Л. Э.** Экологическое обеспечение технологий формообразования. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
14. **Ермолаева Н. В., Голубков Ю. В., Аунг Кхаинг Пьо.** Минимизация воздействия масляных смазочно-охлаждающих жидкостей на окружающую среду и человека средствами автоматизации. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2013. N. 1. P. 70—75.
15. **Иванова Н. А.** Принципы автоматизации снижения экологических опасностей технологических процессов на примере химических загрязнений. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 73—77.



С. Г. Кондрашов, асп., e-mail: aspiran-t@mail.ru, МГТУ "СТАНКИН"

Повышение эффективности локальных систем очистки воздуха рабочей зоны

На основе экспериментальных исследований взаимосвязи производительности локальных систем очистки воздуха рабочей зоны и соотношения диаметров трубопроводов, рассмотрен метод повышения эффективности этих систем посредством изменения диаметров трубопроводов в зависимости от реальной концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Ключевые слова: производство, технологический процесс, обработка резанием, воздух рабочей зоны, загрязнения, очистка, локальная система, диаметр трубопровода, производительность, концентрация

Вопросам модернизации современного машиностроения, повышения его конкурентоспособности посвящено большое количество работ [1, 2]. В этом направлении большое внимание уделяется вопросам минимизации воздействия машиностроительных производств в целом и технологических процессов в частности на окружающую среду и человека [3–7].

Вопросы безопасности производства играют все большую роль в обеспечении его конкурентоспособности. Одними из характерных для производства являются технологические процессы обработки резанием. Этим процессам сопутствует возникновение опасностей, проявляющихся в виде загрязнения воздуха рабочей зоны взвесями-примесями и продуктами теплового разложения жидких СОТС из-за высоких температур, возникающих в зоне резания. Эти загрязнения возникают при реализации практически всех технологических процессов обработки резанием — точении, шлифовании, фрезеровании и др.

Во многих случаях для очистки воздуха рабочей зоны используют локальные очистные устройства — устройства, нацеленные на очистку воздуха рабочей зоны каждого конкретного станка. В этом случае принудительный воздушный поток создается единым вентилятором, соединенным системой воздухопроводов с рабочей зоной каждого станка. Так как диаметр воздухопроводов одинаков и постоянен, то и производительность очистки воздуха рабочей зоны одинакова для каждого станка, где установлена такая локальная система.

Однако при реализации технологических процессов обработки резанием загрязнение воздуха рабочей зоны каждого станка различно. Оно зависит от многих факторов — вид технологического процесса, режимы его реализации, материал заготовки, применяемое жидкое СОТС и др.

В связи с этим целесообразным представляется изменение производительности каждого локального очистного устройства в зависимости от реального загрязнения воздуха рабочей зоны каждого станка

при реализации на нем конкретного технологического процесса. Это изменение может быть обеспечено посредством перераспределения воздушных потоков в каждом локальном устройстве в зависимости от величины загрязнения воздуха рабочей зоны каждого станка. Перераспределение этих воздушных потоков возможно обеспечить соответствующим изменением сечения трубопроводов. Это положение было проверено экспериментально.

Целью экспериментальных исследований было установление качественной взаимосвязи между площадью сечения трубопровода и производительностью локальных очистных устройств, а также количественная оценка производительности этих устройств в зависимости от сечения трубопровода.

Установка для экспериментальных исследований представлена на рис. 1.

Установка включает в себя вентилятор, выполняющий функцию всасывающего устройства, два трубопровода (1 и 2), формирующих два канала (канал 1 и канал 2), на конце которых установлены два сопла, одно из которых имеет постоянную площадь S_1 , а второе — переменную площадь S_2 . Изменение площади в трубопроводах осуществляется посредством кассеты, в которой выполнены отверстия соответствующего диаметра. Кассета устанавливается и фиксируется в сопле. Экспериментальные исследования проводились с использованием абразивного порошка, который засыпался в специальную чашу, установленную под каждым соплом на соответствующем расстоянии от него.

При экспериментальных исследованиях производительность каждого из локальных устройств определялась посредством измерения величины абразивного порошка, удаленного из чаши за определенное время. Масса порошка измерялась при помощи весов, а время секундомером.

Для исключения попадания в трубопроводы атмосферного воздуха между чашей и соплом устанавливался колпак.

В начале экспериментальных исследований в сопла устанавливаются кассеты с отверстиями

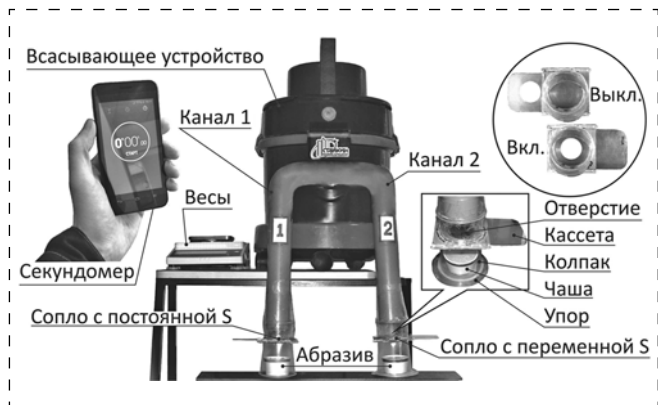


Рис. 1. Установка для экспериментальных исследований

одинаковых диаметров. Значения этих диаметров минимальны, что создает наименьшую пропускную способность в каждом из трубопроводов.

При экспериментальных исследованиях производительности локальной очистной системы каждый опыт проводился в течение 20 с. При исследовании кассета первого канала оставалась неизменной, т. е. неизменным оставался диаметр трубопровода этого канала. Кассета второго канала при каждом новом опыте менялась таким образом, чтобы отверстие этой кассеты увеличивалось. Это означает, что диаметр трубопровода второго канала в каждом опыте увеличивался.

При экспериментальных исследованиях для имитации загрязнения рабочей зоны, как указывалось выше, использована абразивная крошка. Этот выбор обусловлен, прежде всего, мелким размером абразивных зерен, их достаточно хорошей сыпучестью, возможностью беспрепятственного прохождения через отверстия кассет и движения по трубопроводам в воздушном потоке.

Засыпанный в две чаши абразив перед фиксацией на установке взвешивается электронными весами. При исследовании на каждую чашу воздействует только один воздушный поток соответствующего трубопровода 1 или 2.

Определение производительности каждого канала определяется взвешиванием масс абразивного порошка до и после воздействия на них раз-

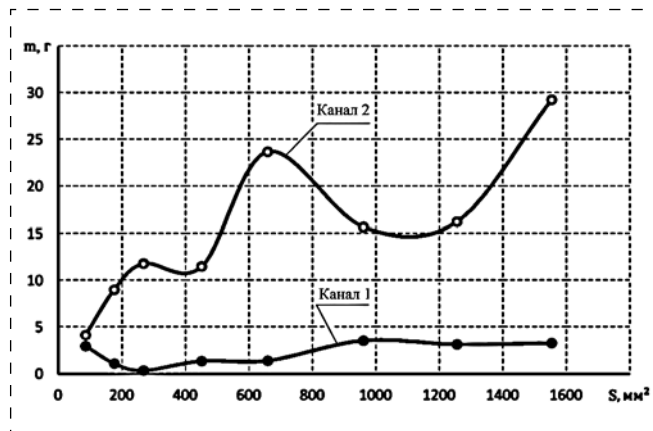


Рис. 2. Графическая интерпретация результатов экспериментальных исследований

ными всасывающими потоками. Разница потоков определяется площадями отверстий в устанавливаемых в сопла сменных кассетах. В конструкции кассет предусмотрены два положения — "выкл." и "вкл.". В положении кассеты "выкл." трубопровод полностью перекрыт, в положении кассеты "вкл." — диаметр трубопровода определяется диаметром отверстия в кассете. Перевод кассеты из положения "выкл." в положение "вкл." осуществляется в ручном режиме. Необходимость двух положений кассеты обусловлена наличием переходных процессов при включении всасывающего устройства. Поэтому при экспериментальных исследованиях трубопроводы открывались (перевод из положения "выкл." в положение "вкл.") только после того, как всасывающее устройство достигало полной мощности.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице.

В таблице приведены массы абразивного порошка в чаше каждого трубопровода до и после включения всасывающего устройства ($m_{1до}$, $m_{1после}$, $m_{2до}$, $m_{2после}$), разность масс в каждом опыте для каждого трубопровода (Δm_1 , Δm_2) и среднее значение ($\Delta m_{1ср}$, $\Delta m_{2ср}$). При этом изменялся диаметр трубопровода только второго канала.

Графическая интерпретация результатов экспериментальных исследований представлена на рис. 2.

Результаты экспериментальных исследований (значения величин m в граммах)

№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 10,5$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	66,380	64,520	1,860	2,975	79,823	67,047	12,776	4,150
2	72,895	69,722	3,173		78,111	74,222	3,889	
3	69,723	66,280	3,443		84,2	83,1	1,100	
4	75,289	73,771	1,512		73,926	71,883	2,043	
5	72,085	67,205	4,880		70,888	69,948	0,940	



Продолжение таблицы

№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 15$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	79,388	76,996	2,392	1,113	75,022	62,770	12,252	9,020
2	73,931	72,495	1,436		74,122	67,322	6,800	
3	72,495	71,452	1,043		84,093	76,860	7,233	
4	71,452	70,879	0,573		77,107	66,254	10,823	
5	70,873	70,752	0,121		75,083	67,120	7,963	
№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 18,5$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	75,012	74,885	0,127	0,361	76,442	64,113	12,329	11,800
2	74,885	74,329	0,556		74,722	60,704	14,018	
3	74,329	73,955	0,374		72,519	65,511	7,008	
4	73,955	73,340	0,615		73,215	61,246	11,969	
5	75,144	75,012	0,132		73,640	59,964	13,676	
№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 24$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	81,000	80,686	0,314	1,375	84,103	66,82	17,283	11,495
2	80,686	79,661	1,025		84,272	72,542	11,730	
3	79,661	78,414	1,247		92,112	85,354	6,758	
4	78,414	77,395	1,019		80,149	70,64	9,509	
5	77,395	74,126	3,269		78,674	66,481	12,193	
№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 29$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	77,144	76,119	1,025	1,415	89,756	46,064	43,692	23,712
2	76,119	75,368	0,751		74,000	50,357	23,643	
3	75,368	73,412	1,956		80,008	57,270	22,738	
4	73,412	71,253	2,159		84,080	70,963	13,117	
5	71,253	70,070	1,183		79,440	64,070	15,370	
№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 35$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	84,626	75,402	9,224	3,564	82,383	67,944	14,439	15,691
2	75,402	71,802	3,600		71,032	45,747	25,285	
3	71,802	69,397	2,405		77,332	65,910	11,422	
4	69,997	68,488	1,509		77,665	66,296	11,369	
5	68,488	67,406	1,082		85,237	69,295	15,942	
№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 40$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	73,642	72,487	1,155	3,158	73,028	53,418	19,610	16,248
2	72,487	70,473	2,014		74,435	63,900	10,533	
3	70,473	67,981	2,492		75,562	59,237	16,325	
4	67,981	62,517	5,464		73,917	58,768	15,149	
5	62,517	57,851	4,666		78,605	58,982	19,623	

№	Канал 1 ($D = 10,5$ мм)				Канал 2 ($D = 44,5$ мм)			
	$m_{1до}$	$m_{1после}$	Δm_1	$\Delta m_{1ср}$	$m_{2до}$	$m_{2после}$	Δm_2	$\Delta m_{2ср}$
1	72,917	68,512	4,405		82,100	49,730	32,370	
2	68,512	60,818	7,694		81,547	59,144	22,403	
3	60,818	60,436	0,382	3,306	72,935	44,988	27,947	29,282
4	60,436	57,870	2,566		75,925	56,480	19,445	
5	57,870	56,388	1,482		85,042	40,797	44,245	

Таким образом, как показали экспериментальные исследования, производительность локального очистного устройства существенно увеличивается с увеличением диаметра трубопровода за счет перераспределения воздушных потоков в трубопроводах посредством изменения соотношения их диаметров. Это позволяет обеспечить повышение эффективности локальных систем очистки воздуха рабочей зоны посредством изменения соотношения диаметров трубопроводов в зависимости от реальной концентрации вредных веществ в рабочей зоне каждого металлорежущего станка.

Список литературы

1. Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В. Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 1. — С. 8—11.
2. Григорьев С. Н. Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечественного станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 7—13.
3. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—10.
4. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
5. Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А., Рябов С. А., Гвоздкова С. И., Змиева К. А. Автоматизация обеспечения показателей безопасности машиностроительных технологий формообразования // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № S2. — Приложение. — 24 с.
6. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
7. Иванова Н. А., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э. Алгоритм функционирования автоматической системы управления концентрацией углеводородов при токарной обработке // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 2. — С. 57—62.

S. G. Kondrashov, Postgraduate, e-mail: aspiran-t@mail.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

Improving the Efficiency of Local Air Purification Systems Work Area

Use of pneumatic system for maintenance of a conclusion technological waste from a working zone of the grinding machine tool at profiling and circle editing allows reaching useful effect in the field of the organization of favorable working conditions. This conclusion is based on the results received at testing of specially collected laboratory installation consisting of soaking up device and having two channel for retraction of weights by an air stream. The data presented allow us to trace a direct relationship between the area of the hole, flow throughput, and exciting mass. Additionally, the article shows a tendency to reduce the mass of the captured quantities through the valve hole unregulated channel diameter increases in the throttle opening of the second channel.

Keywords: manufacturing, technological process, processing, workplace air, pollution, cleaning, local system, diameter conduit, performance, concentration.

References

1. Gribkov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V. Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 1. P. 8—11.
2. Grigoriev S. N. Tendencii i problemy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva na baze otechestvennogo stankostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 3. P. 7—13.
3. Shvartsburg L. E. Analiz jenergeticheskoy bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98—10.
4. Shvartsburg L. E. Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovaniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
5. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Rjabov S. A., Gvozdokova S. I., Zmieva K. A. Avtomatizacija obespecheniya pokazatelej bezopasnosti mashinostroitel'nyh tehnologij formoobrazovaniya. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. S2. Prilozhenie. 24 p.
6. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodoshhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroieniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
7. Ivanova N. A., Rjabov S. A., Shvartsburg L. E. Algoritm funkcionirovaniya avtomaticheskoy sistemy upravleniya koncentraciej uglevodorodov pri tokarnoj obrabotke. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 2. P. 57—62.

УДК 504.064:004.42

Е.В. Бутримова, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: ferrari-love@mail.ru, МГТУ "СТАНКИН"

Автоматизация прогнозирования уровней вибрации в различных точках конструктивных элементов металлорежущих станков

Рассмотрены вопросы прогнозирования средствами автоматизации уровней вибрации в конструкции металлорежущего станка при реализации технологических процессов формообразования. Предложен алгоритм, позволяющий осуществить прогнозирование вибрации в элементах станка по результатам измерений уровня вибрации в одной точке установки датчика. Приведено описание универсальной программы реализации алгоритма прогнозирования уровней вибрации в различных точках конструкции станка. Приведен пример создания на базе предложенного алгоритма и программы его реализации системы автоматизированного управления технологическим процессом.

Ключевые слова: *вибрация, моделирование, автоматизация, прогнозирование, металлорежущий станок, конструктивный элемент, технологическая среда, программа для ЭВМ, алгоритм, управление*

Вибрация в подвижных элементах металлорежущего оборудования является одним из важнейших показателей качества технологических процессов. Она возникает при передаче механической энергии в зону резания по кинематическим цепям станка. Вибрация снижает точность обработки изделий, увеличивает динамические нагрузки в элементах конструкции станков, вызывает появление усталостных трещин и разрушений, что также влияет на показатели безопасности технологических процессов. Кроме того, вибрация формируется за счет потерь энергии при ее передаче в зону резания, снижая, таким образом, энергоэффективность технологических процессов обработки [1, 2].

Одним из основных направлений снижения вибрации является ее минимизация непосредственно в источниках, которыми являются элементы кинематической цепи станка. Это направление целесообразно реализовывать на этапах разработки оборудования и технологических процессов посредством прогнозирования вибрации. Такая задача имеет наиболее эффективное решение при применении современных информационных технологий, позволяющих дать объективный прогноз распространения вибраций, а также автоматизировать процесс прогнозирования [3, 4].

Вопросам снижения неблагоприятного воздействия технологических процессов на окружающую среду и человека, в том числе средствами автоматизации, уделяется большое внимание [5—11].

Существующие на сегодняшний день средства моделирования, обработки и представления науч-

ных и технических расчетов в большинстве случаев применимы для решения только стандартных задач. Кроме того, существуют готовые программные комплексы для определения и изучения различных процессов, например, распространение того или иного фактора в окружающей среде, но они представляют собой сложные системы и предназначены для создания баз данных, расчета санитарно-защитных зон предприятия и т. д., а некоторые из них работают под операционными системами UNIX. Однако часто применение сложных программных систем является нецелесообразным и возникает необходимость разработки специальных программных решений для конкретных задач [12, 13].

Для реализации автоматизированного прогнозирования уровней вибрации в различных точках элементов конструкции технологического оборудования автором разработана специальная программа в среде визуального программирования Microsoft Visual Basic 6.0. Алгоритм программы представлен на рис. 1.

Разработанная программа реализует алгоритм прогнозирования уровней вибрации в заданной точке станка посредством линейного моделирования распространения вибрации в его конструктивных элементах. При этом прогнозирование осуществляется по результатам измерений датчиком, установленным в одной точке, например, наиболее удобной или доступной для измерения.

В основу программы положено соотношение

$$V_2 = V_1 + a_1(R_2 - R_1), \quad (1)$$

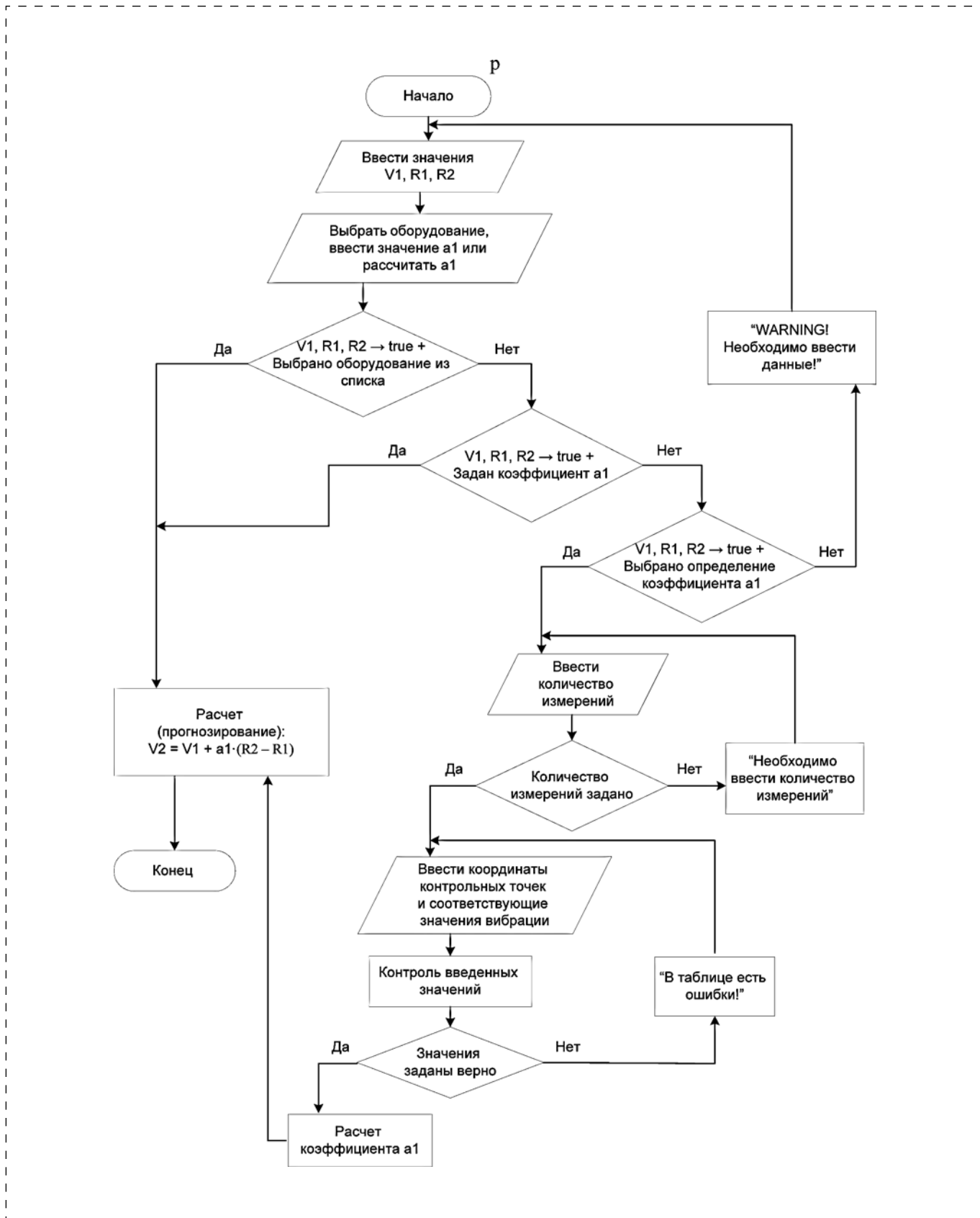


Рис. 1. Алгоритм программы прогнозирования уровней вибрации в различных точках металлорежущих станков



где V_2 — прогнозируемый уровень вибрации в заданной контрольной точке станка, дБ; V_1 — уровень вибрации, определенный датчиком, установленным в одной точке станка, дБ; R_2 — координата точки, в которой необходимо спрогнозировать уровень вибрации; R_1 — координата точки установки датчика; a_1 — коэффициент.

Коэффициент a_1 в соотношении (1) определяет интенсивность снижения вибрации в конструктивных элементах станков в зависимости от увеличения расстояния от основного источника вибрации в станке. Он получен по результатам проведенных экспериментальных исследований и применим для определенной группы металлорежущих станков. Значение a_1 может изменяться в зависимости от исследуемого конструктивного элемента конкретной группы станков, например, для направляющей токарно-винторезного станка коэффициент a_1 составил $-6,04$.

Для определения коэффициента a_1 выбрана линейная модель, что является наиболее целесообразным с точки зрения количества точек анализа, которое для данного типа модели является минимальным. Кроме того, проведенные экспериментальные исследования показали, что линейная модель распространения вибрации в конструктивных элементах металлорежущего станка является адекватной, что позволяет использовать ее на расстояниях, ограниченных габаритными размерами оборудования.

Так как в целом любой металлорежущий станок представляет собой сложную упругую динамическую систему, разработанная программа применима для прогнозирования вибрации в протяженных элементах, не имеющих соединений, например, направляющих станка, в связи с чем для задания координат исследуемых точек используется только расстояние от источника вибрации.

На рис. 2 представлен скриншот окна программы для прогнозирования уровней вибрации в металлорежущих станках.

Программа представляет собой EXE-файл, который используется как приложение, кроме того, такой тип файла применим в наиболее популярных на сегодняшний день операционных системах, таких как Windows и DOS.

Для реализации прогнозирования по разработанной программе необходимо задать условную систему координат на станке для того, чтобы определить положение точки установки датчика вибрации и точек контроля, где необходимо спрогнозировать уровень вибрации относительно источника вибрации в станке. При этом точку отсчета целесообразно назначить у основного источника вибрации в станке, например, у коробки скоростей.

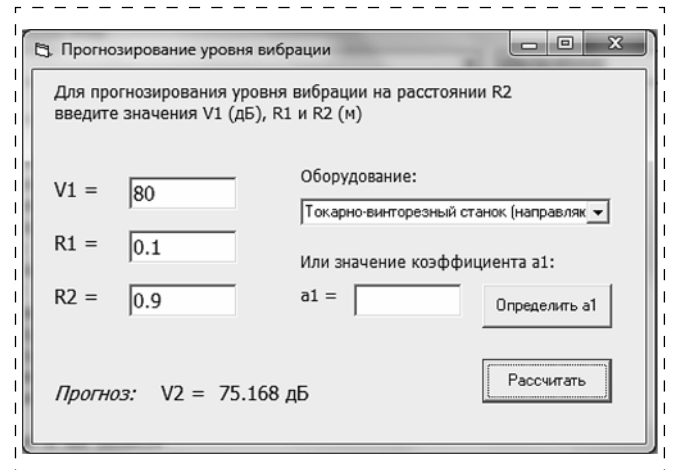


Рис. 2. Скриншот программы для прогнозирования уровней вибрации в металлорежущих станках

После запуска приложения необходимо ввести в соответствующие поля значение уровня вибрации V_1 , зарегистрированного датчиком, координату R_1 точки, в которой установлен датчик вибрации и координату R_2 точки, в которой требуется спрогнозировать уровень вибрации V_2 . Затем из предложенного списка выбрать оборудование, для которого осуществляется прогнозирование, и нажать кнопку "Рассчитать". Согласно алгоритму, представленному на рис. 1, программа проверяет введенные значения и рассчитывает прогнозируемое значение уровня вибрации V_2 . Кроме того, можно самостоятельно ввести значение коэффициента a_1 . Если же значение a_1 неизвестно, его можно определить, используя данные, полученные пользователем путем измерений. Для этого следует нажать кнопку "Определить a_1 " и в появившемся окне задать количество измерений.

После этого в окне будет отображаться таблица, в которую необходимо ввести известные значения координат точек и уровней вибрации, зарегистрированных в них прибором, после чего коэффициент a_1 будет сформирован для линейной модели распространения вибрации и отправлен на расчет прогнозируемого уровня вибрации. Результат прогнозирования выводится непосредственно в окно программы. В программе предусмотрена проверка введенных значений, например, если в поля программы введены не все значения, то при нажатии на кнопку "Рассчитать" появится предупреждающее сообщение о необходимости ввести данные.

Предложенная программа может быть использована на этапах разработки и модернизации технологического оборудования, разработки и реализации технологических процессов в целях мониторинга уровней вибрации, превышающих допустимые значения. Кроме того, принцип алгоритма прогнозирования и программы, его реал-

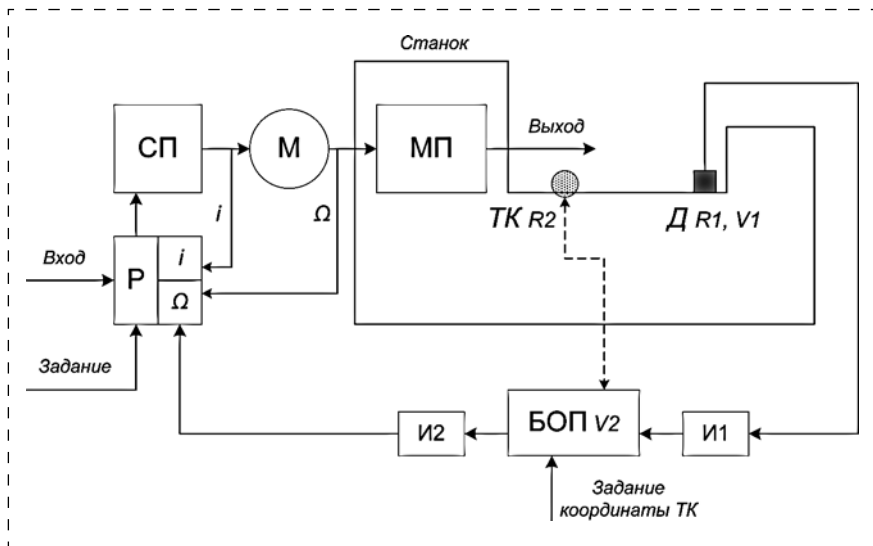


Рис. 3. Структурная схема системы управления приводом со звеном прогнозирования вибрации

лизующей, может применяться непосредственно в системах автоматизированного управления технологическими процессами на основе создания объективного прогноза уровней вибрации в ответственных элементах конструкции металлорежущего оборудования.

Так, в системах управления приводом информационные потоки сопоставляются в регуляторах системы управления. Система обратной связи формирует эти потоки по различным параметрам: току i , потребляемому двигателем; скорости перемещения Ω элементов механической системы; положению этих элементов и др. На рис. 3 показана схема регулируемого привода постоянного тока с подчиненным управлением, в котором обратная связь формируется внутренним и внешним контуром. Сигналы с этих контуров поступают на регулятор P [14].

С системы регуляторов P подается управляющий сигнал на силовой преобразователь СП, этот преобразователь управляет двигателем M и механической передачей МП. Так как с увеличением частоты вращения увеличивается уровень вибрации во всех исследуемых точках станка, автоматическое управление уровнем вибрации может проводиться по скорости.

Следовательно, система управления дополняется обратной связью по уровню вибрации со звеном прогнозирования. Для этой цели в любой удобной точке станка с координатой $R1$ устанавливается датчик вибрации D , регистрирующий уровень вибрации $V1$, сигнал с которого поступает в блок обработки и прогнозирования (БОП), а затем, по результатам прогнозирования $V2$, в регулятор скорости. Для реализации прогнозирования

в БОП задается координата $R2$ точки контроля ТК, т. е. точки на станке, где необходимо спрогнозировать уровень вибрации.

Для нормализации информационного сигнала, поступающего с датчика вибрации в блок обработки и прогнозирования, а также из этого блока в регулятор, необходимы дополнительные интерфейсы $I1$ и $I2$ соответственно, преобразующие и формирующие требуемый тип сигналов для блока обработки и прогнозирования и регулятора скорости.

Для проверки работоспособности разработанного алгоритма и программы, реализующей его, было проведено экспериментальное прогнозирование уровней вибрации на направляющей токарно-винторезного станка 16К20 при

осуществлении процесса точения заготовки типа валик. В таблице представлены значения уровней вибрации, определенные с помощью прогнозирования по программе $V2П$, измеренные прибором $V2И$, на различных расстояниях ($R2-R1$) от коробки скоростей станка, при разных частотах вращения шпинделя n , а также относительная погрешность прогнозируемых значений δ (при этом датчик прибора был установлен у коробки скоростей).

Как видно из таблицы, максимальное значение относительной погрешности прогнозируемого значения составило 2,35 %, что является допустимым (меньше 5 %) для определения уровня вибрации в конструктивных элементах и сопоставимо с погрешностью измерительных приборов.

Сравнение реальных и прогнозируемых значений уровня вибрации

n , мин ⁻¹	$V1$, дБ	$R2-R1$, м	$V2И$, дБ	$V2П$, дБ	δ , %
500	80,0	0,4	76,0	76,95	1,25
		0,8	74,0	74,54	0,73
		1,2	73,5	72,12	1,88
1000	85,5	0,4	82,0	81,74	0,32
		0,8	77,5	79,32	2,35
		1,2	76,0	76,91	1,20
1600	89,0	0,4	87,5	87,48	0,02
		0,8	85,0	85,06	0,07
		1,2	84,0	82,65	1,61



Таким образом, разработанная программа автоматизированного прогнозирования уровней вибрации позволяет получать в минимальном временном интервале объективную информацию о распределении уровней вибрации в конструктивных элементах металлорежущих станков с погрешностью, не превышающей 5 %, и может быть использована в автоматизированных системах управления технологическими процессами для решения оптимизационных задач снижения виброактивности и повышения энергоэффективности процессов формообразования.

Список литературы

1. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
2. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
3. Рябов С. А. Прогнозирование опасностей при реализации технологических процессов посредством производственных рисков // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2013. — № 1. — С. 56—59.
4. Григорьев С. Н., Козочкин М. П., Сабиров Ф. С., Синопальников В. А. Диагностика технологического оборудования в современном станкостроении // Технология машиностроения. — 2012. — № 1. — С. 45—50.
5. Змиева К. А., Шварцбург Л. Э. Автоматизированные энерго- и ресурсосберегающие системы для промышленных производств // Экология и промышленность России. — 2009. — № 11. — С. 7.
6. Шварцбург Л. Э., Звенигородский Ю. Г., Букейханов Н. Р. Методология разработки проектов ресурсосбережения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 2. — С. 14—17.
7. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
8. Гвоздкова С. И., Шварцбург Л. Э. Минимизация потерь энергии путем увеличения коэффициента мощности // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 2. — С. 32—36.
9. Шварцбург Л. Э., Бутримова Е. В., Дроздова Н. В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования вибрации и шума в технологической среде // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 187—190.
10. Иванова Н. А. Принципы автоматизации снижения экологических опасностей технологических процессов на примере химических загрязнений // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 73—77.
11. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. База данных по смазочно-охлаждающим технологическим средствам: формирование, структура, функционирование в едином информационном пространстве // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 45—51.
12. Рябов С. А., Иванова Н. А., Шварцбург Л. Э. Оценка, анализ и управление профессиональным риском в производственной среде // Главный механик. — 2014. — № 12. — С. 21—26.
13. Капитанов А. В. Технологическое проектирование автоматизированных станочных систем многономенклатурного производства // Автоматизация и современные технологии. — 2014. — № 3. — С. 34—38.
14. Гвоздкова С. И. Анализ автоматизированной системы управления шумом в производственной системе // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 3. — С. 56—59.

E. V. Butrimova, Associate Professor, e-mail: ferrari-love@mail.ru,
Moscow State University of Technology "STANKIN"

Automation of Forecasting of Levels of Vibration in Various Points of Constructional Elements of Metal-Cutting Machines

In article questions of forecasting automation of levels of vibration in the design of metal-cutting machine at realization of technological processes of a shaping are considered. This problem is actual, because the vibration has a negative impact on technological and ecological indicators of the quality of technological processes, as well as safety performance. An algorithm that allows to predict of the vibration of elements of the machine according to the results of measurement of the vibration level in the one point of installation of the sensor, is offered. Description of universal program implementing the algorithm of prediction of vibration levels at various points in the design of the machine, in particular, at points inaccessible or inconvenient for direct measurement is given. It is shown that the program generates predicted values of vibration on the basis of the linear modeling of vibration in structural elements of metal-cutting machine. The linear model which is used by the program to predict the vibration was obtained during experimental studies and meets the criterion of adequacy. An example of creation of automated control system of technological process by means of predicting vibration levels in elements of a design of metal-cutting machines on the basis of the offered algorithm and the program of its realization is provided.

Keywords: vibration, modeling, automation, forecasting, metal-cutting, machine, technological environment, computer program, algorithm, management

References

1. **Shvartsburg L. E.** Analiz jenergeticheskoy bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98–105.
2. **Shvartsburg L. E.** Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19–21
3. **Ryabov S. A.** Prognozirovanie opasnostej pri realizacii tehnologicheskikh processov posredstvom proizvodstvennyh riskov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2013. N. 1. P. 56–59.
4. **Grigoriev S. N., Kozochkin M. P., Sabirov F. S., Sinopalnikov V. A.** Diagnostika tehnologicheskogo oborudovanija v sovremennom stankostroenii. *Tehnologija mashinostroenija*. 2012. N. 1. P. 45–50.
5. **Zmieva K. A., Shvartsburg L. E.** Avtomatizirovannye jenergo- i resursosberegajushhie sistemy dlja promyshlennyh proizvodstv. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2009. N. 11. P. 7.
6. **Shvartsburg L. E., Zvenigorodskij Yu. G., Bukeikhanov N. R.** Metodologija razrabotki proektov resursosberezhenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 2. P. 14–17.
7. **Shvartsburg L. E.** Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38–43.
8. **Gvozdikova S. I., Shvartsburg L. E.** Minimizacija poter' jenerгии putem uvelichenija koeficienta moshhnosti. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 2. P. 32–36.
9. **Shvartsburg L. E., Butrimova E. V., Drozdova N. V.** Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovanija vibracii i shuma v tehnologicheskoy srede. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 187–190.
10. **Ivanova N. A.** Principy avtomatizacii snizhenija jekologicheskikh opasnostej tehnologicheskikh processov na primere himicheskikh zagryaznenij. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 73–77.
11. **Hudoshina M. Y., Butrimova O. V.** Baza dannyh po smazochno-ohlazhdajushhim tehnologicheskim sredstvam: formirovanie, struktura, funkcionirovanie v edinom informacionnom prostranstve. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 45–51.
12. **Ryabov S. A., Ivanova N. A., Shvartsburg L. E.** Ocenka, analiz i upravlenie professional'nym riskom v proizvodstvennoj srede. *Glavnyj mehanik*. 2014. N. 12. P. 21–26.
13. **Kapitanov A. V.** Tehnologicheskoe proektirovanie avtomatizirovannyh stanochnyh sistem mnogonomenklaturnogo proizvodstva. *Avtomatizacija i sovremennye tehnologii*. 2014. N. 3. P. 34–38.
14. **Gvozdikova S. I.** Analiz avtomatizirovannoj sistemy upravlenija shumom v proizvodstvennoj sisteme. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 3. P. 56–59.

УДК 364.07

В. Дебчинска, магистр, асп., **Т. Заборовский**, д-р техн. наук, проф.,
Технологический университет, г. Познань (Польша);

С. А. Рябов, канд. техн. наук, доц. кафедры, **Л. Э. Шварцбург**, д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой, e-mail: lesh@stankin.ru, МГТУ "СТАНКИН".

Социальная ответственность руководителей — основа обеспечения безопасности работников и окружающей среды

Рассмотрены вопросы формирования социальной ответственности руководителей разных уровней, показано, что важнейшей составляющей социальной ответственности является именно безопасность. На примере предприятий, организаций и учреждений различных форм собственности Польши с разной численностью работников приведены оценки социальной ответственности руководителей разных уровней, способы ее повышения при принятии решений.

Ключевые слова: социальная ответственность, производство, формирование, безопасность, окружающая среда, потребитель, работник, руководитель, предприятие, стратегический подход

Интенсификация производства и связанная с ней модернизация [1–3] предъявляют повышенные требования к социальной ответственности руководителей всех уровней, важнейшей составляющей которой является безопасность работников и окружающей среды [4–6]. Это означает, что формирование социальной ответственности руководителей организаций, предприятий и учреждений различных форм собственности явля-

ется основой для обеспечения безопасности деятельности работников этих предприятий.

Рассмотрим, как обеспечивается взаимосвязь социальная ответственность руководителя — безопасность работников и окружающей среды на примере польских предприятий.

Система формирования социальной ответственности достаточно сложна. При этом следует иметь в виду, что управление производством

осуществляется на трех уровнях — стратегическом, тактическом и оперативном.

Наиболее существенное влияние производства на работников и окружающую среду оказывает стратегическое управление. Формулировка стратегии и стратегических целей необходима для долгосрочного управления и является основой для разработки стратегических планов, тактических и оперативных мер, которые должны быть учтены при формировании социальной ответственности по отношению к окружающей среде и работнику.

Управление на тактическом уровне связано с формированием детальных планов технологической, организационной и производственной деятельности за определенный период времени (обычно этот временной период составляет не более года).

Управление на оперативном уровне включает в себя краткосрочное планирование и реализацию краткосрочных планов. В частности, оно включает распределение нагрузки на рабочих местах при реализации конкретных заказов (как правило, этот временной период не превышает одну неделю).

Следует отметить, что при формировании и реализации тактических и оперативных планов в управлении производственным процессом также важное значение имеет контроль производства.

Различные уровни социальной ответственности руководителей определяются соответствующим уровнем управления. На рис. 1 представлены результаты исследований уровней социальной ответственности на различных объектах Велькопольского воеводства (Польша). Эти исследования были проведены в 2014 г. Институтом научных исследований и экспертиз (г. Гожув-Велькопольский).

На рис. 1 представлены индикаторы социальной ответственности руководителей для разных предприятий и уровней управления.

Как показали исследования, в зависимости от размера компании и вида планов социальная ответственность возрастает и доходит до значения индикатора, равного 54 %, т. е. значительно повышается социальная ответственность руководителей при разработке и реализации бизнес-стратегии, а также при достижении стратегических целей.

Кроме того, на уровне стратегического управления необходимо менять взаимодействия орга-

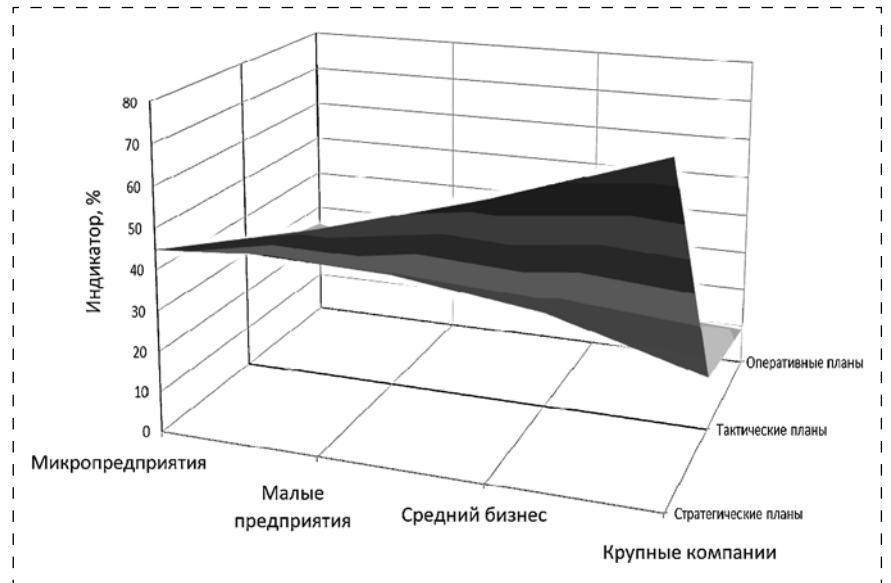


Рис. 1. Уровни социальной ответственности руководителей различных объектов

низаций с окружающей средой, в том числе через экологическую экспертизу, прогнозирование изменений в окружающей среде.

Стратегические аспекты формирования социальной ответственности руководителей главным образом касаются:

- разработки стратегий формирования ответственности и разработки стратегических целей, основанных на концепции социальной ответственности;
- внедрения стандартов, норм, программ формирования социальной ответственности;
- развития организационных структур, отвечающих за координацию деятельности всех подразделений для формирования корпоративной социальной ответственности.

На рис. 2 представлены исследования стратегического подхода к концепции корпоративной социальной ответственности (КСО). Как показали исследования, компании всех размеров Польши в большей степени обладают отсутствием эффективной стратегии к формированию КСО и гораздо в меньшей степени координируют свою деятельность с точки зрения ее координации с формированием КСО. При этом, как видно из рис. 2, эти соотношения увеличиваются с уменьшением размера компании (предприятия).

Соблюдение принципов формирования корпоративной социальной ответственности представляет собой долгий и сложный процесс, который требует фундаментальных изменений в стратегии бизнеса. Эти изменения могут включать в себя:

- внедрение новой продукции;
- улучшение выпускаемой продукции (например, изменение упаковки);

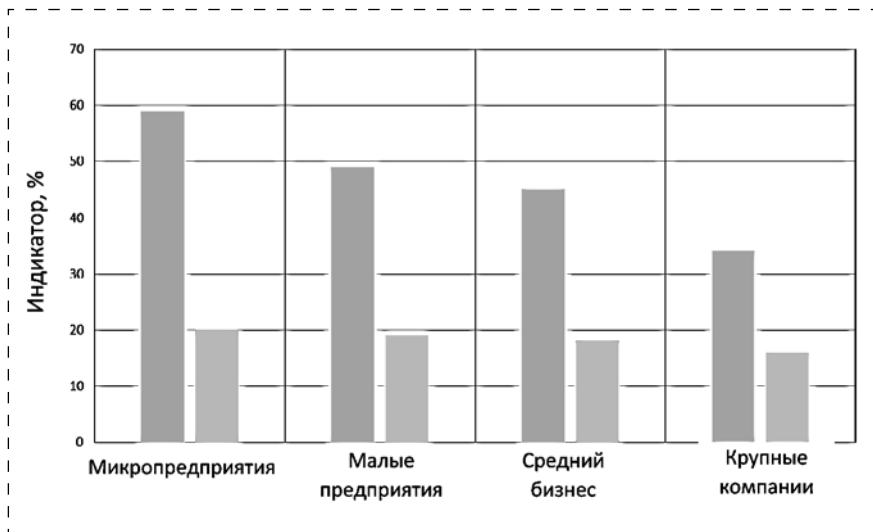


Рис. 2. Стратегический подход к концепции корпоративной социальной ответственности: слева — неэффективная и справа — эффективная КСО

- осуществление инвестиций в производственную систему.

Рассмотрим взаимосвязь между маркетингом, принимаемыми решениями и социальной ответственностью.

Управленческие решения, принимаемые на различных уровнях управления, оказывают существенное влияние на ход и результат процесса производства. Этот процесс принятия решений обусловлен:

- прочно укоренившейся культурой компании (ценности, нормы, процедуры);
- разработанной и внедренной стратегией корпоративного управления;
- наличием ресурсов (человеческих и материальных);
- случайными событиями, с которыми работникам приходится сталкиваться на различных этапах производственного процесса.

Принятые управленческие решения в ходе реализации производственного процесса обуславливают следующие характеристики конечного продукта:

- качество;
- безопасность для жизни и здоровья потребителей;
- экологическая безопасность (воздействие на окружающую среду, возможность утилизации);
- потребительские свойства.

Каждая из вышеупомянутых характеристик продукта тесно связана с социальной ответственностью руководителей производственных

объектов, определяемой как ответственность (принятие социально ответственных решений) в ходе завершения всех этапов производственного процесса.

На ранних этапах развития производство мало адаптировалось к требованиям социальной ответственности. Работники подвергались негативному воздействию технологических процессов и мало уделяли внимания принятию мер по формированию корпоративной социальной ответственности. Это объяснялось недостаточной осведомленностью руководителей разных уровней о выгодах, которые КСО принесет через длительное время. Кроме того, предприятие, которое не проводит идентификацию и анализ потребностей общества,

что очень важно для построения стратегии КСО, а также не имеет достаточно информации о выпускаемой продукции, существенно снижает свой имидж, репутацию и конкурентоспособность. Тем не менее многие предприятия не в полной мере осознают важность общественного мнения на возникновение производственных и социальных рисков которые могут возникать в различных социальных группах. В то же время потребители полны решимости платить больше за продукцию, сделанную с выполнением принципов социальной ответственности руководителей производства.

На рис. 3 представлены результаты исследований готовности потребителей платить за продукты, сделанные в соответствии с принципами корпоративной социальной ответственности, которые в 2011 и 2014 гг. были проведены посредством глобальной выборки респондентов из 60 стран. Эти исследования показали готовность

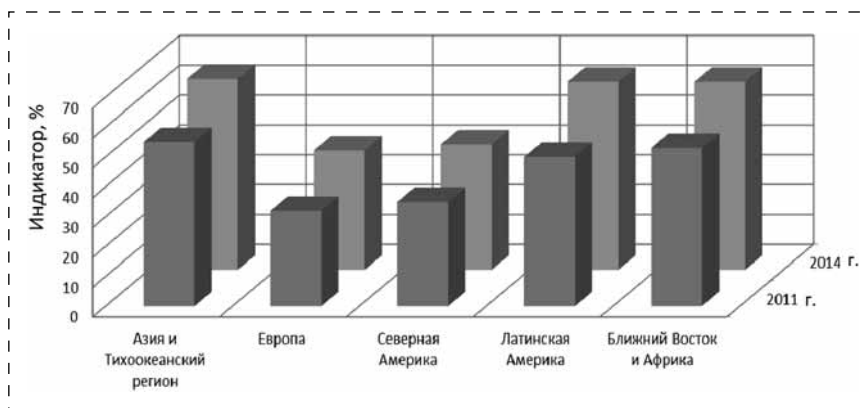


Рис. 3. Готовность потребителей платить за продукты, сделанные в соответствии с принципами корпоративной социальной ответственности

общества платить больше за товары и услуги, производимые предприятиями, осуществляющими деятельность с высоким уровнем корпоративной социальной ответственности.

Из данных, показанных на рис. 3, видно, что в 2014 г. 55 % респондентов были готовы платить более высокую сумму за поставляемую продукцию от социально ответственных производителей. Это на 10 % больше, чем в 2011 г. Самая высокая поддержка социально ответственных производств отмечена в странах Азии и Тихоокеанского региона, и на удивление низкая поддержка была получена среди европейских респондентов, которые, с одной стороны, требуют производства продукции в соответствии с принципами КСО, а с другой стороны, требуют поддержания фиксированной цены продукции.

Эволюция производства и улучшение его долгосрочного прогноза требуют в современных производственных системах существенного изменения отношения к человеческим ресурсам, процессам контроля и управления производством. На протяжении многих лет у работника ценились физическая сила, способность управлять механизмами и оборудованием, а не знание и умение творчески мыслить.

В современном производстве выделяется особая роль работника в процессе непрерывного совершенствования производственного процесса и всей системы производства. Для того что-

бы обратить внимание и стимулировать это при управлении персоналом, руководитель обязан принять решение о проведении мероприятий, направленных на мотивацию сотрудников; повышение квалификации персонала; обобщение идей работников посредством использования совместной работы.

Деятельность руководства в обеспечении надлежащих условий труда и повышения квалификации сотрудников являются частью одного из ключевых направлений обеспечения социальной ответственности руководителей.

Изменения, которые произошли в производстве, связаны с необходимостью повышения ответственности за возникновение побочных эффектов (последствий экономического, социального и экологического характера), которые являются результатом производственной деятельности. Кроме того, повышение осведомленности управленцев о преимуществах участия работников в решении различных социальных проблем, является причиной принятия решений об изменениях в бизнесе, для адаптации к современным требованиям общества. Авторы считают, что процесс принятия решений, учитывающий требования потребителей, касается не только параметров выпускаемой продукции, но и ответственного подхода ко всему процессу производства (юридическая, техническая, экологическая, этическая, экономическая ответственности). Управленцы должны быть осведом-



Рис. 4. Производственная система

лены об ответственности до начала производства и последствиях производственного процесса, в том числе возникновения опасных отходов.

На рис. 4 представлена производственная система с учетом взаимосвязей отдельных ее подсистем.

Средства подсистемы "Основные процессы" состоят в основном из:

- технических средств производства (например, здания, транспортные средства, машины, оборудование, инструменты, приборы, вычислительные устройства и т. п.);
- материалов и полуфабрикатов;
- информации (например, прогнозы рынка, информация о продукции, процессах производства, технологии, знаниях и квалификации);
- финансовых ресурсов;
- персонала и работников;
- энергетических факторов (например, электроснабжение, носители тепловой энергии и топлива).

Преобразование входного потока в выходной поток в производственной системе происходит в результате производственного процесса.

Основные процессы, влияющие на социальную ответственность руководителей, непосредственно связаны с получением продукции и включают такие процессы, как:

- технические аспекты производственного процесса (техническая подготовка производства);
- непосредственно технологический процесс;

- измерения и контроль процесса;
- процесс сборки.

Вспомогательные процессы, также связанные с формированием социальной ответственности, включают следующие процессы:

- обслуживание;
- поставка энергии;
- ремонт машин и оборудования;
- изготовление инструмента;
- управление отходами;
- ознакомление работников с технической документацией.

Отдельные компоненты процессов в большей или меньшей степени влияют на безопасность на рабочем месте и окружающей среды, в которой функционирует предприятие.

Исследования социальной ответственности руководителей за осуществление первичного процесса, проведенные Институтом научных исследований и экспертиз на предприятиях с различной численностью, показали разные уровни социальной ответственности (ответственность за безопасность труда и окружающей среды) руководителей различных процессов.

Как следует из результатов исследований, наибольшее влияние на формирование корпоративной социальной ответственности оказывает непосредственно технологический процесс. Это означает, что на этапе технологической подготовки производства необходимо сформировать:

Решения, принятые на различных уровнях управления

Фазы процесса производства	Составляющие фазы	Управленческие решения, обеспечивающие социальную ответственность
Основные	Технические аспекты производственного процесса	Дизайн продукции с учетом ожидания общества Техническое обеспечение экологичности продукции Развитие системы подготовки кадров, обеспечивающих социальную ответственность
	Технологический процесс	"Зеленые технологии" Новые технологии для обеспечения производства безопасной для жизни и здоровья продукции
	Измерение и контроль процесса	Увеличение диапазона измерения и управления технологическими процессами (в дополнение к качеству, безопасности и экологической эффективности процесса и продукта)
Вспомогательные	Поставка материалов и полуфабрикатов	Классификация и выбор поставщиков материалов и полуфабрикатов в соответствии со следующими критериями: условия труда, воздействие на окружающую среду, качество, цена, безопасные материалы Повторное использование материалов
	Энергообеспечение	Энергосбережение Использование возобновляемых источников энергии Инновационные технологии в области повышения энергоэффективности
	Отходы производства	Переработка Защита атмосферы, гидросферы и литосферы Использование возобновляемых материалов (замкнутый цикл производства)
Услуги	Безопасность	Обеспечение комфортных и безопасных условий труда



- экологически чистые технологии;
- безопасность рабочих мест;
- энергоэффективность;
- безопасность оборудования и вспомогательных систем (станков, инструментов, контрольно-измерительных приборов и др.).

Решения, принятые на различных уровнях управления и для различных стадий производства, учитывающие социальную ответственность руководителей, могут принести ряд преимуществ для управленцев, работников и потребителей продукции (см. таблицу), позволяют повысить ответственность руководителей, прозрачность и эффективность в решении производственных проблем.

Развитие глобализации и значительный рост потребностей общества требуют повышения социальной ответственности в принятии управленческих решений (стратегических, тактических и оперативных) на современных производствах, что приводит к значительным изменениям в структуре и организации производства.

Управленческие решения с соблюдением принципов социальной ответственности принесут

ощутимую пользу как производству, так и всему обществу.

Список литературы

1. Григорьев С. Н., Кутин А. А., Долгов В. А. Принципы построения цифровых производств в машиностроении // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 101—106.
2. Григорьев С. Н. Перспективы развития единого федерального инжинирингового центра в области станкостроения на базе МГТУ "СТАНКИН" и ОАО "СТАНКОПРОМ" // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 1. — С. 8—12.
3. Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В. Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 1. — С. 8—11.
4. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного производства // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
5. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
6. Шварцбург Л. Э., Бутримова Е. В., Дроздова Н. В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования вибрации и шума в технологической среде // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 187—190.

V. Debchinska, Magistr, Aspirant, **T. Zaborovskij**, Professor, University of technology, Poznan (Poland), **S. A. Ryabov**, Associate Professor, **L. E. Shvartsburg**, Professor, Head of Chair, e-mail: lesh@stankin.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

Social Responsibility of Heads is the Basis of Ensuring the Safety of Workers and the Environment

Demands of the public to safety of manufactured products for the consumer and environment, including safety of production and safety of use from the point of view of decrease of negative impact on the environment and worker, increase sharply in connection with increase of globalization. In article questions of formation of social responsibility of heads of different levels are considered, it is shown that the most important component of social responsibility is safety. In article estimates of social responsibility of heads of different levels, ways of its increase at decision-making are given on example of enterprises, organizations and establishments of various forms of ownership and different number of workers. The results of researches on a quantitative assessment of social responsibility of heads of different levels which are carried out in Poland are given, strategic approach to the concept of formation of corporate social responsibility is presented, readiness of consumers to pay for the products made according to the principles of corporate social responsibility is proved, the role of a production system in general and its subsystems in formation of level of social responsibility is shown.

Keywords: social responsibility, production, formation, safety, the environment, consumers, workers, the head, enterprise, strategic approach

References

1. Grigoriev S. N., Kutin A. A., Dolgov V. A. Principy postroenija cifrovih proizvodstv v mashinostroenii. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 101—106.
2. Grigoriev S. N. Perspektivy razvitiya edinogo federal'nogo inzhiniringovogo centra v oblasti stankostroenija na baze MGTU "STANKIN" i OAO "STANKOPROM". *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 1. P. 8—12.
3. Gribkov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V. Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 1. P. 8—11.
4. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo proizvodstva. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
5. Shvartsburg L. E. Analiz jenergeticheskoj bezopasnosti tehnologicheskijh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98—105.
6. Shvartsburg L. E., Butrimova E. V., Drozdova N. V. Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovaniya vibracii i shuma v tehnologicheskoy srede. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 187—190.

УДК 628.5.052

Л. С. Пустошная, канд. хим. наук, доц., e-mail: lubov_p555@mail.ru,
МГТУ "СТАНКИН"

Эколого-аналитический мониторинг воздуха производственного помещения

Рассмотрены роль и значение экологического мониторинга в современной индустрии, классификация и структура экологического мониторинга, организационные аспекты наблюдений, принципы выбора контролируемых параметров и участков. Отмечена особая значимость ингредиентного мониторинга воздуха производственного помещения. Основное внимание уделено принципам организации точечного экологического мониторинга воздуха рабочей зоны в рамках образовательного процесса.

Ключевые слова: машиностроение, экологический мониторинг, воздух производственного помещения, вредные вещества, фенол, исследовательская деятельность, учебный процесс

Введение

Предприятия машиностроительного комплекса, станко-, автомобиле- и авиастроения отличаются многообразием видов выпускаемой продукции, используемого сырья и применяемых технологических процессов [1] и, соответственно, огромным количеством образующихся энергетических и материальных отходов [2–5].

Интенсивное развитие промышленности приводит к загрязнению среды обитания человека отходами производства, увеличению контакта с ними в процессе производства. В связи с этим во всем мире большое внимание уделяют вопросу оздоровления условий труда, решение которого требует наличия системы контроля и наблюдения за объектами окружающей среды. Следует отметить, что ингредиентное загрязнение является более масштабным и контроль за содержанием вредных веществ необходим не только для санитарного надзора, но и при разработке и внедрении экологически чистых технологических процессов.

Основными объектами профессиональной деятельности будущих инженеров-экологов являются источники выделения загрязняющих веществ и энергии, системы регулирования выбросов и сбросов [2–9]. Разработка механизмов рационального управления качеством окружающей среды невозможна без информации о фактическом состоянии окружающей среды, необходимой для объективной оценки и прогноза изменения этого состояния при постоянном изменении интенсивности и видов техногенного воздействия.

Регулярная информация об изменениях компонентов природной среды позволяет определить

оптимальные условия для осуществления хозяйственной деятельности, оценить и предсказать влияние благоприятных и неблагоприятных экологических факторов, комплексно решать вопросы устойчивого развития человеческого общества и обеспечения экологической безопасности. Экологический мониторинг является таким средством для получения, обработки и отображения информации, необходимой для выработки экологически безопасных и экономически эффективных решений.

"Мониторинг" — это система наблюдений за состоянием объекта изучения, отражения динамики происходящих в нем изменений и прогноза развития ситуаций [10]. Мониторингом называют многократные измерения для слежения за изменением какого-либо параметра в некотором интервале времени.

Существует несколько классификаций систем мониторинга, построенных на различных подходах. В настоящее время наиболее распространены следующие классификации:

- по территориальному принципу — глобальный, региональный, локальный, точечный мониторинг;
- по наблюдениям за различными средами — мониторинг воздушной среды, гидросферы, почвы, биоты, лесов, недр, космоса, криосферы;
- по факторам воздействия — мониторинг химических, физических, биологических показателей;
- по источникам воздействия — мониторинг источников загрязнения;
- по реакции основных составляющих биосферы — геофизический, биологический, экологический мониторинг;



- по виду анализируемой системы — медико-биологический, климатический, экологический мониторинг.

Таким образом, в систему экологического мониторинга входят как наблюдения за состоянием элементов биосферы, так и наблюдения за источниками и факторами антропогенного воздействия.

Точечный ингредиентный мониторинг воздушной среды

Система экологического мониторинга включает следующие уровни: объект выделения загрязнения (станок, оборудование, рабочее место, котел и др.) → источник загрязнения (предприятие, технологический процесс, производство) → город → район → область (край, республика) → регион → государство → континент → Земной шар.

В иерархии единой системы мониторинга самым низшим уровнем является мониторинг объекта выделения загрязнения в окружающую среду — "точечный мониторинг", представляющий собой постоянное или эпизодическое наблюдение за конкретным источником реального выделения загрязнения и фиксирование количественных параметров в точке (зоне) первичного контакта среды с источником выделения загрязнения. Фактически точечный мониторинг вплотную смыкается с производственным (техническим) контролем технологических или других антропогенных процессов, оказывающих воздействие на внешнюю среду, а также с контролем соответствующих объектов наблюдения (объектовый "точечный" контроль).

Мониторинг источника выделения загрязнения неразрывно связан с оценкой качества технологической среды, которая включает в себя технологию, ее процессы, основное и вспомогательное оборудование, инженерные средства защиты. Однако точечный мониторинг является не только элементом объектового производственного контроля, но и составной частью подсистемы локального мониторинга окружающей среды. Информационная связь между этими двумя подсистемами в рамках формируемой Государственной системы экологического мониторинга в настоящее время только устанавливается. Наиболее отчетливо и многообразно эта связь проявляется в случае особо опасных в экологическом отношении техногенных объектов, которые должны наиболее жестко и постоянно контролироваться изнутри и снаружи. Поэтому именно на примере этих объектов целесообразно рассматривать задачи и организацию мониторинга источников загрязнения.

Особую значимость при разработке эффективных и оперативных мероприятий по управлению

качеством окружающей среды приобретает мониторинг воздушной среды, и в первую очередь, воздуха производственных помещений. Определение загрязняющих веществ, поступающих в воздушную среду, относится к числу наиболее трудных задач аналитиков, поскольку в одной пробе могут находиться несколько токсичных примесей органических и неорганических соединений различных классов и в различных агрегатных состояниях. В настоящее время одной из важнейших задач является создание информационной системы, которая базируется на результатах аналитических измерений. В связи с этим представляется чрезвычайно важным иметь хорошо организованную систему эколого-аналитического мониторинга загрязняющих воздушную среду веществ [11].

Организация студенческого экологического мониторинга воздуха производственного помещения

Кафедра "Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности" МГТУ "СТАНКИН" имеет опыт организации экологического мониторинга воздуха производственного помещения и исследовательской работы студентов технологических специальностей и направлений по оценке качества объектов окружающей среды.

В ходе исследовательской деятельности происходит непосредственное ознакомление студентов с технологическими процессами, приобретаются навыки научного эксперимента, умения анализировать полученные результаты и делать соответствующие выводы. Опыт исследовательской работы дает возможность молодым специалистам решать проблемы, возникающие при переходе от лабораторной стадии к промышленному внедрению разработок. Исследовательская деятельность способствует глубокому познанию предмета и формированию у студентов экологически ориентированного мировоззрения. Помимо этого студенты приобретают навык общения с литературой и развивают умение самостоятельно вести экспериментальную работу.

Кафедра много внимания уделяет исследованию реальных условий, характеризующих экологическую безопасность на рабочих местах [2—8, 11—14]. Организация точечного экологического мониторинга источников выделения загрязнений является важным элементом современного экологического образования и осуществляется с целью получения оперативной и систематической информации о состоянии среды, прежде всего для обеспечения технологической и экологической безопасности самих контролируемых объектов,

с приоритетом вопросов безопасности и комфортности условий труда работающего персонала.

Программа дисциплины "Промышленная экология" предусматривает лабораторный практикум, позволяющий учащимся овладеть необходимыми в профессиональной деятельности практическими навыками по контролю загрязнения объектов окружающей среды машиностроительной промышленностью. Исследования актуальны и направлены на решение конкретных задач. Например, разработаны практические работы, целью которых является санитарно-химическое исследование воздушной среды, изучение понятийного аппарата в области экологического мониторинга и принципов организации размещения точек наблюдений [2, 11–14].

Такие практические работы рассчитаны на занятия продолжительностью 8...12 учебных часов, предусматривают выполнение студентом полученного задания в полном объеме самостоятельно и сочетают в себе использование теоретических знаний и эксперимента. В процессе выполнения работы учащийся должен научиться формулировать экологическую проблему, выявить причины ее возникновения, актуальность, провести эксперимент (отбор проб воздуха и его физико-химический анализ), представить расчетные данные, сделать выводы и внести предложения, позволяющие минимизировать негативное воздействие исследуемого фактора на окружающую среду. Выполняя такие работы, студенты используют знания, полученные при изучении дисциплин естественнонаучного цикла: физики, химии, математики, а также разработанные на кафедре учебные пособия и методики [11–13].

Для будущих специалистов в области охраны окружающей среды экологический мониторинг — первая проба сил в исследовательской работе. Освоение основных, главным образом технических приемов исследовательской деятельности позволяет учащимся приобрести уверенность, необходимую в их дальнейшей работе.

Эффективность работы учащихся будет значительно выше, если каждый студент будет выполнять конкретное задание. Это дает возможность будущему специалисту самостоятельно оценивать негативное влияние технологического процесса на воздушную среду и принимать решения, направленные на минимизацию этого воздействия. В то же время важно, чтобы каждый обучающийся чувствовал себя членом исследовательского коллектива, имел определенные обязанности перед ним и нес ответственность за результаты своей работы, являющейся составной частью исследовательской работы всего коллектива.

Наблюдение за конкретным источником реального выделения загрязнения и фиксирование

количественных параметров загрязнения (например, концентрации химических веществ, образующихся при механообработке деталей на станке) позволяет учесть эти требования и эффективно организовать работу учащихся [12].

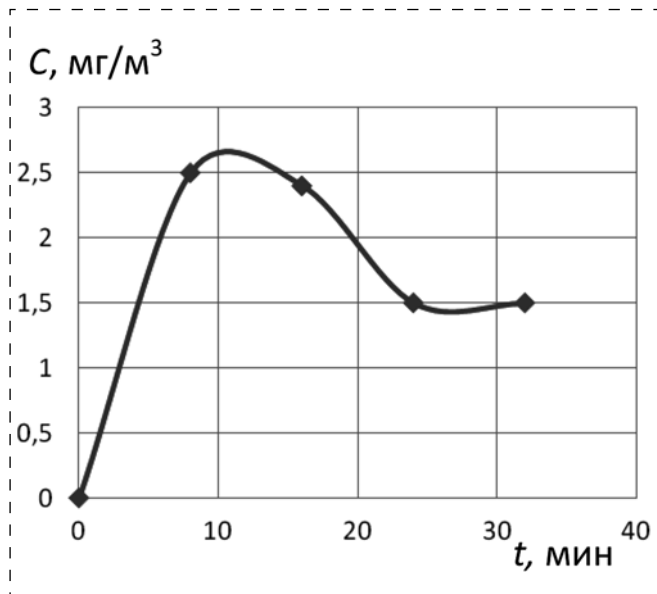
Студенты проводят также экспериментальную работу: отбор проб воздуха и определение концентрации загрязняющих веществ по определенным временным и пространственным показателям с целью оценки, изучения состояния и слежения за изменениями воздуха рабочей зоны. Специальное оборудование — электроаспиратор ПУ-4Э — позволяет четырем студентам отбирать пробы одновременно в разных местах производственного помещения (точках отбора проб), а также дает возможность другим студентам группы отбирать пробы воздуха в этих же точках рабочего помещения через определенное время при непрерывной или периодической работе источника выделения загрязнения, например, металлорежущего станка. Такая организация работы позволяет следить за изменением концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны в пространстве и во времени в ходе всего технологического процесса.

Прежде чем приступить к мониторингу загрязнений в воздушной среде, студенты должны:

- научиться определять наименее благоприятные в санитарно-гигиеническом отношении рабочие места, исходя из особенностей технологического процесса, используемого сырья и оборудования, а также применяемых средств инженерной защиты;
- знать методы и средства отбора проб воздуха для аналитического контроля загрязняющих веществ;
- установить периодичность отбора проб для каждого токсичного вещества в каждой точке отбора проб воздуха;
- продумать порядок выполнения работы и согласовать его с исследовательским коллективом.

Значение исследовательской работы студентов в образовательном процессе

В процессе исследовательской работы могут быть получены неожиданные результаты, в достоверности которых учащиеся должны убедиться, проведя несколько повторных экспериментов в аналогичных условиях, а затем постараться их объяснить. С этих позиций представляется важным развитие навыков оценки различных факторов, воздействующих на технологический процесс обработки. В качестве примера можно привести работу, направленную на изучение скорости образования газообразных отходов при механо-



Изменение концентрации C фенола в воздухе в зависимости от продолжительности обработки t фенопласта на шлифовальном станке

обработке деталей из фенопластов в рабочей зоне шлифовального станка [14].

Выделение токсичных газообразных веществ (фенол, аммиак, альдегиды, окись углерода) обусловлено термодеструкцией полимерного материала и естественно предположить, что с увеличением времени обработки детали должно возрастать количество газообразных отходов. Однако, контролируя поступление фенола в воздух при непрерывной обработке фенопласта на шлифовальном станке, студенты установили, что зависимость изменения концентрации фенола от времени обработки имеет экстремальный характер (см. рисунок). На первый взгляд это неожиданный результат и противоречит изложенным представлениям. Тем не менее удалось успешно объяснить полученные экспериментальные данные исходя из особенностей способа обработки детали. Процесс шлифования сопровождается засаливанием круга, т. е. потерей им режущей способности вследствие затупления шлифующих зерен и забивания пор круга полимерной крошкой, что и привело к снижению производительности, а следовательно, и к уменьшению газообразных отходов.

Исследовательский эксперимент вызывает у учащихся чувство удовлетворения полученными результатами и пробуждает интерес к практической деятельности и решению экологических проблем.

Исследовательская деятельность — это большой, серьезный творческий труд, в процессе которого вырабатывается настойчивость, добросовестное отношение к научному эксперименту, увеличивается интерес к объекту изучения. По

мнению автора, экологическая исследовательская работа в рамках образовательного процесса должна стать одной из наиболее массовых и перспективных форм практической деятельности будущих инженеров-экологов.

Выводы

1. Создание системы наблюдений и контроля за ингредиентным загрязнением воздушной среды является неотъемлемой частью программы борьбы за сохранение биосферы.
2. Контроль за содержанием вредных веществ необходим не только для санитарного надзора, но и при разработке и внедрении экологически чистых технологических процессов.
3. Организация точечного экологического мониторинга источников выделения загрязнений является важным элементом современного экологического образования и позволяет будущим специалистам приобрести навыки самостоятельно оценивать негативное влияние технологического процесса на воздушную среду и принимать решения, направленные на минимизацию этого воздействия на работающий персонал и окружающую среду.

Список литературы

1. Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В. Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ СТАНКИН. — 2012. — Т. 1. — № 1. — С. 8—11.
2. Змиева К. А., Шварцбург Л. Э. Автоматизированные энерго- и ресурсосберегающие системы для промышленных производств // Экология и промышленность России. — 2009. — № 11. — С. 7—11.
3. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
4. Шварцбург Л. Э., Бутримова Е. В., Дроздова Н. В. Экспериментальное исследование распространения виброакустических факторов в среде для прогнозирования их уровней в заданной точке пространства // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 2. — С. 27—30.
5. Шварцбург Л. Э., Бутримова Е. В., Дроздова Н. В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования вибрации и шума в технологической среде // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 187—190.
6. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Автоматизация экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств и систем их применения // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 1. — С. 19—21.
7. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Разработка комплексного критерия оценки вариантов экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств // Вестник Московского финансово-юридического университета. — 2012. — № 1. — С. 149—154.
8. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Этап концептуального проектирования базы данных по смазочно-охлаждающим технологическим средствам их применения и утилизации // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 1. — С. 150—154.
9. Бутримова О. В. Формирование таблиц базы данных по смазочно-охлаждающим технологическим сред-

- ствам // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. № 4. — С. 166—172.
10. **Конвенция** об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте. ООН. Экономический и Социальный Совет. Европейская экономическая комиссия. Финляндия. 25.02-01.03.91. Подписана Правительством СССР 06.07.91. Подтверждено Правительством РФ от 13.01.92. Н-№ 11, ГП МИД РФ.
 11. **Шварцбург Л. Э.** Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
 12. **Пустошная Л. С.** Методическое указание по курсу "Промышленная экология" к выполнению лабораторной работы "Осадительное титрование в контроле качества воды" // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 103—106.
 13. **Пустошная Л. С.** Методы и средства отбора проб воздуха для аналитического контроля загрязняющих веществ // Сатори в публичной безопасности: сб. статей международной научной конф. — Poznan: Gorzow Wlkp, 2012. — Р. 236—249.
 14. **Владимиров А. Ю., Синяев П. Е., Пустошная Л. С.** Контроль поступления фенола в воздух рабочей зоны при механообработке фенопластов // Сборник трудов международной научно-практической конференции (ПРОТЭК 2001 г.) — М.: Янус-К, Т. 2. — С. 457—461.

L. S. Pustoshnaya, Associate Professor, e-mail: lubov_p555@mail.ru, Moscow State University of Technology «STANKIN»

Ekologo-Analytical Monitoring of Air of Production Premises

Creation of the system of supervisions and control after ingredient contamination of air environment is inalienable part of the program of fight for maintenance of biosphere. A role and value of the ecological monitoring are in-process considered in the modern industrial world, classification and structure of the ecological monitoring, organizational aspects of supervisions, principles of choice of the controlled parameters and areas. The special meaningfulness of the ingredient monitoring of air of production premises. Basic attention is spared to principles of organization of the point ecological monitoring of air of working zone within the framework of educational process. Research work must become obligatory component part of process of educating of future specialists in area of guard of environment, because allows to purchase skills them independently to estimate negative influence of technological process on an air environment and make decision, sent to minimization of this affecting working personnel and environment.

Keywords: engineer, ecological monitoring, air of production premises, harmful matters, phenol, research activity, educational process

References

1. **Gribcov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V.** Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroenija. *Vestnik MGTU STANKIN*. 2012. Vol. 1. N. 1. P. 8—11.
2. **Zmieva K. A., Shvartsburg L. E.** Avtomatizirovannye jenergo- i resursoberegajushhie sistemy dlja promyshlennyh proizvodstv. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2009. N. 11. P. 11.
3. **Shvartsburg L. E.** Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
4. **Shvartsburg L. E., Butrimova E. V., Drozdova N. V.** Jeksperimental'noe issledovanie rasprostraneniya vibroakusticheskikh faktorov v srede dlja prognozirovaniya ih urovnej v zadannoj toчке prostranstva. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. 2. P. 27—30.
5. **Shvartsburg L. E., Butrimova E. V., Drozdova N. V.** Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovaniya vibracii i shuma v tehnologicheskoj srede. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 187—190.
6. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Avtomatizacija jekologicheskij obosnovannogo vybora smazочно-ohlazhdajushhij tehnologicheskij sredstv i sistem ih primeneniya. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N. 1. P. 19—21.
7. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Razrabotka kompleksnogo kriterija ocenki variantov jekologicheskij obosnovannogo vybora smazочно-ohlazhdajushhij tehnologicheskij sredstv. *Vestnik Moskovskogo finansovo-juridicheskogo universiteta*. 2012. N. 1. P. 149—154.
8. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Jetap konceptual'nogo proektirovaniya bazy dannyh po smazочно-ohlazhdajushhim tehnologicheskij sredstv, sistemam ih primeneniya i utilizacii. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 1. P. 150—154.
9. **Butrimova O. V.** Formirovanie tablic bazy dannyh po smazочно-ohlazhdajushhim tehnologicheskij sredstv, *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 4. P. 166—172.
10. **Konvencija** ob ocene vozdeystvija na okruzhajushhiju sredu v transgranichnom kontekste. ООН. Jekonomicheskij i Social'nyj Sovet. Evropejskaja jekonomicheskaja komissija. Finljandija. 25.02-01.03.91. Podpisana Pravitel'stvom SSSR 06.07.91. Podtverzhdeno Pravitel'stvom RF ot 13.01.92. N-№ 11, GP MID RF.
11. **Shvartsburg L. E.** Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
12. **Pustoshnaya L. S.** Metodicheskoe ukazanie po kursu "Promyshlennaja jekologija" k vypolneniju laboratornoj raboty "Osaditel'noe titrovanie v kontrole kachestva vody". *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 103—106.
13. **Pustoshnaya L. S.** Metody i sredstva otbora prob vozduha dlja analiticheskogo kontrolja zagrjaznjajushhij veshhestv. *Satori v puplichnoj bezopasnosti: sb. statej mezhdunarodnoj nauchnoj konf. Gorzow Wlkp*. 2012. P. 236—249.
14. **Vladimirov A. Y., Sinyayev P. E., Pustoshnaya L. S.** Kontrol' postuplenija fenola v vozduh rabochej zony pri mehanoobrabotke fenoplastov. *Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskaj konferencii (PROTJeK 2001 g.)*. M.: Janus-K. V. 2. P. 457—461.



УДК 621.81.001.66

М. Г. Косов, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры,
В. Г. Митрофанов, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры, e-mail: v.mitrofanov@stankin.ru,
А. В. Капитанов, д-р техн. наук, доц. кафедры, **Т. Г. Гришина**, д-р техн. наук, доц. кафедры, **И. М. Толкачева**, канд. техн. наук, доц. кафедры, МГТУ "СТАНКИН"

Структура трибоэкологии

Проведен анализ технических систем (ТС) с позиции влияния контакта и трения между звеньями ТС на экологию. Сформулировано понятие научного направления — трибоэкологии и дается ее характеристика.

Ключевые слова: контакт, износ, трение, экология, трибоэкология, силовые цепи, техническая система

Вопросы функционирования технической системы и воздействия происходящих при этом процессов на экологические показатели окружающей среды чаще всего остаются вне поля зрения исследователей или только констатируются. Такое противоречие обуславливает необходимость создания нового научного направления (области) — трибоэкологии, которое устранил указанное несоответствие. Это требует комплексного подхода к изучению взаимодействия функционирующей технической системы с экологическими факторами.

В основу такого подхода следует положить контактное взаимодействие и процессы трения, которые при эксплуатации технических систем являются основной причиной негативного воздействия ТС на окружающую среду [1, 2].

При проектировании технических систем возникает необходимость в рассмотрении вопросов по защите окружающей среды в связи с процессами контакта, трения и износа, происходящими в ТС. Поэтому целью научного направления, определяемого как трибоэкология, является минимизация экологических нарушений на основе специального и дополнительного изучения процесса контакта для принятия конструкторско-технологических, управленческих и организационных решений и проведения эксплуатационных мероприятий.

Проведенный анализ ТС показал, что при работе технической системы возникает ряд перечисленных ниже процессов, влияющих на экологические факторы среды [3, 4].

1. Контакт поверхностей взаимодействующих звеньев (Контакт).
2. Трение и износ соприкасающихся поверхностей (Трение и износ).
3. Физические явления при контакте звеньев (Физические аспекты контакта и износа).

4. Контакт и износ в активных химических средах (Контакт в химически активной среде).

5. Износ и разрушение силовых цепей (Износосталостные напряжения).

6. Воздействие ТС на окружающую среду и оценка ТС на соответствие ее техническим и экологическим требованиям (Воздействие на среду).

7. Оценка направлений и видов управленческих и конструктивно-технологических решений для минимизации экологических воздействий (Управление качеством).

При исследовании указанных процессов необходимо использование и объединение следующих научных дисциплин [5].

1. Трибомеханических, в которых рассматривается процесс контактного взаимодействия соприкасающихся поверхностей звеньев (трибомеханика).

2. Трибологических, в которых исследуются процессы, проходящие в контакте в результате относительного скольжения взаимодействующих (стыкуемых) поверхностей звеньев и возникающих при этом явлений трения и износа (трибология).

3. Трибофизических, в котором рассматриваются процессы контакта и износа на молекулярном уровне (трибофизика).

4. Трибохимических, в которых исследуются процессы контакта, трения и износа в химически активной среде (трибохимия).

5. Трибофактических, в которых изучаются износоусталостные повреждения поверхностей и разрушение звеньев силовых систем (трибофактика).

6. Экологических, которые рассматривают процессы, происходящие в функционирующей ТС, и их воздействие на окружающую среду (экология) [5].

7. Проектировочных, в которых рассматриваются конструкторско-технологические мероприя-

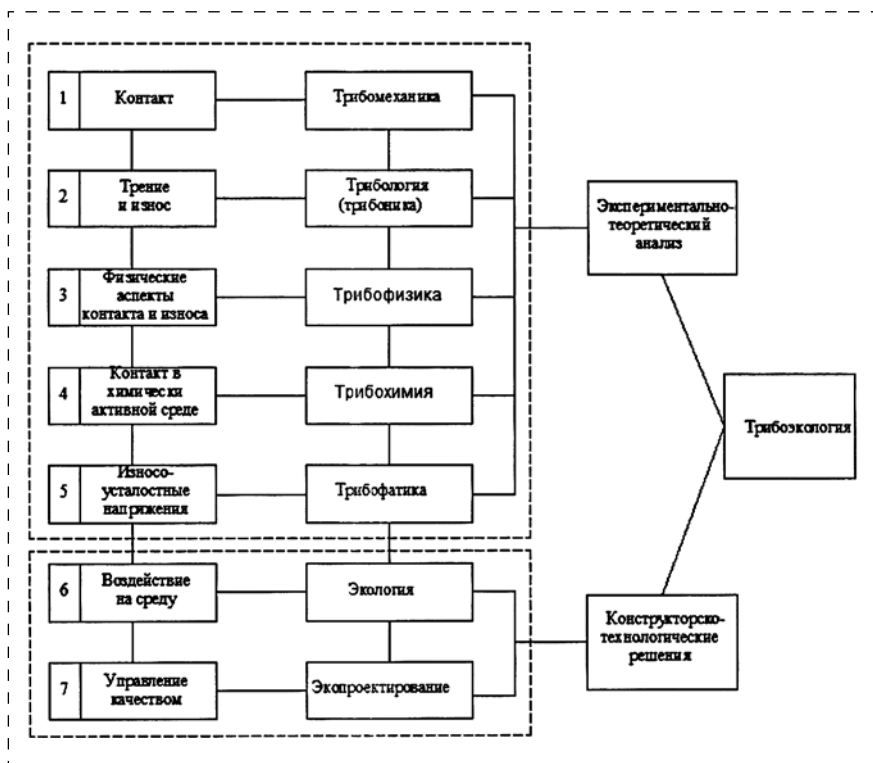


Рис. 1. Структура трибозекологии

тия и управленческие решения для минимизации экологических потерь (экопроектирование).

Структура трибозекологии и описанные научные дисциплины представлены на рис. 1. Каждая из представленных научных дисциплин изучена достаточно обстоятельно в отдельности. Возникает задача комплексного подхода к изучению процессов применительно к задачам экологии. Естественно, что достижения в различных об-

ластях науки и техники не могут быть использованы при решении комплексной экологической проблемы путем простого переноса, так как результаты получены различными методами на моделях при различных предположениях, граничных и начальных условиях. Поэтому необходима разработка методов и средств решения трибозекологических задач.

В таблице приведены методы исследования объектов и научные дисциплины, образующие структуру трибозекологии. Комплексный подход в трибозекологии объединяет указанные в таблице дисциплины и связи между ними. Это позволяет отнести ее к многоплановой фундаментальной научной дисциплине [5].

Задача трибозекологии состоит в исследовании процессов контакта, трения, смазывания и износа поверхностей в машине с целью получения подробного представления о связи этих процессов и воздействия на окружающую среду с последующим совершенствованием механизмов для уменьшения их негативного влияния на экологию.

Анализ данных рис. 1 и таблицы показывает, что задачи трибозекологии можно разделить на две группы. К первой группе относятся научные дисциплины с 1 по 5 (см. рис. 1). В этой группе задачи решаются на основе экспериментально-теоретического анализа ТС. Во второй группе

Методы исследования задач трибозекологии

Дисциплина	Объект для изучения	Основные методы исследования		Физические явления
		Экспериментальные	Теоретические	
Трибомеханика	Пара контакта	Исследование контакта	Механика контакта и трибоконтакта	Контактные и объемные напряжения
Трибология (трибоника)	Пара контакта трения и износа	Испытание на трение и износ	Механика контакта и износа	Поверхностные повреждения (износ, питтинг и др.)
Трибофизика	Физика контакта пары тел	Исследование физики контакта	Физика контакта и износа тел	Износ, избирательный перенос, релаксация
Трибохимия	Пара контакта и активная среда	Испытание на износ в среде	Физико-химические процессы контакта	Поверхностные повреждения в химически активной среде
Трибофатика	Пара контакта и усталостный износ	Износоусталостные испытания	Механика контакта и износоусталостные повреждения	Комплексные поверхностные и объемные разрушения
Трибозекология	Пара контакта и ТС	Испытания промышленного образца	CAD/CAE системы и базы данных	Технические решения для уменьшения вредных воздействий на среду

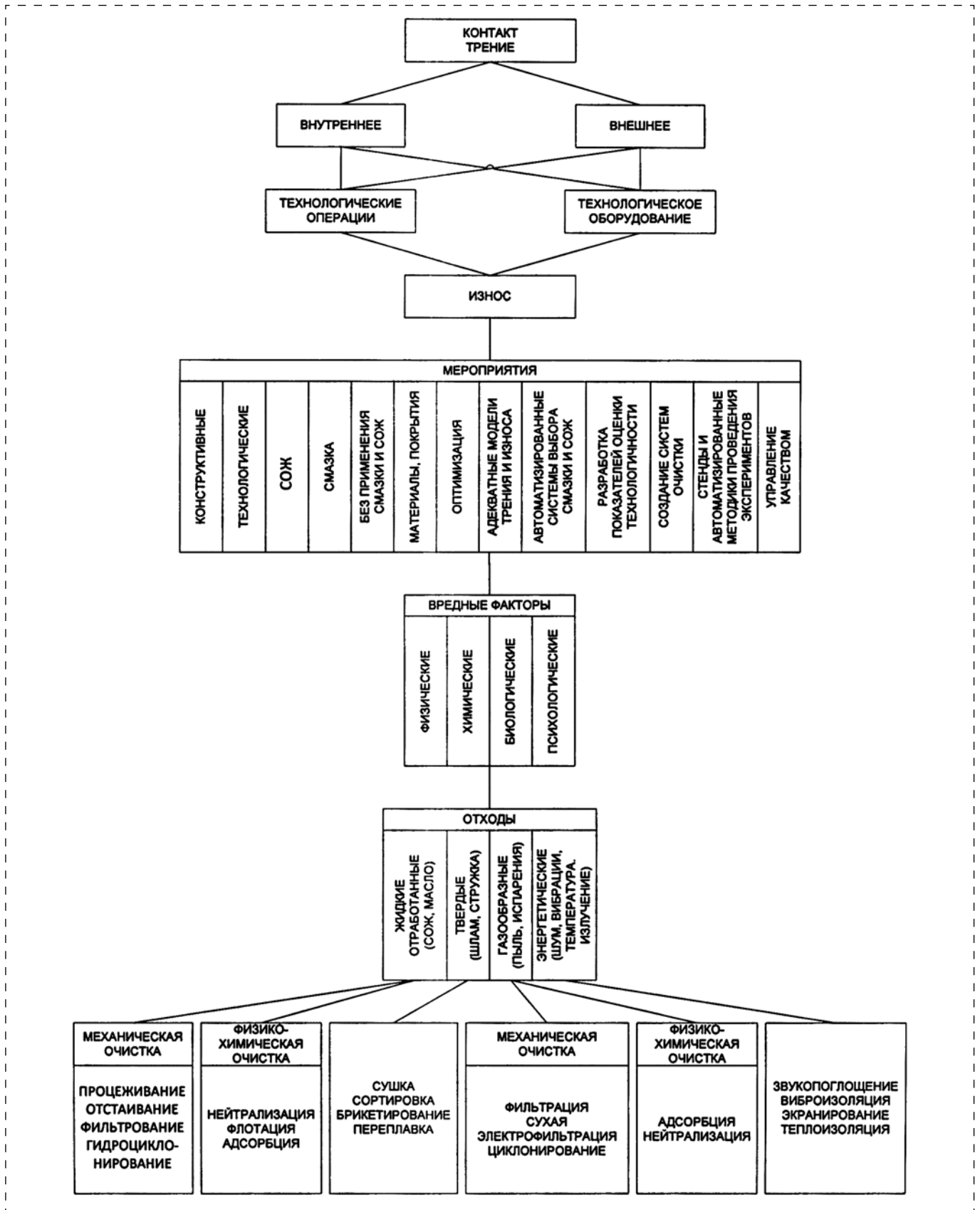


Рис. 2. Методы выбора решения задач трибологии

объединяются научные дисциплины 6 и 7, которые реализуют конструкторско-технологические решения, полученные на основе экспериментально-теоретического анализа ТС, и способы устранения вредного воздействия (рис. 2).

На рис. 2 показаны два подхода к обеспечению экологичности технологического процесса и технологического оборудования. Первый подход реализуется при проектировании, где совершенствуются устройства и осуществляются мероприятия, способствующие повышению эффективности работы технологического оборудования. Второй подход реализуется на этапе осуществления технологической операции или процесса, или работы технологической системы, когда используются системы, устраняющие вредные факторы.

Мероприятия при первом подходе могут быть следующие.

1. Конструктивные. Осуществляются на этапе проектирования и реализуются в виде новых конструкций, заменой старых устройств новыми с использованием новых материалов. Например, совершенствование уплотнений, использование передач без уплотнений в подвижных стыках, создание конструкций, где один вид трения заменяется другим, например, использование магнитных опор, установка стружко- или пылеуловителей и т. д.

2. Технологические. Совершенствование существующих технологических процессов, переход на новые эффективные технологии или использование нового инструмента, или новых физических эффектов при обработке.

3. СОЖ. Рациональный выбор смазочно-охлаждающей жидкости, совершенствование состава и способов подачи в зону обработки и т. д., а также разработка систем подачи СОЖ и ее охлаждения.

4. Смазка. Обеспечение наиболее благоприятных режимов смазывания, выбор рациональных составов смазки, использование твердой смазки и т. д.

5. Без применения смазки и СОЖ. К ним относится разработка методов обработки, при которых СОЖ и смазка не используется или их использование сведено к минимуму.

6. Материалы, покрытия. К ним относятся мероприятия, связанные с применением материалов, обеспечивающих избирательный перенос, нанесение покрытий, повышающих долговечность трущихся поверхностей и т. д.

7. Оптимизация. Принцип оптимизации должен соблюдаться при реализации технических решений на каждом этапе проектирования с учетом ограничений, выступающих как экологические факторы.

8. Адекватные модели трения и износа. Исследования сущности физически-химических взаи-

модействий, возникающих на соприкасающихся поверхностях. Использование для рассмотрения схемы контакта и износа на основе "реального" контакта взаимодействующих поверхностей.

9. Автоматизированные системы выбора марок смазки и СОЖ. Повышение эффективности проектирования на основе создания баз данных марок смазок и СОЖ, а также разработка автоматизированной системы их выбора, так как от правильности выбора марки зависят показатели трения и как следствие этого работоспособность технологического оборудования (ТО) [6].

10. Разработка показателей оценки технологичности. Следуя работам Б. С. Балакшина, определяем технологичность как анализ конструкции каждого изделия и каждой детали, направленный на создание такой конструкции, которая позволяла бы использовать все особенности технологических процессов, обеспечивающие наиболее экономичное изготовление изделия при минимальном загрязнении окружающей среды, при намеченном масштабе выпуска и общем количестве изделий, подлежащих изготовлению по неизменным чертежам.

11. Создание систем очистки. Системы очистки — это такие конструктивные решения, которые непосредственно при реализации процесса уменьшают влияние вредных факторов, например, создание систем очистки СОЖ или масел, а также газообразных веществ как единого целого в технологическом оборудовании.

12. Стенды и автоматизированные методики проведения экспериментов. Процессы трения и контакта являются сложными процессами взаимодействия, и большинство моделей, адекватно отражающих процесс, могут быть получены экспериментальным путем. Ускорение экспериментов требует ускоренной обработки результатов испытаний, что возможно при создании автоматизированных систем обработки информации.

13. Управление качеством. Установление связи между качественными и количественными показателями ТО и экологическими факторами внешней среды, и разработка управляющих воздействий на ТО для обеспечения экологических показателей в пределах нормы.

Дополнительно к показателям, приведенным на рис. 2, можно добавить показатели 14—20, которые на рис. 2 не показаны.

14. Адаптивное управление технологическими процессами. Обеспечение заданных оптимальных режимов протекания технологических процессов при заданных технических и экологических параметрах и соответствующих ограничениях путем управления ТО в зависимости от изменяющейся ситуации.



15. Мониторинг. Систематическая сборка информации и обработка данных о состоянии ТО и среды и использование информации как инструмента обратной связи для управления качеством путем модификаций параметров машины с целью уменьшения воздействий на среду.

16. Управление контактом и трением. Процесс воздействия на параметры объемов и стыков контактирующих звеньев для создания требуемых физико-механических, геометрических и иных параметров контакта и трения, обеспечивающих заданные технические характеристики ТО и экологические показатели среды.

17. Автоматизированные системы выбора типа уплотнений. Совершенствование конструкций уплотнений, создание баз данных и разработка автоматизированной системы выбора типа уплотнений.

18. Конструкции передач движений из одной среды в другую без уплотнений в подвижных стыках. Разработка конструкций устройств, обеспечивающих передачу движений из одной среды в другую без уплотнений в подвижных стыках, например волновых и сильфонных механизмов и создание баз данных по их выбору в зависимости от служебного назначения.

19. Экологический менеджмент. Систему экологического менеджмента определяют как часть общей системы менеджмента, включающей организационную структуру, планирование, распределение ответственности, практическую деятельность, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для ее разработки, внедрения, достижения целей экологической политики, ее пересмотра и корректировки.

20. Стандарты, ориентированные на экологичность продукции. Документы, входящие в систему стандартов ISO 14000, в отечественной версии ГОСТ ИСО 14000, можно разделить на три основные группы.

- Принципы создания и использования систем экологического менеджмента.
- Инструменты экологического контроля и оценки.
- Стандарты, ориентированные на продукцию. Под продукцией в данных стандартах понимаются как изделия, так и услуги.

Для рассматриваемой в настоящей работе предметной области наибольший интерес представляют стандарты, ориентированные на продукцию: ГОСТ Р ИСО 14020, ГОСТ Р ИСО 14021, ГОСТ Р ИСО 1424, ГОСТ Р ИСО 14041, ГОСТ ИСО 14042, ГОСТ Р ИСО 14043. Следует отметить, что применение методов из серии стандартов ISO 14000 не позволяет вскрыть взаимосвязи между конструкцией изделия и этапами его жизненного цикла и использовать их для обеспечения экологичности при создании изделий.

Мероприятия при втором подходе, связанные с непосредственным устранением вредных факторов, иллюстрирует та же схема, приведенная на рис. 2, где в общих чертах отходы делятся на жидкие, твердые, газообразные и энергетические и показаны возможные способы их устранения.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что полное решение проблемы моделирования в трибоэкологии известными методами не представляется возможным. Необходимо создание новых методов, новых подходов к решению этой проблемы. Поэтому целью дальнейших исследований является повышение качества конструкторско-технологических решений при проектировании на основе учета контактного взаимодействия деталей и узлов ТО и процессов трения между ними.

Список литературы

1. Мур Д. Основы и применение трибоники. — М.: Наука, 1978. — 488 с.
2. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
3. Косов М. Г. Трибоэкология в машиностроении // ПРОТЭК — 2000: тезисы докл. международной конференции. — М.: МГТУ "СТАНКИН", 2000. — С. 183—184.
4. Косов М. Г., Гуревич Ю. Е., Муравьев И. В. Учет трибоэкологических факторов при разработке системы информационной поддержки проектирования // Безопасность жизнедеятельности. — 2007. — № 8. — С. 23—25.
5. Косов М. Г., Кузнецов А. П. Трибоэкология. — М.: МГТУ "СТАНКИН", Янус-К, 2013. — 230 с.
6. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.

M. G. Kosov, Professor, V. G. Mitrofanov, Professor, e-mail: v.mitrofanov@stankin.ru,
A. V. Kapitanov, Assistant Professor, T. G. Grishina, Assistant Professor,
I. M. Tolkacheva, Assistant Professor, Moscow State University of Technology "STANKIN"

Structure Triboecology

In article questions on environment protection connected with the processes of contact, friction and wear happening in the technical systems (TS) as the scientific direction — a triboecology which purpose is minimization of ecological changes on the basis of special and additional studying of process of contact for adoption of design-technology, administrative and organizational decisions and carrying out operational actions are considered.

The list of the processes arising at operation of the HARDWARE and influencing ecological factors of the environment is provided. The structure of a triboecology is considered and the description of its main scientific directions is given, classification of Methods of research of problems of a triboecology is given.

Two approaches to ensuring environmental friendliness of technological process and processing equipment — realized at design and at a stage of implementation of technological operation, process or work of technological system are considered.

The conclusion that the full solution of the problem of modeling in a triboecology by known methods isn't possible today is drawn. Creation of new methods and approaches to improvement of quality of design-technology decisions at design on the basis of the accounting of contact interaction of details and hubs and processes of friction between them is necessary.

Keywords: contact, wear, friction, ecology, triboecology, power circuits, the technical system

References

1. **Mur D.** Osnovy i primeneniye triboniki. M.: Nauka, 1978. 488 p.
2. **Shvartsburg L. E.** Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovaniya. *Vestnik MG TU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
3. **Kosov M. G.** Tribojekologiya v mashinostroenii. *PROTEK — 2000: tezisy dokl. mezhdunarodnoj konferencii*. M.: MG TU "STANKIN", 2000. P. 183—184.
4. **Kosov M. G., Gurevich Ju. E., Murav'jov I. V.** Uchjot tribojekologicheskikh faktorov pri razrabotki sistemy informacionnoj podderzhki proektirovaniya. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2007. N. 8. P. 23—25.
5. **Kosov M. G., Kuznecov A. P.** Tribojekologiya. M.: MG TU "Stankin", Janus-K, 2013. 230 p.
6. **Shvartsburg L. E.** Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroeniya. *Vestnik MG TU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.

УДК 628.312.5

Л. С. Пустошная, канд. хим. наук, доц., e-mail: lubov_p555@mail.ru,
МГТУ "СТАНКИН"

Кислотно-щелочные свойства природных и сточных вод

Рассмотрен один из важнейших показателей качества воды — водородный показатель (pH). Отмечено, что величина pH воды имеет большое практическое значение при оценке качества природных и сточных вод. Показано, что степень кислотности среды во многом определяет характер химических и биологических процессов, происходящих в воде: часто возможность протекания или результат той или иной реакции зависит от значения водородного показателя. В работе рассмотрено влияние величины водородного показателя на процессы обезвреживания сточных вод предприятий машиностроительного комплекса.

Ключевые слова: качество воды, водородный показатель, контроль, природные и сточные воды, кислотные стоки, экология, очистка, машиностроение

Введение

Вода занимает особое положение среди всех других объектов окружающей среды, так как не только жизненно необходима человеку и множеству других живых организмов, но и играет чрезвычайно важную роль во всех процессах, протекающих в природе, а также является естественным аккумулятором загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу и литосферу. В настоящее время даже краткие сообщения о загрязнении гидросферы свидетельствуют о том, что способность воды перерабатывать отходы антропогенного про-

исхождения уже использована до предела. Наблюдаемое в настоящее время поступление в водную среду неочищенных и недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, а также талых и ливневых вод с водосбросов приводит к ухудшению качества воды. Под качеством воды понимают совокупность ее химических, физических, биологических и бактериологических показателей, обуславливающих ее пригодность к использованию в быту, промышленном производстве, сельском хозяйстве.

Такие физические параметры воды как прозрачность, цветность, вкус, запах и другие по-



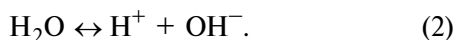
звolyают провести лишь весьма приблизительную качественную оценку состояния водной экосистемы. Точную оценку качества воды и присутствующих в ней примесей могут дать только химические показатели, такие как величина водородного показателя (рН), концентрация загрязняющих веществ, значение электропроводности, биохимическое потребление кислорода (БПК) и др.

Кислотно-щелочные свойства воды

Одним из важнейших рабочих показателей качества воды, во многом определяющих характер происходящих в ней химических и биологических процессов, является водородный показатель (рН). Водородный показатель — величина, характеризующая концентрацию ионов водорода в растворах, численно равная отрицательному десятичному логарифму этой концентрации, выраженной в молях на литр (моль/л):

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]. \quad (1)$$

Вода является слабым амфотерным электролитом и в очень незначительной степени диссоциирует на ионы по схеме:



Введение в воду кислоты увеличивает концентрацию ионов $[\text{H}^+]$ и уменьшает $[\text{OH}^-]$, а внесение щелочи, наоборот, уменьшает концентрацию $[\text{H}^+]$ и увеличивает $[\text{OH}^-]$, но ионное произведение воды остается постоянным. В нейтральных растворах, где $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$, концентрация тех и других ионов равна 10^{-7} моль/л ($\text{pH} = 7$), в кислых растворах концентрация ионов $[\text{H}^+]$ больше 10^{-7} моль/л ($\text{pH} < 7$), а в щелочных — меньше 10^{-7} моль/л ($\text{pH} > 7$). При растворении в воде химических веществ природного и антропогенного происхождения этот баланс может быть нарушен, что приводит к изменению уровня рН.

Определение рН воды имеет большое практическое значение при оценке качества природных вод. Значение водородного показателя рН в речных водах обычно колеблется в пределах от 6,5 до 8,5; в атмосферных осадках — от 4,6 до 6,1; в болотах — от 5,5 до 6,0; в морских водах обычно находится в пределах 7,5...8,5. Сильнокислотными свойствами обладают воды шахт и рудников (рН достигает иногда 1), а воды содовых озер и термальных источников имеют щелочной характер (рН до 10). Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой значение показателя рН для большинства речных систем составляет 6,8...7,4, а летом 7,4...8,2. Кислотность воды обусловлена присутствием в ней свободной угольной кислоты, а также других кислот или гидролитически кислых солей.

Значение рН для биохимических реакций

Вода является средой обитания множества живых организмов. Степень кислотности воды имеет особое значение для биохимических реакций, протекающих в живых системах. Концентрация в воде ионов водорода оказывает влияние на физико-химические свойства и биологическую активность белков и нуклеиновых кислот, поэтому для нормального функционирования организма поддержание кислотно-щелочного гомеостаза является задачей исключительной важности. Значение рН уменьшается при попадании в реки кислот или в сильно заросших водоемах, где в результате активной деятельности растущих микроорганизмов выделяется особенно много углекислого газа. В водной среде вследствие антропогенного воздействия величина водородного показателя изменяется, в результате чего происходят резкие изменения структуры биоценозов, снижается биоразнообразие.

При низких значениях рН происходит нарушение Ca^{+2} -обмена у раковин-моллюсков, рыб и представителей планктона. Так, при значении рН ниже 5,2 раковины медленно разрушаются и моллюски гибнут. Рыбы, планктон болезненно реагируют на закисление воды, что отражается на свойствах икры и на росте костей животных. У водорослей с уменьшением рН нарушаются процессы фотосинтеза. Массовую гибель рыб, водорослей и других представителей планктона наблюдают при $\text{pH} \leq (5...4,5)$.

Важно отметить, что от концентрации в воде ионов водорода в значительной мере зависит активность биологического самоочищения водоема.

Влияние степени кислотности среды на скорость протекания химических реакций и формы нахождения веществ в воде

Известно, что химические превращения и распределение металлов в водной толще во многом определяются значением рН [1]. Одним из наиболее распространенных процессов, определяющих форму нахождения металла в природных водах, является гидролиз. Многие соединения металлов гидролизуются способны образовывать нерастворимые гидроксиды металлов и их основных солей в интервале $\text{pH} = (6...8,5)$, характерном для речных вод. Если рН воды значительно меньше 7, то осаждаемые тяжелые металлы могут перейти в воду. В связи с этим сточные воды, содержащие минеральные кислоты перед сбросом их в водоемы, обязательно нейтрализуют. Нейтральными считают воды, имеющие $\text{pH} = 6,5...8,5$. Зная значение рН, при котором происходит осаждение того или иного металла из водных растворов в виде гидроксида, можно про-

гнозировать поведение металла при попадании в водный объект.

Значение величины водородного показателя важно при обработке питьевой воды, проведении технологических процессов, подготовке воды для промышленных установок, при утилизации бытовых и заводских стоков.

На машиностроительных предприятиях защите водной среды от загрязнений наряду с охраной воздушной среды уделяют повышенное внимание [2—9]. Использование воды машиностроительными предприятиями в качестве источника энергии, сырья, растворителя, хладагента, экстрагента, а также для промывки, обогащения и очистки исходных материалов или продукции приводит к ее интенсивному загрязнению разнообразными отходами.

Показатель pH — важнейший показатель при оценке коррозионных свойств воды и ее стабильности в системах питьевого и промышленного водоснабжения. Активная реакция воды определяет ее коррозионные и токсичные свойства и, соответственно, разрушающее воздействие на материал технологического оборудования. Известно, что при низких значениях pH вода обладает высокой коррозионной активностью и оказывает разрушающее воздействие на материалы коммуникаций, аппаратов и сооружений, обогащаясь при этом вредными примесями. Вода с высоким уровнем показателя ($\text{pH} > 11$) приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. Именно поэтому для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается значение pH в диапазоне от 6,5 до 8,5.

Контроль за уровнем pH необходим на всех стадиях водоочистки, так как его отклонение в ту или иную сторону от оптимального значения может не только существенно сказаться на запахе, вкусе и внешнем виде воды, но и повлиять на эффективность водоочистных мероприятий. Оптимальное требуемое значение показателя pH варьируется для различных систем водоочистки в соответствии с составом воды, характером сырья, материалов и технологических процессов, используемых на производстве, а также в зависимости от применяемых методов водообработки. Корректировка уровня pH необходима на всех стадиях водоочистки и осуществляется дозирующими насосами в автоматическом режиме с контролем показателей.

Протекание различных химических процессов зависит от реакции среды в растворе, поэтому водородный показатель является контролируемым технологическим параметром большинства процессов очистки сточных вод. К числу таких процессов относятся коагулирование, обезжелезивание, умягчение, хлорирование, окисление, восстановление, биохимические методы очистки стоков.

Величина водородного показателя очищаемой воды позволяет выбрать оптимальные дозы реа-

гентов. Например, от значения pH зависит содержание различных форм хлора в обрабатываемой воде. Установлено, что для снижения количества подаваемого в воду хлора при сохранении необходимого эффекта обезвреживания, целесообразно поддерживать значение pH на нижнем пределе (6,5...7,0), чтобы активный хлор находился в воде преимущественно в форме хлорноватистой кислоты, которая обладает наиболее высокой обеззараживающей эффективностью. Эффективная доочистка сточных вод гальванического производства с использованием хемосорбционных волокнистых материалов ВИОН от ионов Zn(II), Cu(II), Fe(II), Ni(II) и Cr(VI) до уровня ПДК возможна только при значениях $\text{pH} = 7...9$.

В современной практике обезвреживания сточных вод гальванического производства распространены реагентные методы очистки, сущность которых заключается в переводе растворимых в воде веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов с последующим отделением образующихся осадков от воды. Наиболее часто для удаления из сточных вод ионов тяжелых металлов используют щелочные реагенты. Осаждение металлов происходит в виде гидроксидов. Значения pH очищаемой воды в этих процессах играют чрезвычайно важную роль. Показатели pH, соответствующие началу осаждения гидроксидов металлов и их полному осаждению, зависят от природы металлов, температуры, их концентрации в воде, наличия примесей. Более того, в зависимости от pH среды один и тот же металл может образовывать различные нерастворимые соединения. Так, при осаждении цинка из сульфатных растворов при $\text{pH} = 7,0$ осаждается $\text{ZnSO}_4 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$, при $\text{pH} = 8,8$ — $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{Zn}(\text{OH})_2$, а при $\text{pH} = 10$ — $\text{Zn}(\text{OH})_2$ [10].

Метод очистки сточных вод от веществ, содержащих шестивалентный хром, основан на восстановлении его до трехвалентного в кислой среде с последующим осаждением в виде гидроксида в щелочной среде. Полнота реакции восстановления Cr^{+6} в Cr^{+3} зависит от времени и от значения величины pH среды. Установлено, что приемлемая скорость восстановления и полнота реакции имеют место при $\text{pH} = 2,5$. На установках периодического действия восстановление проводят в реакторе, в котором автоматически путем добавления кислоты поддерживается необходимое значение pH. Осаждение хрома в виде гидроксида происходит в общей нейтрализационной ванне, где поддерживается щелочная среда $\text{pH} = 7...8,5$ [10].

Одним из условий интенсификации и повышения эффективности электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений металлов из сточных вод является определение и поддержание оптимального значения pH среды. Усовершенствованная конструкция устройства



электрохимической очистки позволяет этого добиться и повысить общую степень очистки сточных вод путем удаления наряду с ионами тяжелых и цветных металлов анионов и катионов щелочных металлов [11]. На катоде в результате электролиза происходит реакция разряда молекул воды, сопровождающаяся выделением водорода и образованием гидроксил-ионов, что обеспечивает подщелачивание воды до значения $\text{pH} = 8\text{--}10$, при котором происходит образование гидроксидов тяжелых и цветных металлов и их флотация пузырьками водорода. Очищенная вода поступает в анодную камеру, где на аноде в результате разряда гидроксил-ионов образуются молекулы воды и выделяется кислород, что сопровождается нейтрализацией воды pH до $6,5\text{--}7,0$. При этом под действием электрического тока происходит перенос из очищенной воды катионов щелочных металлов через катионообменную мембрану в камеру концентрирования.

Контроль активной реакции среды (pH) сточных вод необходим не только на выходе из очистных сооружений, но и на входе в них, поскольку для обеспечения нормальной жизнедеятельности микроорганизмов, проводящих биохимическую очистку, требуется реакция среды, близкая к нейтральной ($\text{pH} = 6,5\text{--}8,5$).

Выводы

- Степень кислотности среды влияет на скорость протекания химических реакций и формы нахождения веществ в воде.
- Контроль активной реакции среды (pH) сточных вод является неотъемлемой частью большинства технологических процессов.
- Водородный показатель pH позволяет подобрать оптимальные дозы реагентов, используемых для очистки сточных вод.

Список литературы

1. Пустошная Л. С. Факторы, влияющие на содержание и формы металлов в поверхностных водах // Труды конференции "ПРОТЭК". — М.: Изд-во МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — Вып.14. — С. 78—84.
2. Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В. Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 1. — С. 8—11.
3. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
4. Шварцбург Л. Э., Бутримова Е. В., Дроздова Н. В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования вибрации и шума в технологической среде // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 187—190.
5. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. База данных по смазочно-охлаждающим технологическим средствам: формирование, структура, функционирование в едином информационном пространстве // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 45—51.
6. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Разработка комплексного критерия оценки вариантов экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств // Вестник Московского финансово-юридического университета. — 2012. — № 1. — С. 149—154.
7. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Этап концептуального проектирования базы данных по смазочно-охлаждающим технологическим средствам, системам их применения и утилизации // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 1. — С. 150—154.
8. Бутримова О. В. Формирование таблиц базы данных по смазочно-охлаждающим технологическим средствам // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 4. — С. 166—172.
9. Пустошная Л. С. Методическое указание по курсу "Промышленная экология" к выполнению работы "Осадительное титрование в контроле качества воды" // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 103—105.
10. Найдено В. В., Губанов Л. Н. Очистка и утилизация проточных гальванических производств. — Н. Новгород: "ДЕКОМ", 1999. — 368 с.
11. Ильин В. И. Повышение эффективности очистки сточных вод от анионов и ионов цветных металлов // Экология промышленного производства. — 2013. — № 4. — С. 23—25.

L. S. Pustoshnaya, Associate Professor, e-mail: lubov_p555@mail.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

Acid-Base Properties of Natural and Waste Waters

To assess water quality using a range of different physico-chemical parameters determined biological and sanitary-chemical analyses. The paper considers one of the most important water quality parameters - pH (pH). It is noted that the pH value of water is of great practical importance in assessing the quality of natural waters and wastewaters. It is noted that the pH value of water is of great practical importance in assessing the quality of natural waters and wastewaters. It is shown that the acidity of the environment largely determines the nature of the chemical and biological processes in water: often the possibility of occurrence or the result of a reaction depends on the value of pH. Concentrations of hydrogen ions is an important indicator when evaluating the corrosion properties of water and its stability in drinking and industrial water supply; the value of pH is important in the processing of drinking water, water treatment for industrial installations, conducting processes waste production and domestic water. The paper discusses features of processes of waste water enterprises of machine-building complex, depending on the value of pH.

Keywords: water quality, pH, control, natural and waste water, acid drains, ecology, cleaning, engineering

References

1. **Pustoshnaja L. S.** Faktory, vlijajushhie na sodержanie i formy metallov v poverhnostnyh vodah. *Trudy konferencii "PROTeK"*. M.: Izd-vo MGU "STANKIN", 2011. Vyp. 14. P. 78—84.
2. **Gribov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V.** Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroeniya. *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2012. N. 1. P. 8—11.
3. **Shvartsburg L. E.** Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovaniya. *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
4. **Shvartsburg L. E., Butrimova E. V., Drozdova N. V.** Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovaniya vibracii i shuma v tehnologicheskoy srede. *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 187—190.
5. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Baza dannyh po smazochno-ohlazhdajushhim tehnologicheskim sredstvam: formirovanie, struktura, funkcionirovanie v edinom informacionnom prostranstve. *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 45—51.
6. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Razrabotka kompleksnogo kriteriya ocenki variantov jekologicheski obosnovannogo vybora smazochno-ohlazhdajushhih tehnologicheskikh sredstv. *Vestnik Moskovskogo finansovo-juridicheskogo universiteta*. 2012. N. 1. P. 149—154.
7. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Jetap konceptual'nogo proektirovaniya bazy dannyh po smazochno-ohlazhdajushhim tehnologicheskim sredstvam, sistemam ih primeneniya i utilizacii. *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2010. N. 1. P. 150—154.
8. **Butrimova O. V.** Formirovanie tablic bazy dannyh po smazochno-ohlazhdajushhim tehnologicheskim sredstvam. *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2008. N. 4. P. 166—172.
9. **Pustoshnaja L. S.** Metodicheskoe ukazanie po kursu "Promyshlennaja jekologija" k vypolneniju raboty "Osaditel'noe titrovanie v kontrole kachestva vody". *Vestnik MGU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 103—105.
10. **Najdenko V. V., Gubanov L. N.** Ochistka i utilizacija promstokov gal'vanicheskikh proizvodstv. N. Novgorod.: "DEKOM", 1999. 368 p.
11. **Il'in V. I.** Povyshenie jeffektivnosti ochistki stochnyh vod ot anionov i ionov cvetnyh metallov. *Jekologija promyshlennogo proizvodstva*. 2013. N. 4. P. 23—25.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ENERGY-SAVING

УДК 628.477.2

Ю. А. Орлова, канд. техн. наук, доц. кафедры, e-mail: orlova.j@inbox.ru,
МГТУ "СТАНКИН"

Потенциальные возможности биогазовых установок

Описаны потенциальные возможности биогазовых установок. Рассмотрен принцип технологического процесса биоконверсии. Показаны преимущества применения биогазовых технологий как в энергетике, так и в области окружающей среды.

Ключевые слова: биогаз, органическое сырье, технологический процесс, биоконверсия, биоэнергетика, окружающая среда, энергия, сырье

Модернизация современного машиностроения требует, в первую очередь, повышения энергоэффективности технологических процессов формообразования [1].

Повышение энергоэффективности подразумевает как снижение потерь энергии при ее преобразовании и передаче в зону обработки, являющимися источниками формирования тепловых, вибрационных и других отходов [2—7], загрязняющих окружающую среду и рабочую зону, так и повышение эффективности использования произведенной энергии, применение для производства энергии возобновляемых источников.

В настоящее время рынок возобновляемой энергии стремительно развивается. Биогазовые

установки являются характерным элементом современного, безотходного производства во многих областях [8]. Если на предприятии есть отходы из органического сырья, появляется реальная возможность с помощью биогазовой установки не только значительно сократить расходы на энергию, но и повысить эффективность предприятия, получить дополнительную прибыль. Благодаря применению биогазовых технологий можно получать более высокие результаты не только в энергетике, но также и в области окружающей среды.

Технологический процесс выработки энергии, в частности энергии из органического сырья, ее сохранение при передаче является важнейшей задачей хозяйственной деятельности человека.

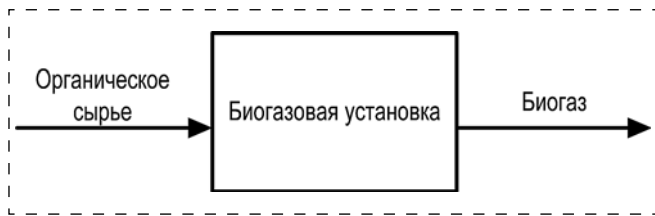


Рис. 1. Общая схема реализации процесса биоконверсии

Процесс выработки энергии из органического сырья является важнейшим компонентом биоэнергетики.

Процессы разложения органических отходов с получением горючего газа и его использованием в быту известны давно: в Китае их история насчитывает 5 тыс. лет, в Индии — 2 тыс. лет. Природа биологического процесса разложения органических веществ с образованием метана за прошедшие тысячелетия не изменилась. Но современные наука и техника создали оборудование и системы, позволяющие сделать эти "древние" технологии рентабельными и применяемыми

ми не только в странах с теплым климатом, но и в странах с длительным периодом отрицательных температур, например в России.

Россия располагает достаточной сырьевой базой для развития биоэнергетики. В различных источниках рассматриваются всевозможные способы переработки органического сырья для получения биогаза. Общая схема реализации процесса биоконверсии представлена на рис. 1.

Сырьем для получения биогаза служит жидкий и плотный навоз от крупного рогатого скота (КРС), свиней, домашних птиц. Это основные составляющие для работы биогазовых установок в сельской местности. Сегодня к ним прибавляются и другие органические составляющие, отходы производства предприятий пищевой промышленности или биоотходы. Применяются также специально выращенные "энергетические" растения, с помощью которых повышают содержание биогаза. Субстраты с сухим содержанием субстанции от 15 до 20 % не перекачиваются и закладываются разжиженными.

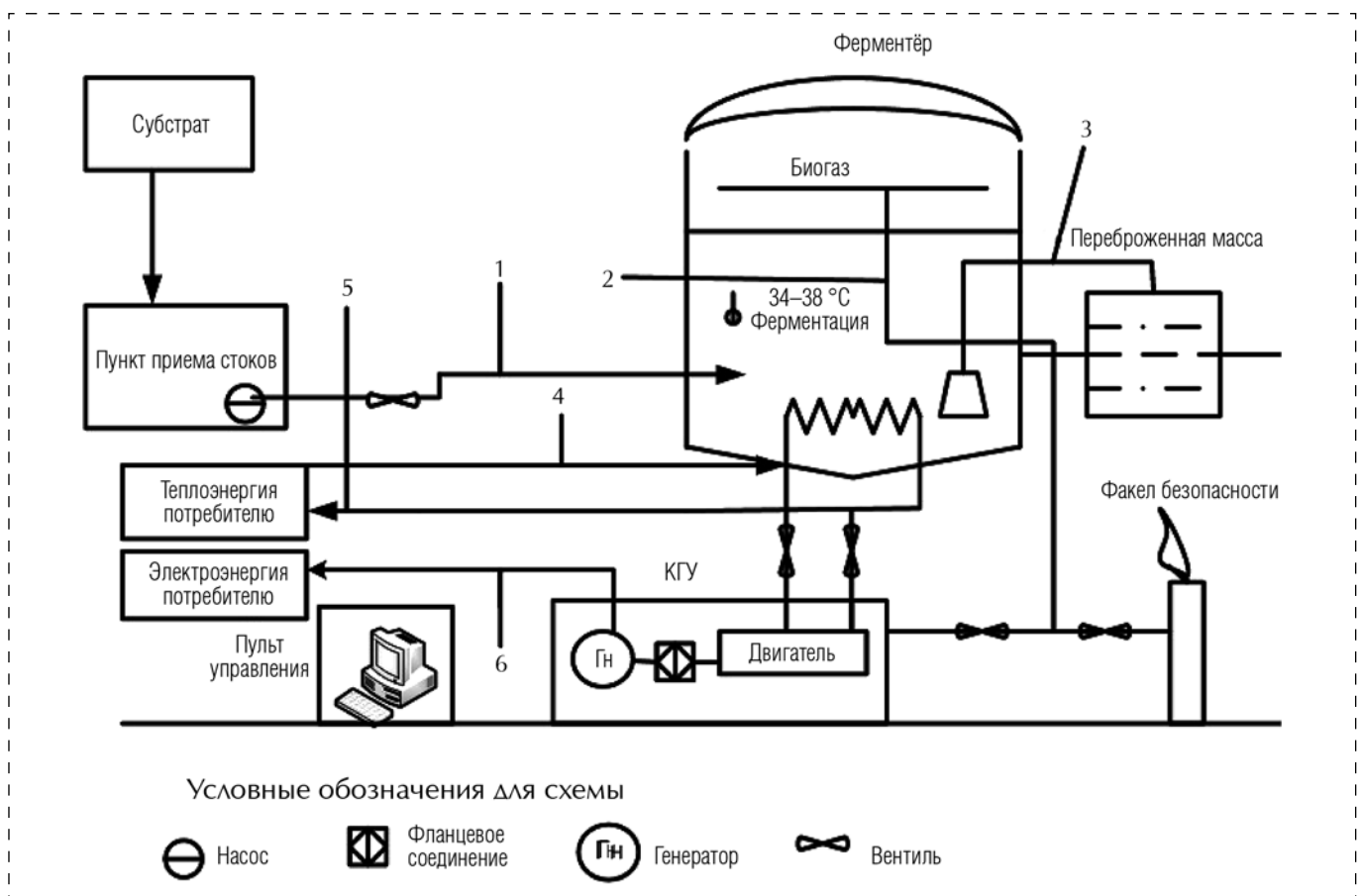


Рис. 2. Схема получения энергии при реализации технологического процесса биоконверсии:

1 — трубопровод субстрата; 2 — трубопровод биогаза; 3 — трубопровод остатка брожения; 4 — трубопровод прямой подачи теплоносителя; 5 — трубопровод обратной подачи теплоносителя; 6 — линия электропередачи

На схеме, представленной на рис. 2, показаны основные системы реализации технологического процесса выработки энергии посредством биоконверсионных технологий [9]. Важное значение имеет информационное обеспечение функционирования технологического процесса биоконверсии. Эта тема подробно освещена в статье автора [10].

Основным элементом технологической схемы получения энергии является биоконверсионная установка, которая включает в себя следующие основные элементы:

- пункт приема стоков (органического сырья — субстрата);
- ферментёр;
- пункт сбора перебродившей массы.

Основным назначением пункта приема стоков является подготовка сырья для его передачи в ферментёр. По этой причине пункт приема содержит устройства для измельчения сырья, его перемешивания и увлажнения, а также насос для загрузки подготовленной массы в ферментёр.

Собственно, технологический процесс биоконверсии реализуется в ферментёре, который часто называют реактором или метантенком. В ферментёре поступившая измельченная и увлажненная масса подогревается и перемешивается для ускорения процесса сбраживания сырья, т. е. процесса переработки органического сырья посредством метанобразующих бактерий.

В результате деятельности этих бактерий образуется биогаз, основными компонентами которого являются метан и углекислый газ. Этот газ поступает в когенерационную установку (КГУ). Оставшаяся в ферментёре перебродившая масса, которая представляет собой ценное органическое удобрение, поступает в пункт сбора перебродившей массы, что в значительной степени обуславливает безотходность технологического процесса биоконверсии.

Когенерационный блок представляет собой классическую систему "Двигатель — Генератор", на вход которой поступает биогаз, являющийся топливом для двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

КГУ вырабатывает как тепловую, так и электрическую энергию. Тепловая энергия является "тепловым отходом" при преобразовании энергии газа в механическую энергию в ДВС и поступает как непосредственно к потребителю (например, для нагрева котла), так и на обеспечение подогрева массы в ферментёре для ускорения технологического процесса биоконверсии.

Электрическая энергия снимается с генератора КГУ, жестко соединенного с валом двигателя, и поступает как непосредственно к потребителю, так и в линию электропередачи.

В климатических условиях России существует необходимость подогрева массы в ферментёре. Для этого при строительстве биогазовой станции, внутри ферментёра монтируются трубчатые теплообменники, которые, в зависимости от конструкции установки, подводятся либо к паровому отоплению системы (установки малого объема), либо к автономному отопительному котлу, работающему на биогазе. Для снижения теплотеря загружаемое в ферментёр сырье разбавляют горячей (температура не выше 60 °С) водой.

Биогаз как продукт разложения органических веществ представляет собой смесь различных газов. Некоторые из этих газов опасны для окружающей среды и человека и не относятся к горючим газам. К таким газам относятся в первую очередь сероводород (H_2S) и углекислый газ (CO_2).

Теплотворная способность (Q_u) выработанного газа зависит от его состава. Содержание двух основных компонентов — метана и углекислого газа определяет в основном эффективность технологического процесса биоконверсии. Так, например, для соотношения $CH_4/CO_2 = 60/40$ (обычное соотношение) теплотворная способность составляет $Q_u = 6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$, а при уменьшении этого соотношения до 40/60 теплотворная способность уменьшается до $4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$.

Итак, биогазовые технологии позволяют получать:

- собственно *биогаз*, который можно сжимать, накапливать, перекачивать излишки, продавать;
- *тепловую энергию*;
- *электрическую энергию*;
- *удобрения* — в виде перебродившей массы; это экологически чистые, жидкие удобрения, лишенные нитритов, семян сорняков, болезнетворной микрофлоры, специфических запахов.

Кроме того, биогазовые технологии обеспечивают **утилизацию органических отходов**: биогазовые установки могут устанавливаться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясокомбинатах, тем самым повышая санитарно-гигиеническое состояние предприятий.

Они способствуют также **решению экологических проблем** — снижают выбросы метана в атмосферу, применение химических удобрений, сокращают загрязнение грунтовых вод.

Список литературы

1. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19–21.



2. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
3. Шварцбург Л. Э., Дроздова Н. В., Бутримова Е. В. Визуализация в среде MS Visio распространения шума и вибраций в рабочей зоне // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 1. — С. 110—112.
4. Шварцбург Л. Э., Бутримова Е. В., Дроздова Н. В. Разработка алгоритма автоматизированного прогнозирования вибрации и шума в технологической среде // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 187—190.
5. Иванова Н. А., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э. Алгоритм функционирования автоматической системы управления концентрацией углеводородов при токарной обработке // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 2. — С. 57—62.
6. Шварцбург Л. Э., Звенигородский Ю. Г., Букейханов Н. Р. Методология разработки проектов ресурсосбережения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 2. — С. 14—17.
7. Букейханов Н. Р. Управление инновационными ресурсосберегающими проектами // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 66—70.
8. Федоренко В. Ф., Колчинский Ю. Л., Шилова Е. П. Состояние и перспективы производства биотоплива: Науч.-ан. обзор. — М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2007. — С. 263—279.
9. Букейханов Н. Р. Реновация технологических процессов — инструмент ресурсосбережения и повышения экологической безопасности // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 4. — С. 21—24.
10. Орлова Ю. А. Информационное обеспечение автоматизированных биогазовых станций // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 3. — С. 24—26.

Yu. A. Orlova, Associate Professor, e-mail: orlova.j@inbox.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

The Potential of Biogas Plants

This article describes the potential of biogas plants. Currently, the renewable energy market is growing rapidly. Biogas plants are a characteristic element of modern, non-waste production in many areas. If the company has waste from agricultural or food industry, there is a real possibility with the help of biogas plants not only significantly reduce energy costs and increase efficiency, generate additional profits.

The technological process of production of biogas from organic raw materials is called the process of bioconversion and is an essential component of bioenergy. So, biogas enables you to use the most modern tools of engineering. In these installations, the gas burns, setting in motion a turbine that turns a generator, producing electricity. In turn, the combustion gases are then directed into the boiler to heat water and produce steam, which can be used or sent for additional energy.

Keywords: biogas, organic raw materials, process, bioconversion, bioenergy, environment, energy, raw materials

References

1. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
2. Shvartsburg L. E. Analiz jenergeticheskoj bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98—105.
3. Shvartsburg L. E., Drozdova N. V., Butrimova E. V. Vizualizacija v srede MS Visio rasprostraneniya shuma i vibracij v rabochej zone. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 1. P. 110—112.
4. Shvartsburg L. E., Butrimova E. V., Drozdova N. V. Razrabotka algoritma avtomatizirovannogo prognozirovanija vibracii i shuma v tehnologicheskoj srede. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 187—190.
5. Ivanova N. A., Ryabov S. A., Shvartsburg L. E. Algoritm funkcionirovanija avtomaticheskoi sistemy upravlenija koncentraciej uglevodorodov pri tokarnoj obrabotke. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 2. P. 57—62.
6. Shvartsburg L. E., Zvenigorodskij Y. G., Bukeihanov N. R. Metodologija razrabotki proektov resursosberegienija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 2. P. 14—17.
7. Bukeihanov N. R. Upravlenie innovacionnymi resursosberegajuschimi proektami // *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 66—70.
8. Fedorenko V. F., Kolchinskij Y. L., Shilova E. P. Sostojanie i perspektivy proizvodstva biotopliva: Nauch.-an. obzor. M.: FGNU "Rosinformagroteh", 2007. P. 263—279.
9. Bukeihanov N. R. Renovacija tehnologicheskikh processov-instrument resursosberegienijai povyshenija jekologicheskoj bezopasnosti. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 4. P. 21—24.
10. Orlova Yu. A. Informacionnoe obespechenie avtomatizirovannyh biogazovyh stancij. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. 3. P. 24—26.

Н. А. Иванова, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры, e-mail: ivanova_na2006@mail.ru,
С. А. Рябов, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры, **Л. Э. Шварцбург**, д-р техн. наук,
проф., зав. кафедрой, МГТУ "СТАНКИН"

Снижение энергопотребления технологических процессов с применением жидких смазочно-охлаждающих технологических средств

Рассмотрены позитивные и негативные факторы применения смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) при реализации технологических процессов. Показано, что применение СОТС снижает активную составляющую потребляемой мощности и обеспечивает более высокое качество и характеристики технологического процесса. Показано также, что при этом возникает и негативный фактор — увеличивается "недогрузка" станка, за счет чего реализация технологического процесса происходит при завышенных токах, т. е. снижается эффективность использования электроэнергии. Проведенные экспериментальные исследования энергопотребления без применения жидких СОТС и с их применением позволили установить количественные значения влияния СОТС на величину потребляемой при реализации технологических процессов полной мощности и ее активной составляющей.

Ключевые слова: технологический процесс, параметры режимов резания, смазочно-охлаждающие технологические средства, потребляемая мощность, активная составляющая мощности, потребляемый ток, коэффициент мощности

Машиностроительное производство для достижения целевой функции потребляет энергию. Однако энергоэффективность машиностроительных технологических процессов недостаточна. Если представить все многообразие технологических процессов в виде процессов преобразования энергии и процессов передачи энергии в зону обработки, то низкая энергоэффективность обусловлена потерями энергии при ее преобразовании и передаче (потери обусловлены величиной КПД) и реализацией технологического процесса при завышенных токах, величина которых обусловлена "недогрузкой" станка — мощность на валу электродвигателя существенно меньше его номинальной мощности [1–3].

Модернизация оборудования и повышение его конкурентоспособности является важнейшей задачей отечественного машиностроения [4, 5], составной частью задачи модернизации является повышение энергоэффективности технологических процессов.

Энергетический анализ технологических процессов [6, 7] показал, что величина потребляемой мощности при их реализации определяется выражением

$$S = \frac{P_{\text{рез}} + \sum_{i=1}^n \Delta P_i}{\cos \varphi},$$

где S — полная (потребляемая) мощность; $P_{\text{рез}}$ — мощность резания; ΔP_i — потери активной мощ-

ности на каждом i -м из n этапов ее преобразования и передачи; $\cos \varphi$ — коэффициент мощности.

Мощность резания зависит от силы и скорости резания. В свою очередь, сила резания зависит от многих факторов, основными из которых являются: механические свойства обрабатываемого материала, его твердость, прочность; глубина резания t ; подача s ; углы заточки режущей части инструмента; износ инструмента; скорость резания.

Если принять во внимание, что мощность резания рассчитывается технологом, исходя из условий реализации технологических процессов, и характеризует его знания и опыт в области передовых технологий, то величина потребляемой энергии при каждой конкретной реализации определяется потерями активной составляющей потребляемой мощности при ее преобразовании и передаче в зону обработки и коэффициентом мощности электротехнических систем станка, в первую очередь электродвигателя.

Рассмотрим более подробно, как влияет применение СОТС на потери мощности и значение коэффициента мощности.

Современные машиностроительные производства базируются на технологических процессах обработки резанием в основном с применением СОТС. Это связано с тем, что СОТС при резании выполняет многоцелевые функции (табл. 1).

В частности, СОТС способствует снижению термической нагрузки в системе инструмент—

Таблица 1

Основные функции СОТС

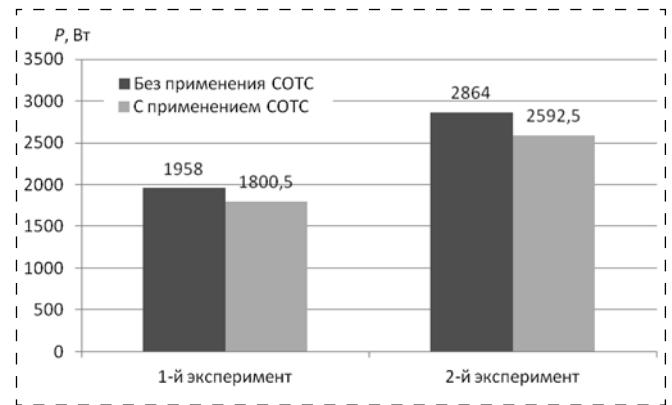
Основные функции СОТС	Результат действия
Охлаждающие	Снижается температура в системе "инструмент—заготовка—стружка—станок"
	Повышается стойкость инструмента, точность обработки
	Снижается шероховатость поверхности и остаточные напряжения в поверхностном слое
Смазочные	Снижается шероховатость поверхности
	Уменьшаются силы трения
	Снижается тепловыделение
Пластифицирующие	Уменьшается работа пластической деформации
Моющие	Снижается удельная работа резания
	Снижается выделение мелкой стружки, пыли и загрязнений
	Увеличивается степень чистоты обрабатываемой заготовки и инструмента в зоне резания

деталь, уменьшает трение на контактных площадках инструмента и мощность резания, предохраняет инструмент, обрабатываемую заготовку и узлы станка от чрезмерного нагрева, повышает стойкость инструмента [8, 9].

Таким образом, в зависимости от конкретно выбранной марки СОТС [10] и параметров технологического процесса, сила резания с применением СОТС будет снижаться.

На кафедре "Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности" МГТУ "СТАНКИН" был проведен ряд экспериментальных исследований с целью выявления зависимости изменения составляющих энергопотребления от применения жидких СОТС.

Исследования проводились при точении валика из материала сталь 45 с применением и без применения жидких СОТС при различных ре-



Графическая интерпретация результатов исследований

жимах резания, определяемых частотой вращения шпинделя n , скоростью подачи s и глубиной резания t . В ходе экспериментальных исследований измерялись коэффициент мощности ($\cos\phi$), а также значение потребляемой мощности S и ее активной P и реактивной Q составляющих.

Результаты исследований, представленные в табл. 2, показали, что применение жидких СОТС в процессе резания снижает активную составляющую потребляемой мощности в среднем на 9 %.

Графическая интерпретация результатов исследований представлена на рисунке.

Экспериментальные исследования также показали, что при этом потребляемая мощность меняется незначительно — не более чем на 1,5 % (что можно отнести к погрешности эксперимента), а значит и практически не меняется потребляемый при реализации технологического процесса ток. Объясняется это тем, что применение жидких СОТС снижает активную составляющую потребляемой при реализации технологического процесса мощности, увеличивая при этом "недогрузку" станка, а значит и снижая величину коэффициента мощности.

Таким образом, применение жидких СОТС при реализации технологических процессов обработки резанием, с одной стороны, обеспечивает более высокое качество и характеристики технологиче-

Таблица 2

Исследование влияния применения жидких СОТС при различных параметрах режимов резания

Условия применения СОТС	№ эксперимента	Параметры режима резания	Энергетические показатели			
			P , Вт	S , ВА	Q , ВАр	$\cos\phi$
Без применения СОТС	1	$n = 500$ об/мин, $s = 0,5$ мм/об, $t = 1$ мм	1958	5034	4620	0,39
	2	$n = 1000$ об/мин, $s = 0,05$ мм/об, $t = 0,5$ мм	2864	5356	4602,5	0,48
С применением СОТС	1	$n = 500$ об/мин, $s = 0,5$ мм/об, $t = 1$ мм	1800,5	4958	4662	0,36
	2	$n = 1000$ об/мин, $s = 0,05$ мм/об, $t = 0,5$ мм	2592,5	5295	4617	0,44

ского процесса, но, с другой стороны, практически не влияет на снижение потребления энергии и ухудшает эффективность ее использования.

Список литературы

1. **Гвоздкова С. И., Шварцбург Л. Э.** Минимизация потерь энергии путем увеличения коэффициента мощности // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 2(20). — С. 32–36.
2. **Шварцбург Л. Э.** Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19–21.
3. **Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А., Рябов С. А., Гвоздкова С. И., Змиева К. А.** Автоматизация обеспечения показателей безопасности машиностроительных технологий формообразования // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № S2. Приложение. — 24 с.
4. **Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В.** Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 1. — С. 8–11.

5. **Григорьев С. Н.** Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечественного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 7–13.
6. **Шварцбург Л. Э.** Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98–100.
7. **Шварцбург Л. Э.** Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38–43.
8. **Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Zaborowski T.** Chemical contaminations in a process of polishing with an implementation of liquid LCTS // LIFE SCIENCE JOURNAL. — 2014. — N 11(10s). — P. 228–230.
9. **Худошина М. Ю., Бутримова О. В.** Исследование взаимосвязей технологических и экологических параметров технологической среды с применением СОТС // Безопасность жизнедеятельности. — 2011. — № 6. — С. 27–30.
10. **Худошина М. Ю., Бутримова О. В.** Автоматизация экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств и систем их применения // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 1. — С. 19–21.

N. A. Ivanova, Associate Professor, e-mail: ivanova_na2006@mail.ru,
S. A. Ryabov, Associate Professor, **L. E. Shvartsburg**, Professor, Head of the Chair,
 Moscow State University of Technology "STANKIN"

The Reduction of Energy Consumption of Technological Processes with Application of the Liquid Lubricant-Cooling Technological Substances

The article describes the positive and negative factors of application of the liquid lubricant-cooling technological substances (LCTS) for technological processes. The use of cutting fluids reduces active component power consumption and provides higher quality and characteristics of the process. However, this produces a negative factor — increases the "underutilization" of the machine, whereby the implementation of the technological process occurs when high currents, lower energy efficiency. Experimental studies of energy consumption without the use of LCTS liquid and their application has allowed to establish quantitative values for the impact of LCTS on the amount consumed during the implementation of technological processes with full power and its active component.

Keywords: technological process, parameters of cutting process, liquid lubricant-cooling technological substances, power consumption, active component of power, current consumption, power factor

References

1. **Gvozdikova S. I., Shvartsburg L. E.** Minimizacija poter' jenerгии putem uvelichenija koeficienta moshhnosti. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 2(20). P. 32–36.
2. **Shvartsburg L. E.** Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19–21.
3. **Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Gvozdikova S. I., Zmиеva K. A.** Avtomatizacija obespechenija pokazatelej bezopasnosti mashinostroitel'nyh tehnologij formoobrazovanija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. S2. Prilozhenie. 24 p.
4. **Gribkov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V.** Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 1. P. 8–11.
5. **Grigoriev S. N.** Tendencii i problemy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva na baze otechestvennogo

6. **Shvartsburg L. E.** Analiz jenergeticheskoi bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98–100.
7. **Shvartsburg L. E.** Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38–43.
8. **Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Zaborowski T.** Chemical contaminations in a process of polishing with an implementation of liquid LCTS. *LIFE SCIENCE JOURNAL*. 2014. N. 11(10s). P. 228–230.
9. **Hudoshina M. Y., Butrimova O. V.** Issledovanie vzaimosvjazej tehnologicheskikh i jekologicheskikh parametrov tehnologicheskoi sredy s primeneniem SOTS. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. — 2011. — N. 6. P. 27–30.
10. **Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V.** Avtomatizacija jekologicheskii obosnovannogo vybora smazochno-ohlazhdajushih tehnologicheskikh sredstv i sistem ih primenenija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N. 1. P. 19–21.



УДК 621:658.264

И. О. Давыдов, асп., МГТУ "СТАНКИН", начальник бюро, e-mail: i.davidov@rambler.ru, ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева"

Повышение энергоэффективности технологических процессов формообразования

Представлены результаты исследования в производственных условиях эффективности снижения потребления энергии при реализации конкретных технологических процессов формообразования методом компенсации реактивной мощности

Ключевые слова: машиностроение, оборудование, технологический процесс, формообразование, энергосбережение, потребляемая мощность, потребляемый ток, реактивная составляющая, компенсация, энергоэффективность

Повышение энергоэффективности технологических процессов является одной из актуальнейших задач, стоящих перед современным машиностроением, с точки зрения его модернизации и повышения конкурентоспособности [1–3]. ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева" не является исключением. Это обусловлено значительным объемом в деятельности предприятия как технологических процессов обработки различных материалов (металла, дерева, пластмасс и т. д.), так и процессов, относящихся к деятельности вспомогательных служб (водоподготовка для бытовых и производственных нужд, производство и передача тепла, передача электроэнергии и т. д.). Способствуют этому и требования законодательства РФ в области энергосбережения.

Вопросы повышения энергоэффективности технологических процессов не могут решаться в отрыве от такого понятия как качество станков и оборудования. Важнейшим показателем качества станков и оборудования является энергопотребление, которое характеризуется, в первую очередь, энергоэффективностью технологических процессов. На предприятии в настоящее время функционирует несколько сотен единиц оборудования разных типов и видов, использующих для реализации технологических процессов электрическую энергию, и которые могут сыграть важную роль в экономии электроэнергии, составляющей существенную долю общего потенциала экономии энергоресурсов.

Следует также отметить, что энергетические характеристики технологических процессов механической обработки в большинстве случаев существенно превышают энергетические характеристики, определяемые режимами резания. Это обусловлено неэффективностью использования технологического оборудования для реализации процессов механической обработки современных материалов, что существенно повышает себестоимость продукции и снижает ее конкурентоспособность. Неэффективность использования оборудо-

вания объясняется в первую очередь реализацией технологических процессов при существенных значениях потребляемых при этом токов и при больших потерях энергии при ее передаче. Применение на входе (трансформаторные подстанции) устройств компенсации реактивной мощности не решает проблемы завышенного потребления электроэнергии при реализации технологических процессов формообразования, так как не охватывает компенсацией заводские силовые цепи большой протяженности. Кроме того, эти устройства не решают основной задачи — устранения проблемы непосредственно в источнике ее возникновения (в нашем случае на технологическом оборудовании).

В работах [4, 5] показано, что технологический процесс формообразования может быть представлен в виде двух процессов — процесса преобразования электрической энергии в механическую и процесса передачи механической энергии в зону обработки. Такой энергетический подход к анализу технологического процесса позволил составить его энергетический баланс [6, 7], который позволил сформировать алгоритмы повышения энергоэффективности технологических процессов формообразования через снижение потерь энергии при ее преобразовании и передаче в зону резания и через компенсацию реактивной составляющей потребляемого при реализации этих процессов тока.

Наибольшее влияние на низкую энергоэффективность технологических процессов формообразования оказывает существенное значение потребляемого тока, вызванное "недогрузкой" станка — реальная мощность на валу двигателя при реализации технологического процесса существенно ниже ее номинального значения.

На заводе была создана и апробирована в реальных условиях экспериментальная установка [8], обеспечивающая компенсацию "недогрузки" станка (рис. 1).

Алгоритм функционирования энергосберегающей установки может быть представлен следу-

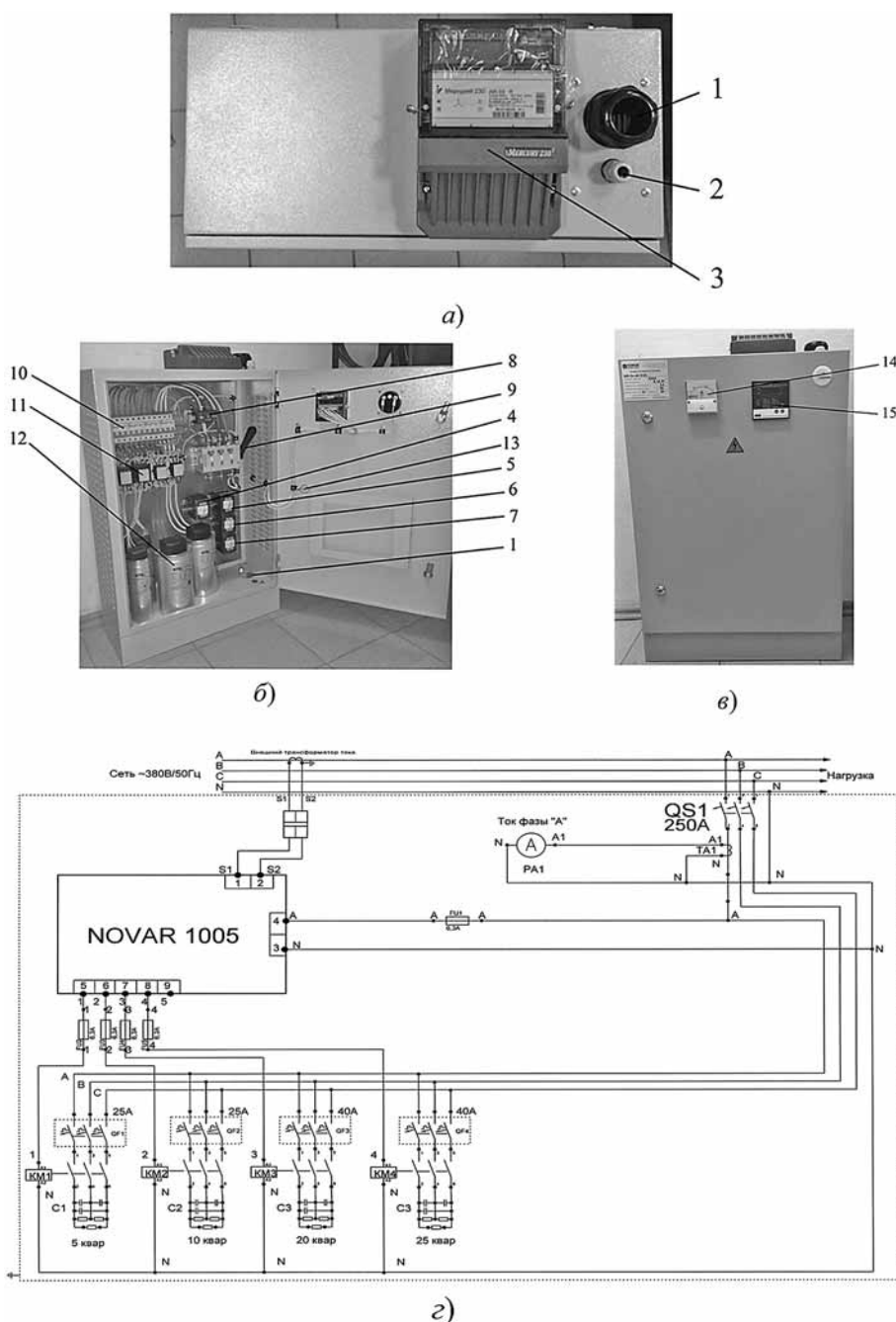


Рис. 1. Экспериментальная установка:

a — вид сверху; *б* — общий вид; *в* — передняя панель; *г* — электрическая схема; 1 — патрубок для ввода/вывода силового кабеля; 2 — патрубок для подвода информации с трансформаторов тока 5, 6, 7 на счетчик электрической энергии; 3 — счетчик электрической энергии трехфазный статический "Меркурий-230"; 4, 5, 6, 7 — трансформаторы тока, обеспечивающие измерение тока в силовой цепи для формирования коммутационного сигнала цифровым микропроцессорным регулятором реактивной мощности и измерения тока в каждой фазе силовой цепи для обеспечения работоспособности счетчика электрической энергии; 8 — трансформатор тока, вырабатывающий информацию для визуализации потребляемого установкой тока; 9 — входной рубильник (выключатель-разъединитель), обеспечивающий подключение установки к силовой цепи; 10 — автоматические выключатели, обеспечивающие подключение соответствующих конденсаторов, а также защиту подключаемых цепей от перегрузки; 11 — блок промежуточных реле (трехфазные магнитные пускатели), обеспечивающие подключение конденсаторов в автоматическом режиме работы установки; 12 — блок конденсаторных батарей; 13 — заземление; 14 — амперметр, показывающий реактивную составляющую потребляемого тока; 15 — регулятор реактивной мощности, обеспечивающий работу установки как в автоматическом, так и ручном режиме

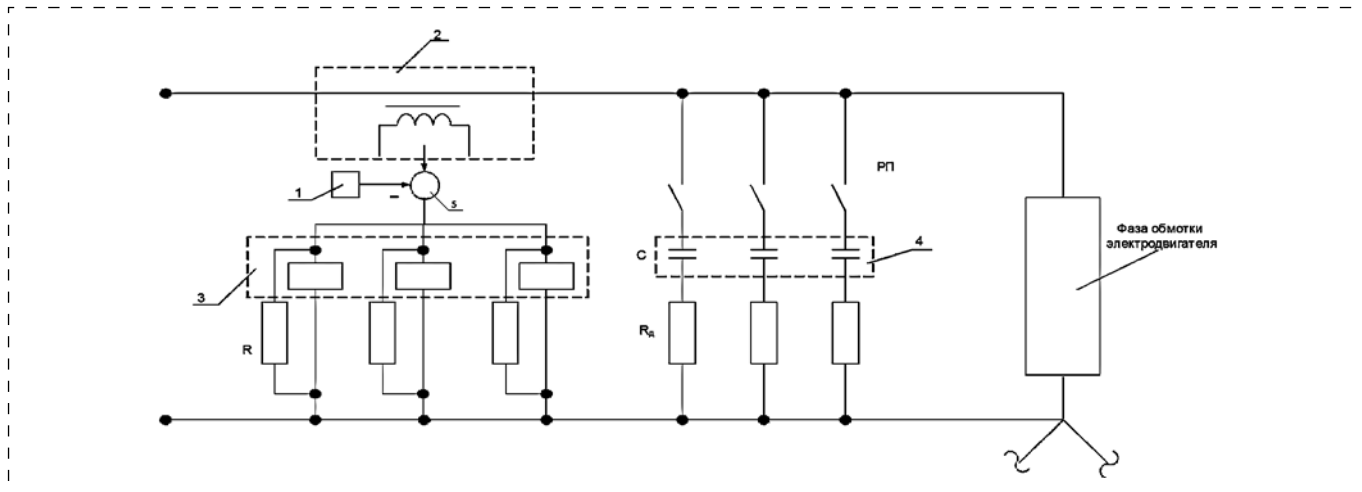


Рис. 2. Схемное решение устройства:

1 — блок датчика тока; 2 — блок измерителя тока; 3 — блок промежуточных реле; 4 — блок конденсаторов; 5 — устройство сравнения

ющей последовательностью операций: измеряется реальный ток, потребляемый электродвигателем при реализации технологического процесса, этот ток сравнивается с номинальным значением тока для данного двигателя, который задается специальным устройством — датчиком тока. В случае превышения значения потребляемого тока его номинального значения разность этих токов поступает на блок коммутационных устройств, подключающих необходимое число конденсаторов.

Схемное решение устройства, реализующего этот алгоритм функционирования, представлено на рис. 2.

Принцип действия устройства заключается в следующем. Работа асинхронных двигателей при мощностях, меньших номинальных значений, характеризуется низким коэффициентом мощности. Это вызывает существенное увеличение потребляемого тока за счет увеличения его реактивной составляющей. Величина потребляемого тока, определяемого измерителем тока 2, сравнивается в устройстве сравнения 5 с номинальным значением тока для данного двигателя, задаваемого датчиком тока 1. В случае превышения значения потребляемого тока его номинального значения разность поступает на блок промежуточных реле 3, ток срабатывания которых регулируется шунтирующим сопротивлением R . При срабатывании соответствующего реле замыкаются соответствующие замыкающие контакты, подключая необходимое число конденсаторов C блока конденсаторов 4. При этом значения шунтирующих сопротивлений R подбираются таким образом, чтобы включение последующего реле не изменяло состояние всех остальных реле блока. Это обеспечивает параллельное включение конденсаторов для обеспечения необходимой компенсации сдвига фаз посредством снижения реактивной составля-

ющей потребляемого тока. Этот алгоритм работы обеспечивает общее снижение потребляемого тока каждой фазы двигателя, а значит и снижение энергоемкости технологического процесса. Добавочные сопротивления R_d обеспечивают согласование номинального напряжения конденсаторов с фазным напряжением силовой цепи электродвигателя. Число промежуточных реле и конденсаторов определяют число ступеней компенсации реактивной составляющей потребляемого тока.

Вышеописанный алгоритм повышения энергоэффективности был реализован на участке инструментального цеха ОАО "Красногорский завод им. С. А. Зверева" с помощью представленной на рис. 1 установки. Исходные данные, которые в итоге были полностью реализованы, для изготовления образца энергосберегающей установки перечислены ниже.

1. Установка должна обеспечивать повышение энергоэффективности технологических процессов формообразования при различных режимах резания без воздействия на другие показатели качества этих технологических процессов.

2. Установка должна обеспечивать повышение энергоэффективности технологических процессов формообразования посредством снижения потребляемого тока при практической реализации этих технологических процессов за счет снижения его реактивной составляющей.

Это требование непосредственно связано с компенсацией реактивной составляющей потребляемой мощности посредством повышения коэффициента мощности электротехнических систем станка, в первую очередь трехфазного асинхронного электродвигателя привода главного движения.

3. Компенсация реактивной составляющей тока должна осуществляться посредством реализации в установке метода компенсации сдвига фаз.

4. Установка должна предусматривать возможность компенсации в автоматическом и неавтоматическом режимах.

Наличие установки двух режимов позволяет не только обеспечить повышение энергоэффективности технологических процессов формообразования, но и проверить ее работоспособность на различном технологическом оборудовании при реализации технологических процессов разных типов и видов, с разными режимами резания, обосновать ее эффективность.

5. Установка должна включать в себя компенсационную и измерительные части.

Наличие компенсационной части обеспечивает реализацию метода компенсации сдвига фаз, а наличие измерительной части, включая возможность визуализации электрических параметров цепи, позволяет сформировать информацию как для компенсационной части, так и для визуализации информации. Последнее необходимо для дальнейшего исследования эффективности установки при обслуживании группы станков.

6. Установка должна обеспечивать работоспособность станка при суммарной потребляемой мощности 60 кВт.

Для реализации этого требования была предусмотрена суммарная реактивная составляющая потребляемой мощности установки 60 кВАр, что предусматривает возможность ее эксплуатации в наихудших условиях, при которых вся потребляемая мощность имеет только реактивную составляющую. Это создает существенный по мощности запас, так как подобная ситуация в реальных условиях невозможна. Компенсация сдвига фаз должна быть осуществлена до значения коэффициента мощности 0,98. Эта компенсация должна обеспечиваться дискретно.

Расчет суммарной реактивной составляющей потребляемой мощности Q для подбора конденсаторов установки осуществлялся по формуле [9]

$$Q = PK(\cos\varphi),$$

где P — активная составляющая потребляемой мощности; K — коррекционный коэффициент, зависящий от текущего и требуемого значений коэффициента мощности — $\cos\varphi$.

Для рассматриваемого случая $P = 60$ кВт; текущее значение коэффициента мощности $\cos\varphi = 0,3...0,6$; требуемое значение коэффициента мощности $\cos\varphi = 0,98$; коэффициент $K = 1,04$. При этих значениях $Q = 62,4$ кВАр.

На основе полученного значения подбирались конденсаторы для установки.

7. Минимальное значение компенсируемой реактивной составляющей потребляемой мощности — 5 кВАр.

8. Шаг ступени компенсации реактивной составляющей потребляемой мощности должен составлять 5 кВАр.

В этом случае число ступеней регулирования составляет $60/5 = 12$.

9. Максимальный потребляемый линейный ток установки должен составлять

$$I_{л} = \frac{P}{\sqrt{3}U_{л} \cos\varphi},$$

где $I_{л}$ — линейный ток; $U_{л}$ — линейное напряжение; P — максимальная активная составляющая потребляемой мощности; $\cos\varphi$ — текущее значение коэффициента мощности.

При $U_{л} = 380$ В, $P = 60$ кВт, $\cos\varphi = 0,6$ имеем $I_{л} = 152$ А.

В таблице представлены результаты, зафиксированные счетчиком "Меркурий-230", при работе оборудования до активации установки компенсации и после.

Во время снятия показаний одновременно производилась работа (точение мелкогабаритных деталей) на четырех токарно-винторезных станках.

Результаты, представленные в таблице, полностью подтверждают достоверность предлагаемого алгоритма и возможность его практической реализации на экспериментальной установке, выполненной в соответствии с вышеизложенными требованиями.

Результаты работы оборудования без установки компенсации и с установкой

Показатели	14:15—15:15		15:15—16:15	
	До компенсации		С компенсацией	
	В начале часа	В конце часа	В начале часа	В конце часа
Активная мощность, Вт	≈65...85	≈65...85	≈65...85	≈65...85
Реактивная мощность, ВАр	≈217	≈217	≈80	≈40
Полная мощность, ВА	≈230	≈230	≈180	≈90
Напряжение сети, В	222	222	222	222
Ток в нагрузке, А	0,45 (в каждой фазе)	0,45 (в каждой фазе)	0,25 (в каждой фазе)	0,15 (в каждой фазе)
Частота сети, Гц	49,97	49,97	49,99	49,99
Сos φ	≈0,34	≈0,34	≈0,5...1	≈0,5...1



Применение установки обеспечивает существенное повышение энергоэффективности технологических процессов, производимых на участке инструментального цеха, при этом повышается коэффициент мощности электротехнических систем станка, снижается реактивная составляющая потребляемой мощности и величина потребляемого тока. Следует также отметить, что активная составляющая потребляемого тока практически не меняется, что обусловлено тем, что она определяется мощностью, необходимой для реализации технологического процесса.

Список литературы

1. Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В. Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 1. — С. 8—11.
2. Григорьев С. Н. Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечествен-

ного станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 7—13.

3. Григорьев С. Н. Решение задач технологического перевооружения машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 5—9.
4. Гвоздкова С. И., Шварцбург Л. Э. Минимизация потерь энергии путем увеличения коэффициента мощности // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 2. — С. 32—36.
5. Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А., Рябов С. А., Гвоздкова С. И., Змиева К. А. Автоматизация обеспечения показателей безопасности машиностроительных технологий формообразования // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № S2. Приложение. — 24 с.
6. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного производства // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
7. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
8. Шварцбург Л. Э. Экоэнергетика технологических процессов формообразования // Экология и промышленность России. — 2012. — № 3. — С. 4—9.
9. Components and modulus. URL: www.tdk-epc.com (дата обращения 24.03.2015).

I. O. Davydov, Postgraduate, Moscow State University of Technology "STANKIN", Head of bureau, e-mail: i.davidov@rambler.ru, JSC "Krasnogorsky zavod"

Increase of Energy Efficiency of Technological Processes of Shaping

The analysis of the energy efficiency of production equipment for process shaping. For this process of shaping considered in the energy representation — is a combination of two processes — the process of converting electrical energy into mechanical energy and the transfer of mechanical energy to the cutting area. The first process is carried out by motor equipment, second — through its kinematics. Proposed and reviewed the algorithm of functioning of energy-saving installation and a detailed description of how it works. Presents the results of the production equipment to active the installation and after. Application installation provides a significant increase in energy efficiency of processes, thus increasing the power factor of electrical systems of the machine, reduced reactive component of power consumption and the amount of current consumption. It should be noted that the active component of the consumed current hardly changes, which is due to the fact that it is determined by the capacity needed to implement the process.

Keywords: mechanical engineering, equipment, technological process, shaping, energy saving, power consumption, current consumption, reactive component, compensation, energy efficiency

References

1. Gribkov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V. Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 1. P. 8—11.
2. Grigoriev S. N. Tendencii i problemy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva na baze otechestvennogo stankostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 3. P. 7—13.
3. Grigoriev S. N. Reshenie zadach tehnologicheskogo perevooruzhenija mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 5—9.
4. Gvozdokova S. I., Shvartsburg L. E. Minimizacija poter' jenerгии putem uvelichenija koeficienta moshhnosti. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 2. P. 32—36.

5. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Gvozdokova S. I., Zmиеva K. A. Avtomatizacija obespechenija pokazatelej bezopasnosti mashinostroitel'nyh tehnologij formoobrazovanija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. S2. Prilozhenie. 24 p.
6. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodoshhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo proizvodstva. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
7. Shvartsburg L. E. Analiz jenergeticheskoy bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98—105.
8. Shvartsburg L. E. Jekojenergetika tehnologicheskikh processov formoobrazovanija. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2012. N. 3. P. 4—9.
9. Components and modulus. URL: www.tdk-epc.com (data accessed 24.03.2015).

Влияние трения на потери мощности в системе "инструмент—заготовка"

Описана установка для экспериментальных исследований потерь мощности, основным элементом которой является машина трения. Приведена методика проведения экспериментальных исследований, а также методика анализа их результатов. Показано на примере применения жидких смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), что потери мощности на трение существенно снижаются при применении жидких смазочных компонентов в узлах трения. Дана количественная оценка снижения потерь мощности и показано, что эффективность применения смазочных средств с точки зрения потерь мощности возрастает с увеличением сил резания.

Ключевые слова: заготовка, инструмент, технологический процесс, трение, мощность, потери, смазочное средство, сила резания, экспериментальные исследования

Развитие современного станкостроения и его модернизация [1–3] тесно связаны в первую очередь с повышением его конкурентоспособности. В связи с этим все большее значение имеет такой показатель качества, как энергоэффективность машиностроительных технологических процессов [4, 5] со снижением потерь мощности при ее передаче в зону резания. Эффективность использования энергии при реализации технологических процессов в значительной степени связана с потерями мощности при ее передаче в зону обработки. Большую роль в формировании этих потерь энергии играет трение в подвижных элементах оборудования, так как на преодоление трения уходит до 30 % потребляемой энергии. Трение является причиной повышенного износа, загрязнений взвесями и примесями, возникновения вибрации, а также шума и других негативных явлений [6–8].

Существенное значение в формировании потерь мощности на трение имеет трение, непосредственно возникающее в зоне обработки — в системе инструмент—заготовка. Определение потерь мощности в этой системе представляет собой значительные трудности. В настоящей работе рассматривается методика экспериментального определения потерь на трение с учетом различного вида смазочных средств, в первую очередь жидких СОТС.

Экспериментальное исследование потерь мощности на трение в системе "инструмент—заготовка" осуществлялось на установке, разработанной на базе универсальной машины трения МТУ-01. Эта установка предназначена для испытаний на трение и изнашивание металлических и неметаллических материалов в условиях применения смазочных материалов (различных масел и пла-

стичных смазок) и без их применения (сухое трение). Схема исследований представлена на рис. 1.

Исследования проводились при взаимном перемещении испытуемых образцов, представляющих собой неподвижный диск 1 и три ролика 2, в среде смазочных материалов и без них. Ролики (на рисунке показан только один) установлены на расстоянии R_k от оси вращения. С помощью машины трения создается сила вертикальной нагрузки P . При вращении вокруг оси, возникает сила трения $F_{тр}$ между роликом и неподвижным диском и связанная с ней радиальная сила нагрузки P_n на неподвижный диск, которая измеряется на расстоянии R_o .

При исследовании сила вертикальной нагрузки P измеряется датчиком усилия, а сила нагрузки, прикладываемая к неподвижному диску, — посредством тензодатчика. Смазочные материалы подаются в точку контакта неподвижного диска с роликами.

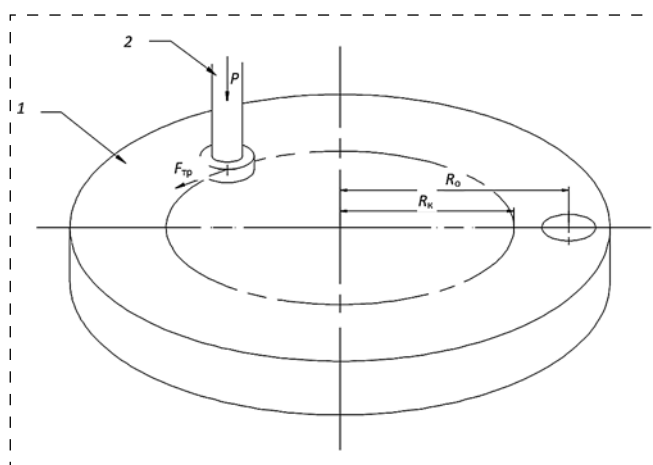


Рис. 1. Схема исследований

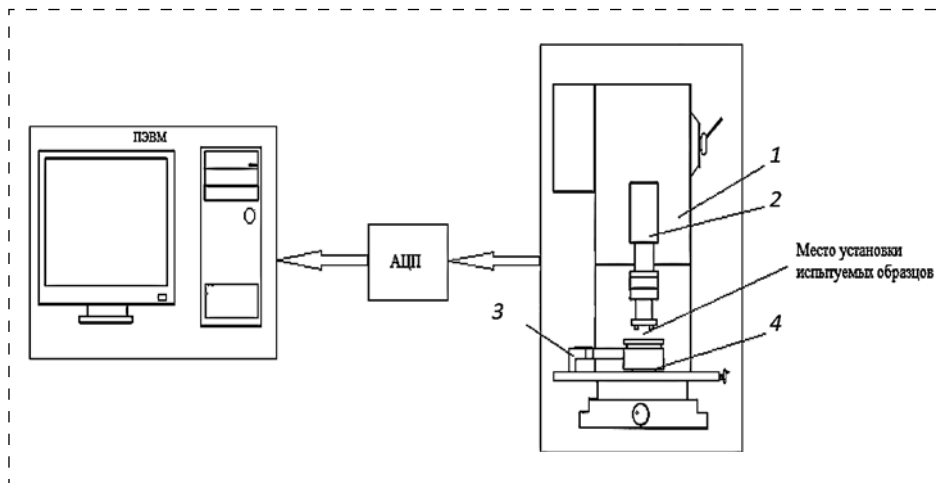


Рис. 2. Схема установки

Схема установки, реализующая данную методику, представлена на рис. 2.

Установка содержит станину 1, узел трения с приводом 2, измерительный блок, включающий в себя тензобалку 3 для измерения радиальной силы нагрузки на неподвижный диск и датчик 4 для измерения силы вертикальной нагрузки. Испытуемые образцы устанавливаются в узел трения.

Результаты измерения формируются посредством программы ZETlab и фиксируются на ПЭВМ. Для согласования показаний датчиков с программой применен аналого-цифровой преобразователь (АЦП) ZET 210 SigmaUSB.

Узел трения обеспечивает закрепление образцов, восприятие осевой нагрузки и возможность изменения этой нагрузки.

Момент M_d (Н·м), создаваемый радиальной силой нагрузки P_H (Н) и действующий на неподвижный диск на расстоянии R_0 (м), рассчитывался по формуле

$$M_d = R_0 P_H.$$

Этот момент соответствует моменту, создаваемому силой трения $F_{тр}$, что позволяет рассчитать эту силу

$$F_{тр} = R_0 P_H / R_K.$$

Коэффициент трения $K_{тр}$ определялся по формуле

$$K_{тр} = F_{тр} / P = R_0 P_H / R_K P.$$

В таблице представлены результаты определения коэффициента трения в случае, когда смазочные средства в зоне трения отсутствуют (сухое трение).

Исследования проводились при изменении силы вертикальной нагрузки P от 280 до 832 Н, значениях $R_0 = 13,4$ мм, $R_K = 11,2$ мм и при времени измерения $t = 60$ с.

Значения коэффициента трения позволяют рассчитать работу $A_{тр}$, затрачиваемую на преодоление трения

$$A_{тр} = \omega t K_{тр} P \pi R_K,$$

где ω — частота вращения, s^{-1} .

Исследования проводились при значениях $\omega = 57,6$ s^{-1} .

Значения $A_{тр}$, полученные при разных условиях экспериментальных исследований, позволяют определить величину снижения потерь на трение при применении жидких СОТС. При этом для расчета мощности, необходимой для преодоления трения $P_{тр}$ (Вт) использовали переходной коэффициент $K_{пер} = 0,93$ Вт/Н·м.

Результаты экспериментальных исследований и расчетов, показывающих влияние жидких СОТС на снижение потерь мощности на трение, также представлены в таблице.

Примем во внимание, что мощность, затрачиваемая на преодоление сухого трения $P_{тр.с}$ и трения при применении жидких СОТС $P_{тр.ж}$, представляет собой с точки зрения энергетического баланса технологических процессов потери активной мощности. По результатам экспериментальных исследований можно определить снижение потерь энергии на трение при применении жидких СОТС, как разность $(P_{тр.с} - P_{тр.ж})$.

Результаты экспериментальных исследований и расчетов

$P, Н$	Сухое трение				Жидкий СОТС				Снижение потерь на трение, Вт ($P_{тр.с} - P_{тр.ж}$)
	$P_H, Н$	$K_{тр}$	$A_{тр}, Н \cdot м$	$P_{тр.с}, Вт$	$P_H, Н$	$K_{тр}$	$A_{тр}, Н \cdot м$	$P_{тр.ж}, Вт$	
280	27	0,11	3743	3481	17	0,07	2382	2215	1266 (36 %)
550	49	0,11	7352	6837	29,5	0,06	4010	3729	3108 (45 %)
832	70	0,10	10 111	9403	41	0,05	5056	4702	4701 (50 %)

Как показали исследования, снижение потерь мощности на преодоление трения жидких СОТС достигает 50 %, а если принять во внимание, что сила P_n моделирует силу резания, то эффективность применения жидких СОТС возрастает с увеличением этой силы.

Список литературы

1. Грибков А. А., Григорьев С. Н., Захарченко Д. В. Развитие зарубежного и российского станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 1. — С. 8—11.
2. Григорьев С. Н. Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечественного станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 7—13.

3. Григорьев С. Н. Решение задач технологического перевооружения машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 5—9.
4. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного производства // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
5. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
6. Шварцбург Л. Э., Дроздова Н. В., Бутримова Е. В. Визуализация в среде MS Visio распространения шума и вибраций в рабочей зоне // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 1. — С. 110—112.
7. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
8. Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А., Рябов С. А., Гвоздкова С. И., Змиева К. А. Автоматизация обеспечения показателей безопасности машиностроительных технологий формообразования // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 2. Приложение. — 24 с.

D. V. Kurtyakov, Postgraduate, e-mail: d.kurtyakov@stankin.ru,
E. Yu. Kochetov, Postgraduate, Moscow State University of Technology "STANKIN"

The Effect of Friction on the Power Loss in the System "Tool—Workpiece"

The paper discusses issues related to the experimental study of the power loss in the system "tool—workpiece". Described apparatus for experimental studies of power losses, the main element kootroy yavlyats friction machine, methodology of experimental studies as well as their method of analysis results. It is shown by the example of the use of liquid coolants that poetri power friction significantly reduced by the use of lubricating components in friction. Quantitative estimation of power losses and reduce the effectiveness of application shown lubricants from the viewpoint of power losses increase with increasing cutting force.

Keywords: workpiece, tool, technological process, friction, power, losses, lubricant, cutting force, experimental studies

References

1. Gribov A. A., Grigoriev S. N., Zaharchenko D. V. Razvitie zarubezhnogo i rossijskogo stankostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 1. P. 8—11.
2. Grigoriev S. N. Tendencii i problemy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva na baze otechestvennogo stankostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 3. P. 7—13.
3. Grigoriev S. N. Reshenie zadach tehnologicheskogo perevooruzhenija mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 5—9.
4. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodoshhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo proizvodstva. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.

5. Shvartsburg L. E. Analiz jenergeticheskoy bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98—105.
6. Shvartsburg L. E., Drozdova N. V., Butrimova E. V. Vizualizacija v srede MS Visio rasprostraneniya shuma i vibracij v rabochej zone. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 1. P. 110—112.
7. Shvartsburg L. E. Jekologicheskoe obespechenie tehnologii formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
8. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Gvozdskova S. I., Zmieva K. A. Avtomatizacija obespechenija pokazatelej bezopasnosti mashinostroitel'nyh tehnologii formoobrazovanija // *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. — 2012. N. S2. Prilozhenie. 24 p.

С. А. Рябов, канд. техн. наук, доц., e-mail: ivanova_na2006@mail.ru,
МГТУ "СТАНКИН"

Снижение энергопотребления комплексным методом с применением жидких СОТС и компенсацией мощности

Рассмотрены такие важные вопросы, как повышение энергоэффективности процессов обработки и технологического оборудования. Представлены экспериментальные исследования, важной задачей которых является снижение полной потребляемой энергии комплексным методом с применением жидких смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) и компенсацией мощности. Отмечено, что внедрение представленных результатов и методов в дальнейшем позволит повысить конкурентоспособность российского машиностроения.

Ключевые слова: энергосбережение, коэффициент мощности, формообразование, компенсация, активная, реактивная составляющие, экспериментальные исследования

Повышение конкурентоспособности отечественного машиностроения является важнейшей задачей производственной деятельности инженеров-машиностроителей [1].

На кафедре "Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности" МГТУ "СТАНКИН" был проведен комплекс экспериментальных исследований, позволяющих определить изменение параметров энергопотребления при использовании методов снижения потребляемой мощности на примере токарной, шлифовальной и сверлильной обработки. Исследования были направлены на выявление методов повышения энергоэффективности технологических процессов с использованием жидких СОТС и использованием метода искусственного повышения коэффициента мощности посредством компенсации сдвига фаз [2] (рис. 1).

В ходе экспериментов на токарно-винторезном станке 16К20 выполнялась операция точения

заготовки из материала Сталь 40 на различных режимах резания. Величины частоты вращения шпинделя, подачи и глубины резания выбирались таким образом, чтобы было возможным составить максимально полную картину результатов [3, 4].

В каждом из экспериментов, при помощи установки для повышения энергоэффективности технологических процессов формообразования, проводилось несколько замеров параметров потребляемого тока при номинальном значении напряжения электрической сети, определялась разность фаз между синусоидами тока и напряжения, вычислялись коэффициент мощности ($\cos \varphi$), а также величина потребляемой мощности (S) и ее активная (P) и реактивная (Q) составляющие.

Была поставлена задача выявления эффективности комплексного применения методов энергосбережения при токарной обработке с применением жидких СОТС и компенсацией реактивной мощности [5, 6].

С этой целью вначале проводились замеры энергопотребления без применения методов энергосбережения, а затем с применением жидких СОТС (использовался раствор Укринол-1М) и компенсацией реактивной составляющей потребляемой мощности на установке для повышения энергоэффективности и определения интегрального экологического показателя качества технологических процессов формообразования [7]. Преимуществом установки является обеспечение повышения энергоэффективности при различных режимах резания без воздействия на другие по-

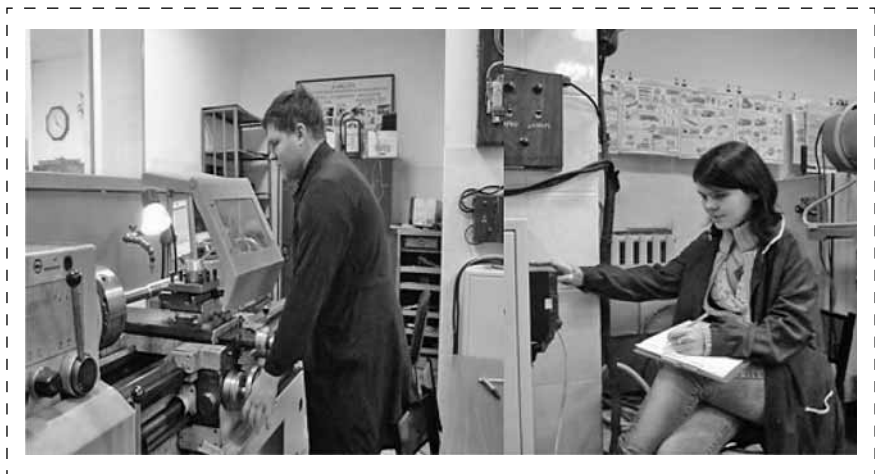


Рис. 1. Проведение экспериментальных исследований

казатели качества технологических процессов. Наличие компенсационной части обеспечивает реализацию метода компенсации сдвига фаз, а наличие измерительной части, включая возможность визуализации электрических параметров цепи, позволяет сформировать информацию как для компенсационной части, так и для оценки электротехнических параметров оборудования для реализации технологических процессов. Последнее необходимо для дальнейшего исследования эффективности установки при обслуживании группы станков.

В свою очередь, экспериментальные исследования, описанные выше, состояли из нескольких групп экспериментов, различающихся между собой значениями параметров режима резания [8]:

1) Первая группа экспериментов производилась при значениях частоты вращения шпинделя 500 мин^{-1} , подаче $0,1 \text{ мм/об}$ и глубине резания 2 мм .

2) Во второй группе экспериментов при прежнем значении частоты вращения шпинделя была увеличена подача до значения $0,2 \text{ мм/об}$ и снижена глубина резания до значения 1 мм .

3) В третьей группе экспериментов была изменена частота вращения шпинделя, которая составила 1000 мин^{-1} . Подача была уменьшена до $0,05 \text{ мм/об}$ и глубина резания — до $0,5 \text{ мм}$.

Таким образом, поставленных опытов стало достаточно для подтверждения теоретических данных и составления более четкой и полной картины зависимости энергопотребления от изменения тех или иных параметров режима резания, применения жидких СОТС или устройства компенсации сдвига фаз между током и напряжением.

В таблице приведены результаты экспериментальных исследований.

Результаты экспериментальных исследований

Методы снижения энергопотребления	P , Вт	S , ВА	Q , ВАр	$\cos \varphi$
Первая группа экспериментов				
Обычная обработка	2002	5078	4664	0,39
С компенсацией	2040	2089	837	0,9
С применением СОТС и компенсацией	1800	2053,5	863	0,87
Вторая группа экспериментов				
Обычная обработка	1937	4796	4384	0,39
С компенсацией	1961,5	1985	746	0,89
С применением СОТС и компенсацией	1694	1886,5	766	0,88
Третья группа экспериментов				
Обычная обработка	2903	5395	4641,5	0,48
С компенсацией	2931,5	2754	829	0,94
С применением СОТС и компенсацией	2512	2570	854	0,93

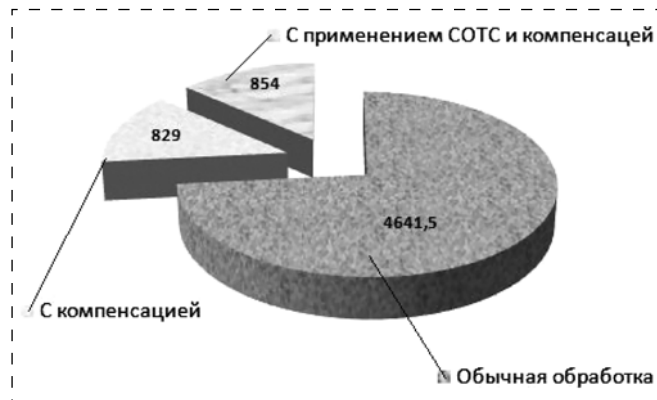


Рис. 2. Снижение реактивной составляющей потребляемой мощности (ВАр)

Как видно из таблицы, комплексное применение методов энергосбережения вызывает суммарный эффект, заключающийся в снижении потребляемой мощности до 60% . Также было установлено, что повышение реактивной составляющей потребляемой мощности при применении жидких СОТС [10] успешно компенсируется посредством компенсации сдвига фаз. При этом активная составляющая потребляемой мощности снижается за счет уменьшения силы резания.

Как видно из рис. 2, применение методов снижения энергопотребления значительно уменьшило реактивную составляющую потребляемой мощности. Это уменьшение достигает пятикратных величин.

Экспериментальные исследования показали, что применение смазочно-охлаждающей жидкостью снижает активную составляющую потребляемой мощности [10]. При этом увеличивается недогрузка станка и, как следствие, снижается коэффициент мощности. Этот эффект успешно компенсируется при подключении в цепь системы статических конденсаторов. В результате действия емкостных токов, разность фаз (φ) уменьшается, а следовательно, увеличивается коэффициент мощности ($\cos \varphi$).

Эффективность применения комплексного метода снижения потребления полной мощности иллюстрирует рис. 3.

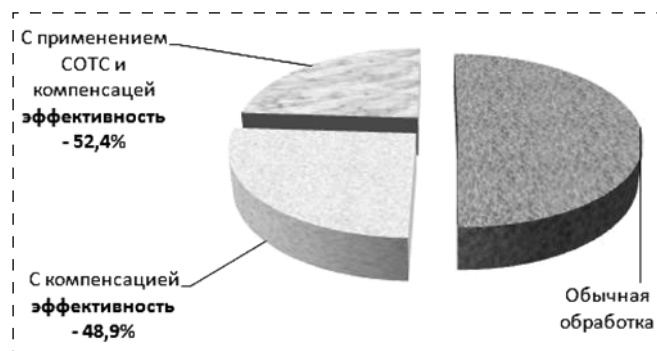


Рис. 3. Эффективность применения комплексного метода снижения потребления полной мощности



Так как параметры технологического процесса остаются неизменными ($P = \text{const}$), можно наблюдать заметное снижение полной потребляемой мощности.

Таким образом, можно сделать вывод, что комплексное использование вышеописанных методов дает возможность уменьшить полную потребляемую мощность и показывает эффективность одновременного использования при реализации технологических процессов жидких СОТС и методов компенсации реактивной составляющей потребляемой мощности.

Список литературы

1. Григорьев С. Н. Повышение эффективности подготовки инженерно-технических кадров для машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 3. — С. 1—14.
2. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—10.
3. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
4. Шварцбург Л. Э., Иванова Н. А., Рябов С. А., Гвоздкова С. И., Змиева К. А. Автоматизация обеспечения

- показателей безопасности машиностроительных технологий формообразования // Безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № S2. Приложение. — 24 с.
5. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
6. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Автоматизация экологически обоснованного выбора смазочно-охлаждающих технологических средств и систем их применения // Безопасность жизнедеятельности. — 2014. — № 1. — С. 19—21.
7. Иванова Н. А. Принципы автоматизации снижения экологических опасностей технологических процессов на примере химических загрязнений // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 73—77.
8. Иванова Н. А., Рябов С. А., Шварцбург Л. Э. Алгоритм функционирования автоматической системы управления концентрацией углеводородов при токарной обработке // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 2. — С. 57—62.
9. Иванова Н. А. Минимизация химического загрязнения как один из способов обеспечения экологической безопасности технологических процессов с применением СОТС // Безопасность жизнедеятельности. — 2006. — № 6. — С. 16—18.
10. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Zaborowski T. Chemical contaminations in a process of polishing with an implementation of liquid LCTS // LIFE SCIENCE JOURNAL. — 2014. — N 11. — P. 228—230.

S. A. Ryabov, Associate Professor, e-mail: ivanova_na2006@mail.ru, Moscow State University of Technology "STANKIN"

Decrease in Energy Consumption by a Complex Method with Application of Liquid LCTS and Compensation of Power

It is known that for today time such important questions as increase of energy efficiency of processing and processing equipment are raised and solved. On it an important problem of the pilot studies presented in article is decrease in the total consumed energy by a complex method with application of liquid lubricant-cooling technological substances (LCTS) and compensation of power. Introduction of the presented results and methods will allow to increase further competitiveness of the Russian mechanical engineering.

Keywords: energy saving, power factor, shaping, compensation, active, jet components, pilot studies

References

1. Grigoriev S. N. Povyshenie jeffektivnosti podgotovki inzhenerno-tehnicheskikh kadrov dlja mashinostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 3. P. 1—14.
2. Shvartsburg L. E. Analiz jenergeticheskoy bezopasnosti tehnologicheskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98—10.
3. Shvartsburg L. E. Jekologicheskoe obespechenie tehnologij formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38—43.
4. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Gvozdkova S. I., Zmieva K. A. Avtomatizacija obespechenija pokazatelej bezopasnosti mashinostroitel'nyh tehnologij formoobrazovanija. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2012. N. 2. Prilozhenie. 24 p.
5. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19—21.
6. Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V. Avtomatizacija jekologicheskij obosnovannogo vybora smazочно-ohlazhdajushchih tehnologicheskikh sredstv i sistem ih primeneniya. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2014. N. 1. P. 19—21.
7. Ivanova N. A. Principy avtomatizacii snizhenija jekologicheskikh opasnostej tehnologicheskikh processov na primere himicheskikh zagrjaznenij. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 73—77.
8. Ivanova N. A., Ryabov S. A., Shvartsburg L. E. Algoritm funkcionirovanija avtomaticheskoy sistemy upravlenija koncentraciej uglevodorodov pri tokarnoj obrabotke. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 2. P. 57—62.
9. Ivanova N. A. Minimizacija himicheskogo zagrjaznenija kak odin iz sposobov obespechenija jekologicheskoy bezopasnosti tehnologicheskikh processov s primeneniem SOTS // *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti*. 2006. N. 6. P. 16—18.
10. Shvartsburg L. E., Ivanova N. A., Ryabov S. A., Zaborowski T. Chemical contaminations in a process of polishing with an implementation of liquid LCTS. *LIFE SCIENCE JOURNAL*. 2014. N. 11. P. 228—230.

УДК 504.064

Н. Р. Букейханов, д-р хим. наук, проф., e-mail: Bukeihanov2010@yandex.ru,
Л. Э. Шварцбург, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
С. И. Гвоздкова, канд. техн. наук, доц., **И. М. Чмырь**, канд. хим. наук, доц.,
МГТУ "СТАНКИН"

Методика использования матрицы "Управление безопасностью" для изучения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности"

Проанализирован вариант пирамиды потребностей А. Маслоу, в котором оценка воздействия опасных и вредных производственных факторов на экологическую и производственную безопасность распространена на все уровни пирамиды, что позволяет подчеркнуть качественные различия данных факторов на каждой ступени пирамиды. Предложено представить управление всеми видами потребностей в области безопасности и их взаимное влияние в виде соответствующей матрицы, что позволяет более методично отражать различные варианты взаимосвязи потребностей и формировать широкий круг задач (упражнений) для студентов (слушателей курсов повышения квалификации) по углубленному изучению дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, вредный производственный фактор, дисциплина, матрица, методика, опасный производственный фактор, оптимизация, производственная безопасность, управление, экологическая безопасность

Обеспечение экологической и производственной безопасности технологических процессов является актуальным направлением развития современного машиностроительного производства [1, 2].

Одной из основных обобщенных задач изучения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" (БЖД) является приобретение студентами навыков анализа и синтеза, критического мышления, обобщения, принятия решений для обеспечения безопасности [3–7].

В классической пирамиде А. Маслоу ступени пирамиды обозначают последовательность их реализации с приоритетностью двух нижних ступеней — потребностей в ресурсах питания и безопасности.

В работах [8–10] обращено внимание на то обстоятельство, что каждая ступень пирамиды А. Маслоу зрительно отделена от других ступеней. Это может восприниматься студентами (слушателями курсов повышения квалификации) таким образом, что только во второй ступени сосредоточены все виды опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ).

Учитывая типичную для современной молодежи "клиповость" восприятия, сформированную гипердоступностью видео- и текстовой инфор-

мации, авторы работ [8–10] с целью повышения информативности зрительного восприятия предложили вариант пирамиды А. Маслоу, в котором оценка воздействия опасных и вредных производственных факторов на безопасность распространена на все уровни пирамиды. Это позволяет подчеркнуть качественные различия ОВПФ на каждой ступени пирамиды. Таким же образом можно представить взаимосвязи других ступеней пирамиды (рис. 1).

Качественно новым предложением в работах [8–10] явилось рассмотрение предлагаемого варианта пирамиды А. Маслоу как модели иерархии управления, в которой функция пятой топовой ступени заключается в управлении деятельностью общества с целью оптимизации воздействия опасных и вредных производственных факторов на экологическую и производственную безопасность.

Представим управление всеми видами потребностей и их взаимное влияние в виде соответствующей матрицы (рис. 2). Она дает возможность более методично отражать различные варианты взаимосвязи потребностей и формировать широкий круг задач (упражнений) для студентов (слушателей курсов повышения квалификации) по углубленному изучению дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

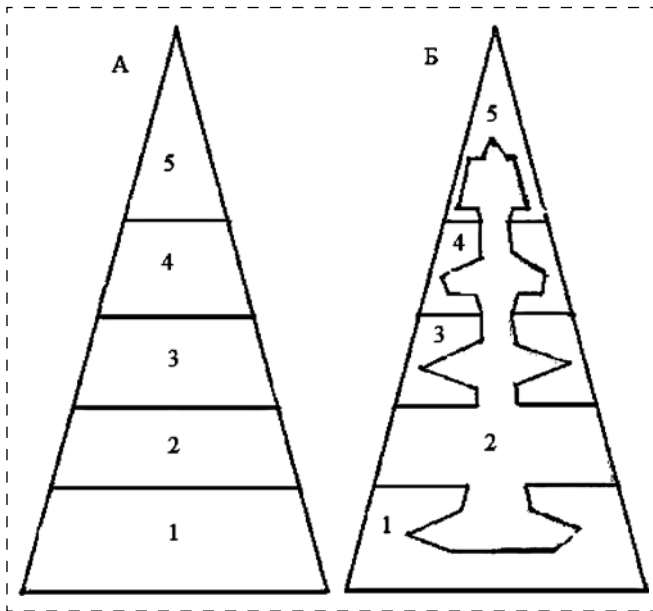


Рис. 1. Пирамида потребностей А. Маслоу (А) и ее вариант (Б), отражающий взаимосвязь различных видов потребностей с потребностью в управлении безопасностью: 1 — первичные ресурсы; 2 — потребность в безопасности; 3 — принадлежность к группе; 4 — успешность; 5 — успехи самореализации и потребность в управлении

Измерение матрицы	6	5	4	3	2	1
6	6.6	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1
5	5.6	5.5	5.4	5.3	5.2	5.1
4	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2	4.1
3	3.6	3.5	3.4	3.3	3.2	3.1
2	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1
1	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1

Рис. 2. Вариант матрицы "Управление функциями взаимосвязи между потребностями" для изучения дисциплины "Безопасность жизнедеятельности": 1 — первичные ресурсы; 2 — потребность в безопасности; 3 — принадлежность к группе; 4 — успешность; 5 — успехи самореализации и потребность в управлении; 6 — управление

Ниже приведены примеры заданий для студентов и слушателей, решаемых с помощью данной матрицы (см. рис. 2).

Вариант 6.1. Укажите действия государства по использованию природных ресурсов как основу для обеспечения населения продуктами питания, одеждой, жильем.

Вариант 1.6. Влияние состояния природных ресурсов как основы для обеспечения населения продуктами питания, одеждой, жильем на действия государства по использованию природных ресурсов.

Вариант 6.2. Укажите действия государства, руководства предприятий по идентификации, исследованию опасностей и разработке мер по их минимизации.

Вариант 2.6. Опишите воздействие ОВПФ на человека с целью разработки мероприятий по сохранению здоровья, минимизации воздействия ОВПФ.

Вариант 6.3. Укажите (опишите, перечислите) действия государства, руководства предприятий, каждого человека по выбору направлений деятельности в области БЖД — подготовка кадров в вузах, колледжах, семье, повышение квалификации специалистов на предприятии.

Вариант 3.6. Опишите мероприятия по подготовке кадров в вузах, повышению квалификации специалистов в области БЖД, направленные на управление обеспечением экологической и производственной безопасности.

Вариант 6.4. Укажите (опишите, перечислите) эффективность (успешность) действий государства, руководства предприятий, каждого человека по управлению:

- мероприятиями по идентификации ОВПФ;
- действиями по минимизации воздействия ОВПФ на человека;
- действиями по минимизации образования ОВПФ.

Вариант 6.5. Опишите примеры самореализации специалистов в области БЖД, деятельность которых направлена на управление обеспечением экологической и производственной безопасности.

Вариант 4.1. Укажите (опишите, перечислите) эффективность (успешность) мероприятий, направленных на:

- рациональное использование природных ресурсов;
- использование альтернативных источников получения энергии;
- обеспечение населения продуктами питания, одеждой, жильем.

Вариант 4.2. Укажите (опишите, перечислите) эффективность (успешность) мероприятий по обеспечению экологической и производственной безопасности:

- идентификация ОВПФ;
- минимизация воздействия ОВПФ на человека;
- минимизация образования ОВПФ.

Вариант 3.2. Опишите цель создания организаций, партий, экологических движений, деятельность которых направлена на обеспечение экологической безопасности.

Вариант 3.4. Укажите (опишите, перечислите) эффективность (успешность) действий организаций, партий, экологических движений по обеспечению экологической безопасности.

Вариант 2.1. Опишите использование природных ресурсов как основы для обеспечения населения продуктами питания, одеждой, жильем

Вариант матрицы анализа экологической и производственной безопасности на основе исследования идентификации и воздействия ОВПФ на человека

Этап жизненного цикла	ОВПФ			
	Физические	Химические	Биологические	Психофизиологические
Добыча ресурсов	1.1	1.2	1.3	1.4
Производство изделий	2.1	2.2	2.3	2.4
Транспортировка	3.1	3.2	3.3	3.4
Эксплуатация	4.1	4.2	4.3	4.4
Утилизация, рециклинг, ремонт	5.1	5.2	5.3	5.4

с учетом требований экологической и производственной безопасности:

- добыча ископаемых ресурсов;
- минимизация образования ОВПФ при производстве энергии;
- использование альтернативных источников энергии.

Оптимизация воздействия ОВПФ на экологическую и производственную безопасность может осуществляться с учетом жизненного цикла используемой в процессе жизнедеятельности человеком продукции [11]. В таблице представлен вариант матрицы анализа экологической и производственной безопасности на основе исследования идентификации и воздействия ОВПФ на человека на этапах жизненного цикла.

Одно измерение матрицы анализа соответствует пяти этапам жизненного цикла, а другое — основным видам ОВПФ, включающим в себя физические, химические, биологические и психофизиологические факторы. Анализ матрицы осуществляется посредством последующего присвоения элементам матрицы соответствующих значений, например, по системе ранжирования серьезности воздействия от 0 до 4, где 0 — характеризует наивысшее воздействие и соответствует худшей оценке, а 4 — характеризует наименьшее воздействие и соответствует лучшей оценке. Данный подход является качественным.

После проведения оценки каждого элемента матрицы вычисляют общий рейтинг, характери-

зующий экологическую и производственную безопасность как общую сумму значений элементов матрицы:

$$R = \sum_i \sum_j M_{i,j}, \quad (1)$$

где R — общее значение рейтинга экологической и производственной безопасности; i, j — измерения матрицы; $M_{i,j}$ — значения соответствующих элементов матрицы.

Таким образом, анализ матрицы воздействия ОВПФ на экологическую и производственную безопасность позволит формировать широкий круг задач для студентов, слушателей курсов повышения квалификации по углубленному изучению дисциплины "Безопасность жизнедеятельности".

Список литературы

1. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
2. Григорьев С. Н. Роль технических вузов в инновационном развитии промышленности // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 3. — С. 5—7.
3. Григорьев С. Н. Тенденции и проблемы модернизации машиностроительного производства на базе отечественного станкостроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 7—13.
4. Григорьев С. Н. Кадровое обеспечение российского машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 1. — С. 5—8.
5. Шварцбург Л. Э., Звенигородский Ю. Г., Букейханов Н. Р. Методология разработки проектов ресурсосбережения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 2. — С. 14—17.
6. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38—43.
7. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98—105.
8. Букейханов Н. Р., Канбетов А. Ш., Никищечкин А. П., Чмырь И. М. Пирамида потребностей и проблемы безопасности жизнедеятельности // Экология и промышленность России. — 2013. — № 8. — С. 59—61.
9. Букейханов Н. Р., Закшевская Н. Н., Никищечкин А. П., Чмырь И. М. Пирамида А. Маслоу в маркетинге безопасности // Социология. — 2013. — № 2. — С. 139—143.
10. Bukeikhanov N. R., Obuhova E. V., Chmyr I. M., Zakshevskaaya N. N., Nikishechkin A. P. Hierarchy of needs management // News of Science and Education/Economics, Public administration, Law. — 2014. — N 4(5). — P. 63—67.
11. Промышленная экология: учебное пособие для вузов / Пер. с англ. / Под ред. Э. В. Гирусова. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. — 527 с.



N. R. Bukeikhanov, Professor, e-mail: Bukeihanov2010@yandex.ru, L. E. Shvartsburg, Professor, Head of Chair, S. I. Gvozdokova, Associate Professor, I. M. Chmyr, Associate Professor, Moscow State University of Technology "STANKIN"

The Methodology of Using a Matrix "Control of Safety" for Study of Discipline "Life Safety"

The aim of this research work is to adapt the methods of using the matrix "control of safety" for study of the subject "Life safety". The authors of this research work paid attention to the fact that each level of the pyramid A. Maslow visually separated from the other levels. This can be perceived by students (students of courses for advanced training) so that only in the second level are concentrated all kinds of dangerous and deleterious production factors. Analyze options A. Maslow pyramid, in which impact assessment dangerous and deleterious production factors on environmental and production safety is common to all levels of the pyramid. This allows to explain qualitative differences of these factors at each level of the pyramid. Also can be explain correlation of other levels of the pyramid. In this research work is analyzed the control of all types of needs and their correlation in the form of the corresponding matrix. It allows to create and analyze a variety of tasks (exercises) for students (students of courses for advanced training) for study of the subject "Life safety".

Keywords: life safety, deleterious production factor, dangerous production factor, subject, matrix, methodology, optimization, production safety, control, environmental safety

References

1. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodoshchitnoye obespecheniye avtomatizirovannogo mashinostroyeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19–21.
2. Grigoriev S. N. Rol' tekhnicheskikh vuzov v innovatsionnom razvitiy promyshlennosti. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 3. P. 5–7.
3. Grigoriev S. N. Tendencii i problemy modernizacii mashinostroitel'nogo proizvodstva na baze otechestvennogo stankostroeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. — 2010. — № 3. — P. 7–13.
4. Grigoriev S. N. Kadrovoe obespechenie rossijskogo mashinostroyeniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 1. P. 5–8.
5. Shvartsburg L. E., Zvenigorodskij Y. G., Bukeihanov N. R. Metodologiya razrabotki proektov resursoberezheniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 2. P. 14–17.
6. Shvartsburg L. E. Ekologicheskoye obespecheniye tekhnologiy formoobrazovaniya. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38–43.
7. Shvartsburg L. E. Analiz energeticheskoy bezopasnosti tekhnologicheskikh protsessov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98–105.
8. Bukeikhanov N. R., Kanbetov A. S., Nikishechkin A. P., Chmyr I. M. Piramida potrebnostey i problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*. 2013. N 8. — P. 59–61.
9. Bukeikhanov N. R., Zakrzewski N. N., Nikishechkin A. P., Chmyr I. M. Piramida A. Maslou v marketinge bezopasnosti. *Sotsiologiya*. 2013. N. 2. P. 139–143.
10. Bukeikhanov N. R., Obuhova E. V., Chmyr I. M., Zak shevskaya N. N., Nikishechkin A. P. Hierarchy of needs management. *News of Science and Education/Economics, Public Administration, Law*. 2014. N. 4(5). P. 63–67.
11. **Promyshlennaya ekologiya:** Uchebnoye posobiye dlya vuzov / Pod red. E. V. Girusova. M.: YUNITI-DANA, 2004. 527 p.

УДК 504

М. Ю. Худошина, д-р физ.-мат. наук, проф., e-mail: hudosh@stankin.ru,
О. В. Бутримова, канд. техн. наук, доц., МГТУ "СТАНКИН"

Методологический подход к преподаванию дисциплины "Науки о Земле" для подготовки бакалавров по направлению "Техносферная безопасность"

Изложен методологический подход к преподаванию дисциплины "Науки о Земле", в соответствии с которым изучаемые темы дисциплины распределены по учебно-образовательным модулям. Также дано распределение тем по различным видам аудиторной работы и самостоятельной работы студентов. Сформулированы обобщенные задачи (компетенции) изучения дисциплины. Обосновывается необходимость изучения данной дисциплины в рамках направления "Техносферная безопасность".

Ключевые слова: науки о Земле, методологический подход, техносферная безопасность, преподавание

Дисциплина "Науки о Земле" относится к вариативным дисциплинам математического и естественнонаучного цикла Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) [1], обеспечивает понимание логических взаимосвязей в системе "человек — техносфера — природа". Она базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла: математика, физика, химия, экология [2—4].

Основной целью дисциплины "Науки о Земле" является формирование у студентов обобщенного, системного понимания строения, функционирования, развития и взаимосвязей биосферы Земли и ее компонентов, изучение современных методов исследования.

Основными обобщенными задачами (компетенциями) дисциплины являются:

приобретение: способности к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов (ОК — 12); умения пользоваться глобальными информационными ресурсами и работать с информацией из различных источников для решения задач в области техносферной безопасности (ОК — 13);

овладение: навыками организовать свою работу ради достижения поставленных целей, использовать инновационные идеи (ОК — 6); навыками применения законов и методов математики, гуманитарных и экономических наук в своей профессиональной деятельности (ОК — 11);

формирование: культуры безопасности и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК — 7); способности работать самостоятельно (ОК — 8); потребности и способности к обучению и познавательной деятельности (ОК — 4, ОК — 10); способности к абстрактному и критическому мышлению, проведению исследований, принятию решений в пределах полномочий и разрешения проблемных ситуаций (ОК — 9, ОК — 12); способности принимать участие в научно-исследовательских разработках по профилю подготовки: систематизировать информацию по теме исследований, принимать участие в экспериментах, обрабатывать полученные данные (ПК — 20).

В результате освоения дисциплины "Науки о Земле" студент должен:

знать: естественные процессы, протекающие в литосфере, атмосфере, гидросфере; основы строения, функционирования природных систем и их компонентов (сфер), факторы, определяющие устойчивость биосферы; характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу;

уметь: разрабатывать предложения по реабилитации территории, классифицировать системы по степени антропогенного воздействия; анализировать антропогенное влияние на состояние биосферы; осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики климатических условий; использовать принципы рационального природопользования в условиях будущей профессиональной деятельности;

владеть: понятийно-терминологическим аппаратом в области техносферной безопасности, навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды.

При изучении дисциплины рассматриваются следующие вопросы: строение Земли, ее характеристики, состав, процессы формирования земной коры, рельефа; основные процессы, происходящие в атмосфере, литосфере и гидросфере, антропогенное влияние; условия формирования и тенденции развития биосферы; формирование почвенного покрова и почвообразование; возникновение и развитие гидросферы Земли, ее структура, виды обмена и круговороты, влияние на климат; классификация климатов, климатообразующие факторы; классификация геосистем; особенности функционирования и устойчивости ландшафтов, зональность растительного покрова; картографический метод изучения геосфер.

В соответствии с перечисленными выше областями знаний формируется содержание дисциплины, ее основные разделы и базовые модули.

Общая трудоемкость дисциплины составляет четыре зачетные единицы. Аудиторные занятия, в которые включены лекции и практические занятия, составляют 40 % общей трудоемкости. Значительную часть — 35 % общей трудоемкости дисциплины составляет самостоятельная работа студентов. Она включает в себя подготовку презентаций, докладов по различным темам дисциплины, написание реферата. На промежуточный и итоговый контроль приходится 25 % общей трудоемкости.

Изучаемый материал состоит из шести разделов, соответствующих шести модулям дисциплины. Основное их содержание приведено ниже.

Модуль 1. Геология и гидрогеология

Строение земли. Представление о форме Земли как эллипсоиде Красовского. Геофизические методы как способ изучения строения Земли. Сейсмический метод оценки внутреннего строения Земли. Р- и S-волны. Модель строения Земли: земная кора, мантия, ядро; их состав. Основные характеристики Земли. **Литосфера Земли.** Типы земной коры, процессы формирования. Особен-



ности континентальной и океанической коры. Сейсмическая граница. Химический состав земной коры. Минералы, горные породы. **Эндогенные (внутренние) процессы.** Характеристика этих процессов, их движущие силы, формы движения. Концепция тектоники литосферных плит. Доказательства теории литосферных плит. Виды перемещений, типы границ между плитами и варианты наложения. Понятия коллизии, обдукции и субдукции, рифта. Вертикальные и горизонтальные движения и их причины. Основные литосферные плиты Земли. Магматизм, вулканизм, землетрясения. **Экзогенные (внешние) процессы.** Причины возникновения. Виды: выветривание, денудация, аккумуляция, склоновые процессы, солифлюкционные процессы, флювиальные, гляциальные, криогенные карстовые, эоловые, береговые морские процессы, гравитационные процессы на дне океана. **Методы исследования литосферы.** Стратиграфическая шкала. Методы геохронологии. История развития Земли. **Подземные воды.** Процессы формирования, состав и свойства, схема залегания подземных вод. Минерализация подземных вод. **Криосфера Земли.** Криолитозоны. Строение, распространение и условия возникновения криолитозон. Типы криолитозон. Основные перегляционные процессы. Перегляционные формы рельефа. Гляциальные системы. Баланс поступления, сохранения и отдачи материала в гляциальных системах. Режим ледника. Ледниковый рельеф. **Рельеф Земной поверхности.** Классификация. Факторы рельефообразования. Выветривание горных пород. Механическое и химическое выветривание и их влияние на формирование рельефа. Процессы склонообразования. Развитие и нарушение формы рельефа. Концепции формирования рельефа. Рельеф как фактор климатообразования. Методы изучения.

Модуль 2. Почвоведение

Почвенный покров Земли. Понятие о почве как о биокосной системе. Химический состав почвы. Процессы гумификации и образования гумуса. Минеральные и органические вещества почвы. Емкость катионного обмена. **Почвенные процессы.** Условия образования почвенного покрова. Характеристика почв. Гранулометрический состав, почвенная влага, почвенные горизонты. Почвенные процессы: перемещение вещества, оподзоливание, ферралитизация, перемещение органических веществ. **Морфология почв.** Зональность. Основные типы и свойства почв. Почвенный профиль. Почвенные горизонты. Почвообразующие факторы: климат, геологические условия. Рельеф или топография, живые организмы, время. Типы почв. Почвенные зоны России. **Изменение почв** при освоении, мелиорации, рекультивации. Окультуривание почв, эрозия и деградация почв.

Процессы воздействия на почвы: физические и химические. Виды воздействия на почвы: эрозия, уплотнение, засоление, латеризация. Основные принципы ухода за почвами.

Модуль 3. Гидрология

Гидросфера Земли. Структура гидросферы. Физические и химические свойства воды. Эволюция гидросферы. Понятие серпентинизации. **Поверхностные воды.** Воды Мирового океана, течения, волны в океане, приливы и отливы. Влияние Мирового океана на климат. Водоёмы суши. Типы потоков. **Подземные воды.** Зона насыщения. Подземный грунтовый сток. **Большой и малый круговорот воды** в природе. Гидрология водного бассейна. Основные процессы гидрологии водного бассейна. **Методы исследования гидросферы.** Мониторинг водных систем. Гидрологический цикл. Паводковый гидрограф реки.

Модуль 4. Климатология и метеорология

Климат и климатообразующие факторы. Погода. Метеорологические элементы. Основные климатообразующие факторы. Формирование и динамика климата. Антропогенное влияние на климат Земли. **Солнечная радиация и радиационный баланс.** Фотосинтетически активная радиация. Микроклимат и фитоклимат. **Атмосфера Земли.** Состав и строение. Процессы и явления в атмосфере. Ультрафиолетовое излучение солнца. Движение воздушных масс в атмосфере. Факторы, определяющие движение. Модели циркуляции атмосферы. Циклоны и антициклоны. **Климат.** Классификация климатов в России и их распространение. Микроклимат города. Методы исследования атмосферы.

Модуль 5. Ландшафтоведение

Классификация геосистем. Функционирование, продуктивность и устойчивость ландшафтов. Продуктивность как характеристика геосистем. Условия устойчивости ландшафта. **Зональность растительного покрова.** Характеристика растительных зон России как компонентов ландшафтов. Климатические пояса, секторы, природные зоны, ландшафты.

Модуль 6. Картографическое изучение сфер Земли

Картографический метод изучения геосфер в естественных науках. Направления картографии: картоведение; математическая картография; составление и редактирование карт; издание карт (методы и процессы печати). Методы построения карт. Технология картографических проекций. Картометрия. Картограмма. Карты географические и топографические. Топография. Методы топо-

графии. Барический метод. Метод триангуляции. Картирование биогеохимическое.

Материалы по перечисленным выше модулям излагаются в лекционном курсе. Значительную часть курса составляют практические занятия: 22,5 % общей трудоемкости дисциплины и 56 % объема аудиторных занятий.

Практические занятия являются формой проведения групповой аудиторной учебной работы под руководством преподавателя. Цель их состоит в углублении знаний по лекционному материалу, выработке навыков и умений применять полученные знания на практике при выполнении расчетных и практико-ориентированных задач. Преподаватель излагает типовую методику решений, после рассмотрения которой выдает студентам варианты заданий. Тематика практических занятий сформирована в соответствии с содержанием модулей.

При изучении Модуля 1. Геология и гидрогеология целью практических занятий является формирование восприятия Земли как единой целостной системы и освоение методов ее исследования. Соответственно, тематикой семинаров являются: литосфера; эндогенные процессы; экзогенные процессы; методы исследования литосферы; подземные воды; криосфера Земли; рельеф.

Проведение практических занятий Модуля 2. Почвоведение нацелено на осознание масштабов влияния антропогенной деятельности на деградацию почв и овладение навыками выработки решений по ее защите. Тематикой является: почвенный покров Земли, понятие о почве как о биокосной системе; условия образования и распространения почвенного покрова и почвообразования, почвенные процессы; морфология почв, зональность, основные типы и свойства почв, почвенные зоны России, изменения почв при освоении, мелиорации, рекультивации.

Целью практических занятий при изучении Модуля 3. Гидрология является овладение методиками расчета и приобретение навыков анализа проведенных расчетов и их результатов. Тематика практических занятий: расчет основных параметров процессов массопереноса в физико-химических системах, изучение уравнений водного баланса земного шара, расчет скорости течения.

Цель проведения практических занятий по Модулю 4. Климатология и метеорология — изучение основных климатических процессов на Земле и оценка влияния человеческого фактора на характер, скорость и направление климатических изменений. Тематика практических занятий при изучении этого модуля являются: анализ процессов образования и разрушения озонового слоя Земли; моделирование круговорота кислорода и азота в атмосфере Земли; фотосинтез: факторы, оказывающие влияние на процесс фотосинтеза; изменения климата, изуче-

ние причин возникновения "парникового эффекта", прогноз развития экологической ситуации.

При изучении Модуля 5. Ландшафтоведение целью практических занятий является формирование умения определять причинно-следственные связи при исследовании антропогенного влияния на компоненты геосистем. Тематика практических занятий: ландшафт и этногенетические процессы; взаимосвязь биотических и абиотических компонентов геосистем, их экологические функции.

Проведение практических занятий по Модулю 6. Картографическое изучение сфер Земли ставит целью ознакомление с методами картографии и возможностями их использования при анализе биосферных изменений и оценке антропогенного влияния. Соответственно, темами практических занятий являются: топографические карты, их назначение; методы построения карт.

Большое внимание в изучении дисциплины "Науки о земле" уделяется самостоятельной работе (35 % общей трудоемкости дисциплины). Целью самостоятельной работы является формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску неординарных решений, аргументированному обоснованию своих предположений, умений подготовки выступлений, составлению докладов и оформления презентаций.

Самостоятельная работа заключается в углубленной проработке и изучении отдельных тем дисциплины, подготовке к семинарским занятиям и проводимым на них практическим расчетам, рубежным контролям, подготовке реферата на избранную тему, подготовке к зачету и экзамену.

Студенты готовят принтерный вариант реферата, делают по нему презентацию и доклад перед студентами группы. Тематика рефератов выдается преподавателем после первых лекций.

Тематика реферата должна иметь профессионально-ориентированный характер, быть связанной с профессиональной деятельностью выпускников и соответствовать теме изучаемого модуля.

Качество реферата оценивается по полноте раскрытия темы, структуре, новизне, числу используемых источников, самостоятельности его написания, по степени обобщения и убедительности выводов, по инновационности решений. Качество доклада по реферату оценивается по его уровню с учетом владения терминологией, последовательного и свободного изложения. Реферат оценивается в системе балльно-рейтингового контроля и итоговой рейтинговой оценке по дисциплине.

При реализации программы дисциплины "Науки о Земле" используются различные образовательные технологии с использованием интерактивных форм обучения: лекции, в том числе в форме беседы и дискуссии с разбором конкретных ситуаций,



призванных повысить наглядность изучаемых методов; практические занятия — в форме дискуссии, с разбором конкретных ситуаций, в виде решения конкретных задач, выполнения творческих заданий.

Для успешной реализации преподавания данного курса, необходимо формирование учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, которое заключается в наличии основной и дополнительной литературы и использовании программного обеспечения и интернет-ресурсов [5], материально-технического обеспечения дисциплины в виде электронной библиотеки, содержащей учебную, научную и методическую литературу; участка "Технологическая среда" в лаборатории кафедры, включающего технологическое оборудование (несколько видов станков), локальную компьютерную сеть кафедры с выходом в Интернет, специализированную мультимедийную аудиторию, каталоги нормативных документов.

Знания, полученные при изучении дисциплины "Науки о земле", полезны при освоении других дисциплин, связанных с безопасностью жизнедеятельности и защитой окружающей среды, так как дают информацию о процессах, происходящих в различных геосферах Земли [6–16]. Эта информация является основой для создания методов защиты людей и окружающей среды, дает "ключи" и подсказки в ходе поисков оптимальных путей взаимодействия между человеком и природой.

Список литературы

1. Григорьев С. Н., Кириллова Е. А. Некоторые ключевые задачи российского инженерного образования // Образование. Наука. Научные кадры. — 2011. — № 4. — С. 270–274.
2. Копыленко Ю. В., Шварцбург Л. Э. Проблемы экологического образования в техническом вузе // Высшее образование в России. — 1997. — № 2. — С. 116.
3. Кириллова Е. А., Шварцбург Л. Э. Управление образованием как технологическая проблема // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. Т. 2. — № 2 — С. 13–17.
4. Букейханов Н. Р., Чмырь И. М. Вопросы методики преподавания дисциплины "Безопасность жизнедеятельности" для студентов экономического факультета // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 101–103.
5. Дроздова Н. В., Бутримова Е. В. CALS-технологии в решении задач мониторинга энергетических загрязнений // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 43–45.
6. Змиева К. А., Шварцбург Л. Э. Автоматизированные энерго- и ресурсосберегающие системы для промышленных производств // Экология и промышленность России. — 2009. — № 11. — С. 7.
7. Шварцбург Л. Э. Анализ энергетической безопасности технологических процессов // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 4. — С. 98–105.
8. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природоохранное обеспечение автоматизированного машиностроения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19–21.
9. Шварцбург Л. Э., Звенигородский Ю. Г., Букейханов Н. Р. Методология разработки проектов ресурсосбережения // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2011. — № 2. — С. 14 — 17.
10. Шварцбург Л. Э. Экологическое обеспечение технологий формообразования // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 1. — С. 38–43.
11. Иванова Н. А., Рыагов С. А. Methodological basis and technological maintenance of industrial safety of workplaces at machine building plants and education institutions // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2009. — № 1. — С. 132–135.
12. Иванова Н. А. Принципы автоматизации снижения экологических опасностей технологических процессов на примере химических загрязнений // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 73–77.
13. Пустошная Л. С. Методическое указание по курсу "Промышленная экология" к выполнению лабораторной работы "Осадительное титрование в контроле качества воды" // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 103–106.
14. Kantardgi I., Cherviakov L., Khudoshina M., Purvis M. R. I. Approaches to the modeling of energy utilisation in product life cycles // Clean Technologies and Environmental Policy. — 2006. — Т. 8.3.2. — С. 77–84.
15. Букейханов Н. Р., Чмырь И. М. Инновационные подходы к решению проблем ресурсосбережения в машиностроении // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 4. — С. 161–166.
16. Гвоздкова С. И., Шварцбург Л. Э. Минимизация потерь энергии путем увеличения коэффициента мощности // Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — № 2. — С. 32–36.

M. Yu. Hudoshina, Professor, e-mail: hudosh@stankin.ru;

O. V. Butrimova, Associate Professor, Moscow State University of Technology "STANKIN"

Methodological Approach to the Teaching of Discipline "Earth Science" for the Training of Bachelors in "Technosphere Safety"

The article describes the methodological approach to the teaching of discipline "Earth Science", according to which the subjects of discipline is distributed on education and training modules: Module 1. Geology and hydrogeology", "Module 2. Soil Science", "Module 3. Hydrology", "Module 4. Climatology and meteorology", "Module 5. Landscape", "Module 6. Cartographic study of the Earth's interior. Given the distribution of the various types of classroom work and independent work of students. Formulated generalized tasks (competence) of the study subjects. Provides a list of knowledge, skills, acquired as a result of studying the discipline, lists the skills obtained by the students. The necessity of studying this discipline in the field of international education. It is shown that knowledge of the Earth Sciences is one of the foundations for the design and creation of many environmental systems, organization and management of environmental protection.

Keywords: earth science, methodological approach, technosphere safety, teaching

References

1. Grigoriev S. N., Kirillova E. A. Nekotorye ključevye zadachi rossijskogo inženernogo obrazovanija. *Obrazovanie. Nauka. Nauchnye kadry*. 2011. N. 4. P. 270–274.
2. Kopylenko Ju. V., Shvartsburg L. E. Problemy jekologičeskogo obrazovanija v tehničeskom vuze. *Vysšee obrazovanie v Rossii*. 1997. N. 2. P. 116.
3. Kirillova E. A., Shvartsburg L. E. Upravlenie obrazovaniem kak tehničeskaja problema. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. T. 2. N. 2. P. 13–17.
4. Bukeihanov N. R., Chmyr I. M. Voprosy metodiki prepodavanija discipliny "Bezopasnost' žiznedejatel'nosti" dlja studentov jekonomičeskogo fakul'teta. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 101–103.
5. Drozdova N. V., Butrimova E. V. CALS-tehnologii v reshenii zadach monitoringa jenergetičeskikh zagriznjenij. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 43–45.
6. Zmjeva K. A., Shvartsburg L. E. Avtomatizirovannye jenergo- i resursoberegajushhie sistemy dlja promyšlennyh proizvodstv. *Jekologija i promyšlennost' Rossii*. 2009. N. 11. P. 7.
7. Shvartsburg L. E. Analiz jenergetičeskoj bezopasnosti tehničeskikh processov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 4. P. 98–105.
8. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodnozashhitnoe obespečenie avtomatizirovannogo mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19–21.
9. Shvartsburg L. E., Zvenigorodskij Y. G., Bukeihanov N. R. Metodologija razrabotki projektov resursobereženija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2011. N. 2. P. 14–17.
10. Shvartsburg L. E. Jekologičeskoe obespečenie tehnologii formoobrazovanija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 1. P. 38–43.
11. Ivanova N. A., Ryabov S. A. Methodological basis and technological maintenance of industrial safety of workplaces at machine building plants and education institutions. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2009. N. 1. P. 132–135.
12. Ivanova N. A. Principy avtomatizacii sniženija jekologičeskikh opasnostej tehničeskikh processov na primere himičeskikh zagriznjenij. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 73–77.
13. Pustoshnaja L. S. Metodičeskoe ukazanie po kursu "Promyšlennaja jekologija" k vypolneniju laboratornoj raboty "Osaditel'noe titrovanie v kontrole kachestva vody". *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 103–106.
14. Kantardgi I., Chervjakov L., Khudoshina M., Purvis M. R. I. Approaches to the modeling of energy utilisation in product life cycles. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2006. V. 8.3.2. P. 77–84.
15. Bukeihanov N. R., Chmyr I. M. Innovacionnye podhody k resheniju problem resursobereženija v mashinostroenii. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 4. P. 161–166.
16. Gvozdikova S. I., Shvartsburg L. E. Minimizacija poter' jenerгии putjom uveličenija koeficienta moshhnosti. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. N. 2. P. 32–36.

УДК 372.862:504.06

Н. Р. Букейханов, д-р хим. наук, проф., e-mail: Bukeihanov2010@yandex.ru;
Е. В. Бутримова, канд. техн. наук, доц., **О. В. Бутримова**, канд. техн. наук, доц.,
И. М. Чмырь, канд. хим. наук, доц., **С. И. Гвоздкова**, канд. техн. наук, доц.,
МГТУ "СТАНКИН"

К методике повышения эффективности мотивации изучения студентами технических вузов дисциплин "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология"

Рассмотрены возможные пути повышения эффективности мотивации изучения студентами технических вузов дисциплин "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология" по направлению подготовки бакалавров и магистров "Техносферная безопасность". Предложена методика повышения уровня мотивации изучения данных дисциплин посредством принципиально нового подхода к изложению учебного материала, основанного на совмещении медико-биологической компоненты с известными новейшими результатами инженерных решений, направленных на профилактику и устранение последствий различных заболеваний человека. Приведены примеры совмещения материала отдельных тем данных дисциплин с материалами таких наук, как кибернетика и бионика.

Ключевые слова: методика, изучение, мотивация, эффективность, технический вуз, преподавание, кибернетика, бионика, технические решения, качество

Цели дисциплин, изучаемых студентами по направлению подготовки бакалавров и магистров "Техносферная безопасность", заключаются в формировании способности решать актуальные задачи обеспечения качества окружающей

природной и технологической сред путем использования известных методов, а также новых, обеспечивающих малоотходность производств и обезвреживание вредных выбросов промышленных предприятий [1].



В учебный план направления "Техносферная безопасность" входит ряд специальных дисциплин как обязательных государственных, так и относящихся к дисциплинам по выбору вуза. Так, в МГТУ "СТАНКИН" по направлению "Техносферная безопасность" изучаются такие дисциплины, как "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология", которые призваны обеспечить формирование у будущих специалистов более глубокого и детального понимания процессов жизнедеятельности организма человека, что является неотъемлемой частью уяснения влияния различных факторов окружающей человека среды на его организм [2—4].

Опыт нескольких лет преподавания дисциплин "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология" по специальностям "Безопасность технологических процессов и производств" и "Инженерная защита окружающей среды" направления "Техносферная безопасность" позволил определить недостаточность мотивации студентов к их изучению. Очевидна мотивация полезности получения знаний, способствующих формированию здорового образа жизни, но она не всегда значима для студентов из-за приоритета оптимизма молодости над рациональностью. Большая часть молодежи еще не обременена болезнями, особенно профессиональными, которые приобретаются в результате значительного времени работы по специальности [5, 6].

Повысить уровень мотивации изучения данных дисциплин студентами технологического университета можно путем совмещения изложения материалов медико-биологического содержания с результатами инженерных решений по профилактике и устранению последствий болезней. Такие инженерные решения могут также преумножить физические и творческие способности человека [7].

В первую очередь изучение нервной системы рационально совместить с информацией о технической науке — кибернетике, по словам создателя которой Норберта Винера, фундаментальная характеристика действия центральной нервной системы — обратная связь является "душой" этой науки. Развитие кибернетики привело к созданию информационных технологий, качественно изменивших жизнь современного человека. Например, создание интеллектуальных роботов, которые в отличие от роботов, работающих по жесткой схеме управления, обладают способностью адаптации к внешней обстановке, самоорганизации и самообучению. Они могут освободить человека от работы в экологически опасных условиях (высокие концентрации вредных веществ, уровни вибрации, шума, излучений и т. п.), а также от вредных психофизиологических факторов (монотонная работа, необходимость восприятия и быстрой обработки информации при работе диспетчеров и т. д.) [8—11].

При изучении строения и функционирования других биологических систем инженерами создана наука бионика, продукция которой — ряд технических устройств и технологий, снижающих риск возникновения общих и профессиональных заболеваний и способствующих ликвидации их последствий [12].

Изучая биологические системы, бионика при решении инженерных проблем позволяет специалисту:

- изобретать на основе биологических прототипов принципиально новые инструменты, машины, аппараты, приборы, строительные конструкции и технологические процессы;
- находить технические аналоги эффективным "изобретениям" природы;
- оптимизировать функции известных технических устройств и технологий.

Технические решения диагностики возникновения и минимизации последствий общих и профессиональных заболеваний

Профессиональные и общие болезни	Системы организма	Техническое решение
Дыхательная недостаточность	Система дыхания	Системы обеспечения дыхания водолазов, летчиков, космонавтов
Анемия, лейкозы, поражения миокарда (сердечной мышцы)	Кровотворная и кровеносная системы	Системы переливания и очистки крови; устройства искусственного сердца; проекты по созданию нанороботов, способных очищать сосуды организма человека
Гиподинамия, дисфункция опорно-двигательной системы	Мышечная система, опорно-двигательный аппарат	Массажные кресла, кровати; искусственные мышцы на основе полимеров; механический скелет, обеспечивающий возможности передвижения инвалидов
Бесплодие	Репродуктивная система	Аппаратура для генной инженерии, искусственного оплодотворения
Потеря слуха	Слуховой анализатор	Кохлеарные имплантанты, представляющие собой устройства, состоящие из микрофона, звукового процессора, передатчика и приемника
Потеря зрения	Зрительный анализатор	Искусственный глаз человека для оптического восприятия изображения

Исследование биологических объектов может также стимулировать создание принципиально новых машин, аппаратов, приборов, строительных конструкций и технологических процессов, а также технических устройств, характеристики которых приближаются (превосходят) к таковым у живых систем.

Несколько убедительных примеров приведены в таблице, среди которых создание технических систем, компенсирующих потерю человеком зрения и слуха, заменяющих работу больного сердца и др.

При информировании студентов об инженерных решениях проблем организма современного человека следует отметить, что технические системы позволяют человеку жить и работать в экстремальных условиях низких и высоких температур и давления, отсутствия воздуха или в условиях атмосферы с недостаточной концентрацией кислорода и др., т. е. эти технические системы способствуют поддержанию гомеостаза организма человека на нормальном биологическом уровне.

Современные технические устройства и технологии решают задачи существенного расширения творческого потенциала человека — создание систем "биочипы — человеческий мозг" и других систем, повышающих емкость баз информации, быстрейшее развитие разработки и принятия решений.

Предложенная методика повышения уровня мотивации изучения дисциплин "Медико-биологические основы безопасности" и "Физиология" способна повысить интерес студентов к поиску своих вариантов технических решений проблем нарушения гомеостаза на основе анализа устройства и функционирования биологических систем.

Список литературы

1. Кириллова Е. А., Шварцбург Л. Э. Управление образованием как технологическая проблема. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2012. — Т. 2. — № 2. — С. 13—17.
2. Букейханов Н. Р., Канбетов А. Ш., Никишечкин А. П., Чмырь И. М. Использование варианта пирамиды А. Маслоу для оценки воздействия вредных и опасных факторов экологической безопасности. Экология и промышленность России. — 2013. — № 7. — С. 59—61.
3. Шварцбург Л. Э. Человеко- и природозащитное обеспечение автоматизированного машиностроения. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 3. — С. 19—21.
4. Худошина М. Ю., Бутримова О. В. Этап концептуального проектирования базы данных по смазочно-охлаждающим технологическим средствам и системам их применения и утилизации. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 1. — С. 150—154.
5. Рябов С. А., Иванова Н. А., Шварцбург Л. Э. Оценка, анализ и управление профессиональным риском в производственной среде. Главный механик. — 2014. — № 12. — С. 21—26.
6. Рябов С. А. Прогнозирование опасностей при реализации технологических процессов посредством производственных рисков. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2013. — № 1. — С. 56—59.
7. Букейханов Н. Р., Чмырь И. М., Хайро Д. А., Сергеев В. Н. Эвристические методы модернизации производств машиностроительных предприятий. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2010. — № 3. — С. 75—79.
8. Букейханов Н. Р., Чмырь И. М. Инновационные подходы к решению проблем ресурсосбережения в машиностроении. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2008. — № 4. — С. 161—166.
9. Григорьев С. Н., Кутин А. А., Долгов В. А. Принципы построения цифровых производств в машиностроении. Вестник МГТУ "СТАНКИН". — 2014. — № 4. — С. 10—15.
10. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. — М.: Наука, 1983. — 344 с.
11. Розанова Л. В. Основы кибернетики. — Омск: Изд-во ОмГТУ, 2009. — 60 с.
12. Букейханов Н. Р., Гвоздкова С. И., Чмырь И. М., Бутримова О. В. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности: Биометоды и биотехнологии. — М.: МГТУ "СТАНКИН", 2014. — 135 с.

N. R. Bukeikhanov, Professor, e-mail: Bukeihanov2010@yandex.ru, **E. V. Butrimova**, Associate Professor, **O. V. Butrimova**, Associate Professor, **I. M. Chmyr**, Associate Professor, **S. I. Gvozdikova**, Associate Professor, Moscow State University of Technology "STANKIN"

To a Method of Increasing the Effectiveness of the Motivation of Studying by Students of Technical Universities of Disciplines "Medical and Biological Security Essentials" and "Physiology"

In article possible ways of increase of efficiency of studying by students of educational disciplines "Medical and biological security Essentials" and "Physiology" in the direction of preparation of bachelors and masters of "Technosphere safety" are considered. This question is actual because the study of these disciplines develops an understanding of the implementation of processes of activity of a human body that in turn is a necessary condition for understanding of influence of various factors of natural and technological environments on a human body. Besides, the knowledge obtained by the students in the study of these disciplines, forms and strengthens



representations of a healthy lifestyle of the person that also is useful. The technique of increase of level of motivation of studying of these disciplines by means of essentially new approach to a statement of material of the course based on combination of medical and biological components with known latest results of the engineering decisions directed on prevention and elimination of consequences of various diseases of the person is offered. Examples of combination of material of separate subjects of these disciplines with materials of such sciences as cybernetics are given, one of whose objectives is the creation of intelligent robots, bionics, involved in the creation of technical devices and technologies based on biological prototypes.

Keywords: methods, studying, motivation, efficiency, technical University, teaching, cybernetics, bionics, technical solutions, quality

References

1. Kirillova E. A., Shvartsburg L. E. Upravlenie obrazovaniem kak tehnologicheskaja problema. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2012. V. 2. N. 2. P. 13–17.
2. Bukeikhanov N. R., Kanbetov A. Sh., Nikishechkin A. P., Chmyr I. M. Ispol'zovanie varianta piramidy A.Maslou dlja ocenki vozdejstvija vrednyh i opasnyh faktorov jekologicheskoy bezopasnosti. *Jekologija i promyshlennost' Rossii*. 2013. N. 7. P. 59–61.
3. Shvartsburg L. E. Cheloveko- i prirodozashhitnoe obespechenie avtomatizirovannogo mashinostroenija. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 3. P. 19–21.
4. Hudoshina M. Yu., Butrimova O. V. Jetap konceptual'nogo proektirovanija bazy dannyh po smazochno-ohlazhdajushhim tehnologicheskim sredstvam i sistemam ih primenenija i utilizacii. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 1. P. 150–154.
5. Ryabov S. A., Ivanova N. A., Shvartsburg L. E. Ocenka, analiz i upravlenie professional'nym riskom v proizvodstvennoj srede. *Glavnyj mehanik*. 2014. N. 12. P. 21–26.
6. Ryabov S. A. Prognozirovanie opasnostej pri realizacii tehnologicheskikh processov posredstvom proizvodstvennyh riskov. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2013. N. 1. P. 56–59.
7. Bukeikhanov N. R., Chmyr I. M., Jairo D. A. Sergeev C. N. Jevristicheskie metody modernizacii proizvodstv mashinostroitel'nyh predpriyatij. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2010. N. 3. P. 75–79.
8. Bukeikhanov N. R., Chmyr I. M. Innovacionnye podhody k resheniju problem resursoberezenija v mashinostroenii. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2008. N. 4. P. 161–166.
9. Grigoriev S. N., Kutin A. A., Dolgov V. A. Principy postroenija cifrovych proizvodstv v mashinostroenii. *Vestnik MGTU "STANKIN"*. 2014. N. 4. P. 10–15.
10. Viner N. Kibernetika, ili upravlenie i svjaz' v zhivotnom i mashine. M.: Nauka, 1983. 344 p.
11. Rozanova L. V. Osnovy kibernetiki. Omsk: Izd-vo OmGTU, 2009. 60 p.
12. Bukeikhanov N. R., Gvozdikova S. I., Chmyr I. M., Butrimova O. V. Raschet i proektirovanie sistem obespechenija bezopasnosti: Biometody i biotehnologii. — M.: MGTU "STANKIN", 2014. 135 p.

Учредитель ООО "Издательство "Новые технологии"

Журнал выходит при содействии Учебно-методического совета "Техносферная безопасность" Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Научно-методического совета "Безопасность жизнедеятельности" Министерства образования и науки Российской Федерации

ООО "Издательство "Новые технологии". 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5397, тел./факс (499) 269-5510, e-mail: bjd@novtex.ru, <http://novtex.ru/bjd>

Телефон главного редактора (812) 670-9376(55), e-mail: rusak-maneb@mail.ru

Дизайнер Т. Н. Погорелова.

Технический редактор Е. М. Патрушева. Корректор Е. В. Комиссарова

Сдано в набор 02.04.15. Подписано в печать 14.05.15. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Заказ ВГ615.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания

и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-3762 от 20.06.2000.

Оригинал-макет ООО "Авансд солюшнз".

Отпечатано в ООО "Авансд солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru