

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

**СОВРЕМЕННЫЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

№2, 2013

Электронная версия
<http://www.rae.ru/snt>
12 выпусков в год
Импакт фактор РИНЦ (2011)= 0,170

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812–7320

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

М.Ю. Ледванов

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

М.Н. Бизенкова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор	Антонов Александр Владимирович	Обнинск
д.т.н., профессор	Беляев Владимир Львович	Санкт-Петербург
д.ф.-м.н., профессор	Бичурин Мирза Имамович	Великий Новгород
д.т.н., профессор	Гилёв Анатолий Владимирович	Красноярск
д.т.н., профессор	Грызлов Владимир Сергеевич	Череповец
д.т.н., профессор	Захарченко Владимир Дмитриевич	Волгоград
д.т.н., профессор	Корячкина Светлана Яковлевна	Орел
д.т.н., профессор	Крупенин Виталий Львович	Москва
д.т.н., профессор	Литвинова Елена Викторовна	Орел
д.т.н., профессор	Нестеров Валерий Леонидович	Екатеринбург
д.т.н., профессор	Пен Роберт Зусьевич	Красноярск
д.т.н., профессор	Петров Михаил Николаевич	Красноярск
д.т.н., профессор	Попов Федор Алексеевич	Бийск
д.т.н., профессор	Пындак Виктор Иванович	Волгоград
д.т.н., профессор	Салихов Мухаммет Габдулхаевич	Йошкар-Ола
д.т.н., профессор	Важенин Александр Николаевич	Нижний Новгород
д.т.н., профессор	Арютов Борис Александрович	Нижний Новгород
д.т.н., профессор	Гоц Александр Николаевич	Владимир
к.ф.-м.н.	Капитонова Тамара Афанасьевна	Якутск

**В журнале представлены материалы
Международных научных конференций**

- «Экология и рациональное природопользование»,
Мальдивские острова, 15-22 февраля 2013 г.
- «Современные наукоемкие технологии»,
Египет, 20-27 февраля 2013 г.
- «Инновационные технологии»,
Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-28 февраля 2013 г.
- «Технические науки и современное производство»,
Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.
- «Управление производством и природными ресурсами»,
Австралия, 26 марта - 6 апреля 2013 г.

Учредитель – Академия Естествознания
123557, Москва,
ул. Пресненский вал, 28
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15597
ISSN 1812–7320

АДРЕС РЕДАКЦИИ
440026, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3
Тел. редакции (8452) 53–41–16
Факс (8452) 47–76–77
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать 11.03.2013

Формат 60x90 1/8
Типография
ИД «Академия Естествознания»
440000, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор
Кулакова Г.А.

Усл. печ. л. 15,38
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2013/2
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Технические науки

МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КУЛЬТИВАТОРОВ <i>Анutow Р.М., Котельников В.Я., Козьявин А.А., Котельников А.В., Тищенко Д.Е.</i>	7
АВТОКОЛЕБАНИЯ ЖЕСТКИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА <i>Анutow Р.М., Котельников В.Я., Козьявин А.А., Котельников А.В., Тищенко Д.Е.</i>	11
ОЦЕНКИ ПЕРЕНОСА ЛЬДООБРАЗУЮЩИХ ЧАСТИЦ ОТ НАЗЕМНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ <i>Диневич Л.А., Ингель Л.Х., Хаин А.</i>	14
ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИТКА ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА <i>Лодыгина Н.Д.</i>	26
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ЭТАНОЛАМИНОВ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ <i>Пенкин К.В., Сажин С.Г.</i>	29
РЕЗОЛЮЦИЯ 1-Х КУДРЯВЦЕВСКИХ ЧТЕНИЙ – ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ГЛУБИННОМУ ГЕНЕЗИСУ НЕФТИ И ГАЗА <i>Тимурзиев А.И.</i>	33
МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТОПЛИВ ДВС <i>Шапошников Ю.А.</i>	41
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСМИССИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА 6-ОГО ТЯГОВОГО КЛАССА <i>Шевчук В.П., Шеховцов В.В., Клементьев Е.В., Соколов-Добрев Н.С., Калмыков А.В.</i>	44
ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СОБСТВЕННОГО ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСМИССИЙ ТРАКТОРОВ <i>Шеховцов В.В., Ходес И.В., Шевчук В.П., Соколов-Добрев Н.С., Шеховцов К.В.</i>	50
СТЕНД С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЗАМЫКАНИЕМ СИЛОВОГО КОНТУРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ ПЕРЕДАЧ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН <i>Шеховцов В.В., Ходес И.В., Шевчук В.П., Соколов-Добрев Н.С., Шеховцов К.В.</i>	55

Географические науки

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА <i>Диневич Л., Каплан Л., Бадахова Г., Каплан Г.</i>	60
--	----

Геолого-минералогические науки

ПЕТРОЛОГИЯ И ОРУДЕНЕНИЕ АНОРОГЕННЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОИДОВ ЕЛИНОВСКОГО МАССИВА ГОРНОГО АЛТАЯ <i>Гусев А.И., Гусев Н.И.</i>	64
РОЛЬ ЛЕГУЧИХ КОМПОНЕНТОВ В ФОРМИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ <i>Гусев А.И.</i>	69
АПАТИТ-МАГНЕТИТОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА <i>Гусев А.И., Гусев Н.И.</i>	74

Экология и рациональное природопользование

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД <i>Димакова Н.А., Шарпов Р.В.</i>	79
---	----

Экономические науки

- ВЛИЯНИЕ КРИЗИСОВ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОЛОМБАЛЬСКОГО
ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА
Мазуркин П.М., Петрова К.И. 83
- ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОЛОМБАЛЬСКОГО
ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА
Мазуркин П.М., Петрова К.И. 91

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ

- «Экология и рациональное природопользование»,
Мальдивские острова, 15-22 февраля 2013 г.**
- Химические науки**
- ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТОКСИЧНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
Пимнева Л.А. 99
-
- «Современные наукоемкие технологии»,
Египет, 20-27 февраля 2013 г.**
- Биологические науки**
- ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛОДОВЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ
ВЫБОРА ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*
Палагина М.В., Ширинова А.А. 101
- Медицинские науки**
- ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ
АДДИКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ
Нагаева Д.В., Ахмадеев А.В. 102
- РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЛЕТОЧНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
Павлович Е.Р. 103
-
- «Инновационные технологии»,
Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-28 февраля 2013 г.**
- Технические науки**
- ВРЕМЕННЫЕ ДИСТРИБУТИВНЫЕ АСИНХРОННЫЕ АВТОМАТЫ
Кудряшова Е.С., Хусаинов А.А., Лошманов А.Ю. 104
- ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНОК НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ КРИПТОСТОЙКОСТИ
АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ
Сен Н.Д., Котляров В.П., Григорьев Я.Ю. 105
- О ПОРЯДКЕ, ПРАВИЛАХ И ОПЫТЕ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АУКЦИОНОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ НА ОСНОВЕ ФЗ-94
Чудинов А.В., Трещев И.А., Григорьева А.Л. 105
-
- «Технические науки и современное производство»,
Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.**
- Химические науки**
- ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЛИ
Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А. 107
-

*«Управление производством и природными ресурсами»,
Австралия, 26 марта - 6 апреля 2013 г.*

Технические науки

ГЛАЗУРОВАНИЕ СТЕНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ АВТОКЛАВНОГО
ТВЕРДЕНИЯ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

Бессмертный В.С., Ильина И.А., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Клименко В.Г. 109

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Медицинские науки

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОШИБОК
ПРИ ЗАКРЫТЫХ ТРАВМАХ СЕЛЕЗЕНКИ

Масляков В.В., Авраменко А.В. 110

Технические науки

АНАЛИЗ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ МАСЕЛ ФЕНОЛОМ

Раджаб Мохамед, Леденёв С.М. 110

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАДИИ ПОДГОТОВКИ ПРОПАНА НА УСТАНОВКЕ
ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА

Саклаков Р.Н., Харитонова И.А., Анищенко О.В. 111

Химические науки

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ

Потёмкин И.П., Леденев С.М. 111

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ЗАМЕНЕ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УСТАНОВКЕ
ГИДРООЧИСТКИ МАСЕЛ НА НПЗ

Ульянова О.И., Зотов Ю.Л., Рябов А.Л. 112

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 113

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АКАДЕМИИ 122

CONTENTS
Technical sciences

METHODS OF CALCULATION OF CHASSIS' CONSTRUCTIONS OF CULTIVATORS <i>Anutov R.M., Kotelnikov V.Y., Kozyavin A.A., Kotelnikov A.V., Tishchenko D.E.</i>	7
SELF-SUSTAINED VIBRATIONS OF STIFF WORKING TOOLS OF CULTIVATOR <i>Anutov R.M., Kotelnikov V.Y., Kozyavin A.A., Kotelnikov A.V., Tishchenko D.E.</i>	11
EVALUATION OF ICE-FORMING PARTICLES FROM GROUND GENERATORS <i>Dinevich L., Ingel L., Khain A.</i>	14
VOLTAGE DEPENDENCE ON THE GEOMETRIC PARAMETERS OF COILS SCREW MECHANISM <i>Lodigina N.D.</i>	26
TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION ETHANOLAMINES AND ITS FEATURES AS OBJECT OF MANAGEMENT <i>Penkin K.V., Sazhin S.G.</i>	29
RESOLUTION 1-X KUDRYAVTSEVSKIIH READING - ALL-RUSSIAN CONFERENCE ON DEPTH GENESIS OIL AND GAS <i>Timurziev A.I.</i>	33
MODELLING OF CHARACTERISTICS OF MULTICOMPONENT INTERNAL – COMBUSTION ENGINE JUELS <i>Shaposhnikov J.A.</i>	41
RESEARCH OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CHETRA-6C315 TRACTOR'S POWER TRANSMISSION <i>Shevchuk V.P., Shehovtsov V.V., Klementiev E.V., Sokolov-Dobrev N.S., Kalmykov A.V.</i>	44
PURPOSEFUL FORMATION OF NATURAL FREQUENCIES SPECTRUM OF TRACTOR TRANSMISSIONS TESTING STAND <i>Shekhovtsov V.V., Hodes I.V., Shevchuk V.P., Sokolov-Dobrev N.S., Shekhovtsov K.V.</i>	50
STAND WITH HYDRAULIC LOCKING OF POWER CIRCUIT FOR TEST OF POWERTRAINS OF WHEELED AND CATERPILLAR MACHINES <i>Shekhovtsov V.V., Hodes I.V., Shevchuk V.P., Sokolov-Dobrev N.S., Shekhovtsov K.V.</i>	55

Geographical sciences

THE ISSUE OF CLIMATE CHANGE <i>Dinevich L., Kaplan L., Badahova G., Kaplan G.</i>	60
--	----

Geological-mineralogical sciences

PETROLOGY AND ORE MINERALIZATION OF ANOROGENIC GRANITIDS OF ELINOVSKII MASSIF OF MOUNTAIN ALTAI <i>Gusev A.I., Gusev N.I.</i>	64
ROLE OF VOLATILE COMPONENTS IN FORMING OF DIFFERENT TYPES ENDOGENETIC OF ORE MINERALIZATION <i>Gusev A.I.</i>	69
APATITE-VAGNETITE ORE MINERALIZATION OF WESTERN PART OF CENTRAL-ASIA FOLDED BELT <i>Gusev A.I., Gusev N.I.</i>	74

Ecological and conservancy

GROUNDWATER POLLUTION PROBLEM <i>Dimakova N.A., Sharapov R.V.</i>	79
--	----

Economic sciences

INFLUENCE OF CRISES ON ACTIVITY OF SOLOMBALSKY WOOD-SAWING AND TIMBER COMBINE <i>Mazurkin P.M., Petrova K.I.</i>	83
FACTORIAL ANALYSIS OF INDICATORS OF ACTIVITY OF SOLOMBALSKY WOOD-SAWING AND TIMBER COMBINE <i>Mazurkin P.M., Petrova K.I.</i>	91

УДК 631.316.6 + 631.319.2

МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ КУЛЬТИВАТОРОВ

¹Анутов Р.М., ²Котельников В.Я., ³Козявин А.А., ²Котельников А.В., ¹Тищенко Д.Е.

¹Грязинский культиваторный завод, Грязи;

²Юго-Западный госуниверситет, Курск, e-mail: rotor9090@mail.ru;

³ККГСХА, Курск

Даны исследования технологических параметров и расчет рам культиваторов. Расчет рам обычно производится с помощью общих методов расчета статически неопределимых систем: метод сил, метод перемещений, смешанный метод и в настоящее время – более ускоренный метод приближенного расчета с использованием программного обеспечения на ЭВМ.

Ключевые слова: рамы культиваторов, расчет и проектирование

METHODS OF CALCULATION OF CHASSIS' CONSTRUCTIONS OF CULTIVATORS

¹Anutov R.M., ²Kotelnikov V.Y., ³Kozyavin A.A., ²Kotelnikov A.V., ¹Tishchenko D.E.

¹Gryazinsky cultivator plant, Gryazi;

²Southwestern State University, Kursk, e-mail: rotor9090@mail.ru;

³KKGSKHA, Kursk

The researches of technological parameters and the calculation of chassis' constructions of cultivators. Analysis of frames is usually performed using general methods of analysis of statically indeterminate systems: work method, the method of displacement, mixed method and now - more rapid method for the approximate calculation using the software on a computer.

Keywords: chassis of cultivators, calculation and design

Рамы подразделяются на пространственные и плоские конструкции. Расчет рам обычно производится с помощью общих методов расчета статически неопределимых систем: метод сил, метод перемещений, смешанный метод и в настоящее время – более ускоренный метод приближенного расчета с использованием программного обеспечения на ЭВМ.

Метод сил. Рамы комбинированных почвообрабатывающих машин, шпренгельные устройства, многоопорные брусья и т.п. являются статически неопределимыми системами, в которых имеется больше связей, и число уравнений, чем это необходимо для равновесия. Для расчета таких конструкций нужно составить дополнительно к уравнениям равновесия недостающее количество уравнений пере-

мещений. Расчет рам носит поворочный характер, так как для расчета нужно знать, или задаться величиной моментов инерции сечений деталей.

Рамные конструкции обычно рассчитывают по методу сил. Избыточные связи в рассчитываемой системе заменяют неизвестными единичными силами и моментами: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. Для этого в раме проводят условные разрезы или вставляют условные шарниры так, чтобы получилась статически определимая основная система, нагруженная заданными внешними силами и неизвестными силами и моментами. Величину неизвестных сил и моментов определяют путем совместного решения уравнений перемещений, число которых соответствует числу неизвестных.

Уравнения перемещений имеют вид

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{13}X_3 + \dots + \delta_{1(n-1)}X_{(n-1)} + \delta_{1n}X_n + \Delta_1 = 0;$$

$$\delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 + \dots + \delta_{2(n-1)}X_{(n-1)} + \delta_{2n}X_n + \Delta_2 = 0;$$

$$\delta_{31}X_1 + \delta_{32}X_2 + \delta_{33}X_3 + \dots + \delta_{3(n-1)}X_{(n-1)} + \delta_{3n}X_n + \Delta_3 = 0;$$

.....

$$\delta_{(n-1)1}X_1 + \delta_{(n-1)2}X_2 + \delta_{(n-1)3}X_3 + \dots + \delta_{(n-1)(n-1)}X_{(n-1)} + \delta_{(n-1)n}X_n + \Delta_{(n-1)} = 0,$$

где δ_{11} – коэффициенты, выражающие перемещение в месте приложения силы $X = 1$ от действия этой силы; $\delta_{12} = \delta_{21}$ – перемещение в месте приложения силы X_1 (или X_2) от действия силы $X_2 = 1$ (или $X_1 = 1$); $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ – перемещения в местах приложения

сил $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ от действия внешней нагрузки.

Эти уравнения перемещений математически выражают идею, что в рассчитываемой раме линейные или угловые перемещения в местах условных разрезов или

шарниров равны нулю. Для подсчета численной величины коэффициентов и свободных членов уравнений перемещений нужно построить для основной системы эпюры моментов от неизвестных сил и моментов от внешней нагрузки. Для этого в сечениях брусьев рамы через центр изгиба (тяжести) проводят оси: продольную и две поперечные (главные центральные оси). Сумма моментов всех сил, действующих по одну сторону сечения, относительно поперечных осей дает величину изгибающих моментов $M_{изг}$, расположенных во взаимно-перпендикулярных плоскостях. Сумма моментов всех сил по одну сторону сечения относительно продольной оси дает величину крутящего момента $M_{кр}$, действующего в сечении. Коэффициенты уравнений $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{13}, \dots, \delta_{nn}$ подсчитывают путем попарного сопряжения эпюр от единичных сил $X_1 = 1, X_2 = 1, X_3 = 1, \dots, X_n = 1$. Свободные члены $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ подсчитывают путем сопряжения соответствующей эпюры от внешней нагрузки с эпюрами от единичных сил.

Коэффициенты и свободные члены уравнений перемещений подсчитывают или по формуле Мора–Максвелла, или по правилу Верещагина, или с помощью таблиц, в которых приведены эпюры, наиболее часто встречающиеся при расчетах.

Сокращенная формула Мора–Максвелла имеет вид

$$\delta_{ik} = \sum \frac{1}{EJ} \int_0^l W_i m_k dS,$$

где $M_{изг}$ – изгибающий момент в каком-либо сечении бруса рамы для состояния i ; m_k – изгибающий момент в том же сечении для состояния k ; EJ – жесткость бруса на этом участке.

Согласно правилу Верещагина, интеграл формулы Мора – Максвелла равен произведению площади одной эпюры моментов на ординату, взятую из второй эпюры (с прямолинейным очертанием) под центром тяжести первой эпюры.

Уравнения перемещений могут быть решены с помощью алгоритма Гаусса, методом детерминантов и т.д. Сущность способа Гаусса заключается в последовательном исключении неизвестных $X_1, X_2, X_3, \dots, X_{n-1}$. Для этого второе уравнение складывается с первым, умноженным на такой множитель $m = \delta_{12}/\delta_{11}$, чтобы первые члены обоих уравнений в сумме дали нуль. Таким образом, получается второе уравнение алгоритма с меньшим числом неизвестных. В результате нескольких исключений получается последнее уравнение алгоритма с одним неизвестным, которое легко определить. После подстановки найденных значений

неизвестных в уравнения алгоритма определяются все неизвестные уравнений перемещений. Изгибающий момент в любом сечении рамы подсчитывают путем суммирования ординат эпюр моментов от единичных сил, умноженных на найденные значения неизвестных, с ординатами эпюры от внешней нагрузки по формуле

$$M_{изг} = m_1 X_1 = m_2 X_2 + \dots + m_n X_n + M_0,$$

где m_1, m_2, \dots, m_n – моменты в данном сечении от действия единичных сил; X_1, X_2, \dots, X_n – значения неизвестных сил и моментов; M_0 – момент в этом же сечении от внешней нагрузки.

После построения суммарной эпюры моментов легко проверить прочность брусьев рассчитываемой рамы.

Рамы начинают разрушаться в местах приложения внешних сил или, что наблюдается чаще, в составных узлах. Напряжения в брусьях рамы, которые легче поддаются расчету, обычно не достигают предельного значения. В узлах рамы, где резко изменяется жесткость отдельных элементов конструкции, всегда наблюдаются пики напряжения, особенно в случае действия крутящих моментов. Очень опасны переменные напряжения в сварных соединениях, где имеет место значительная концентрация напряжений.

Метод узловых моментов. Вычислительная работа может быть уменьшена при расчете плоских рам по методу распределения узловых моментов.

Во время действия внешней нагрузки на раму машины каждый ее узел поворачивается на некоторый угол, пока не наступит упругое равновесие всей рамы. При расчете по методу узловых моментов принимается, что эти повороты узлов происходят не одновременно, а последовательно, т.е. во время поворота одного узла остальные узлы рамы остаются неподвижными. После поворота первого узла последовательно поворачиваются остальные узлы, в результате чего действующие изгибающие моменты от внешних сил распределяются между всеми узлами рамы.

Расчетная схема рамы по этому методу получается путем условной замены всех жестких узлов шарнирами с одновременным введением в них моментных связей, препятствующих относительно повороту концов брусьев. Благодаря такой замене каждый брус рамы превращается в обособленную балку с заделанными концами. Вследствие сопротивления узлов рамы повороту под действием внешней нагрузки в каждом узле возникают реактивные моменты заделки. Узловым моментом на-

зывается момент в концевом сечении бруса рамы, действующий на узел. Момент, действующий против часовой стрелки, считается положительным. Узловые моменты от внешней нагрузки можно подсчитать с помощью формул, приведенных в справочниках и специальных таблицах.

Узловые моменты при расчете последовательно распределяются между брусками рамы пропорционально их удельным жесткостям. Удельная жесткость бруса характеризует его сопротивление деформациям на единицу длины и для бруса постоянного сечения равна отношению осевого момента инерции сечения k к длине бруса

$$i = \frac{J}{l}.$$

Так как узел рамы состоит из нескольких жестко соединенных брусков, то каждый брус воспринимает часть узлового момента, определяемую величиной коэффициента распределения. Коэффициент распределения для какого-либо бруса рамы равен отношению удельной жесткости этого бруса к сумме жесткостей всех брусков, составляющих данный узел, т.е.

$$k_n^A = \frac{i_n}{\sum i^A}.$$

Первоначальное распределение узловых моментов корректируется с учетом взаимодействия всех узлов рамы, связанных в единую жесткую конструкцию. В результате такого взаимодействия на другом конце бруса возникает вторичный узловой момент, величина которого определяется коэффициентом переноса. Для прямых брусков постоянного сечения коэффициент переноса при изгибе равен

$$\alpha = \frac{M_2}{M_1} = 0,5.$$

Вторичные узловые моменты складываются в тех узлах рамы, где они действуют совместно, а потом они распределяются, аналогично предыдущему, между стержнями своего узла. Вторичные моменты имеют значительно меньшую величину. Затем распределяются узловые моменты третьего, четвертого порядка и т.д., пока уравнивающие моменты не уменьшатся настолько, что их величиной можно пренебречь. После нескольких (3–5) циклов распределения вторичных моментов можно подсчитать численную величину моментов, действующих в концевых сечениях брусков рамы.

Распределение узловых моментов сводится в таблицу. Таблица распределения состоит из нескольких вертикальных колонок

и граф. Число колонок таблицы соответствует числу узлов в рассчитываемой раме, число граф в каждой колонке – на единицу больше числа брусков в данном узле. В заголовке таблицы приводят обозначения узлов, величину коэффициентов распределения и обозначение моментов в концевых сечениях брусков рамы.

В первой строчке таблицы записывают узловые моменты от внешней нагрузки, которые суммируют в пределах каждого узла и затем распределяют между брусками данного узла соответственно величине коэффициентов распределения k . Численные значения первичных распределенных моментов записывают во второй строчке таблицы. В третьей строчке в каждой графе таблицы записывают половину узлового момента, действующего на другом конце бруса. Эти вторичные моменты суммируют в пределах каждого узла, затем распределяют между брусками своего узла, а результаты распределения записывают в четвертой строчке таблицы. В пятой и шестой строчках таблицы записывают узловые и распределенные моменты третьего порядка и т.д.

Величина изгибающего момента в концевом сечении любого бруса рамы получается суммированием составляющих моментов по отдельным графам таблицы распределения. Численные значения моментов в каждой графе представляют собой быстро сходящийся ряд, пределом суммы которого является величина момента, действующего в сечении. Сумма результирующих изгибающих моментов для каждой колонки таблицы должна равняться нулю, т.к. все узлы нагруженной рамы находятся в состоянии упругого равновесия.

Если опоры рамы устроены так, что узлы ее не могут смещаться или если рама и нагрузка симметричны, то расчет плоской рамы по методу распределения узловых моментов выполняется без решения каких-либо уравнений. Если же внеопорные узлы рамы могут смещаться под действием нагрузки, то при расчете необходимо учесть дополнительный изгиб брусков, вызванный подвижностью узлов. В этом случае рама, в которой жесткие узлы заменены условными шарнирами, является механизмом с одной или несколькими степенями подвижности.

Наличие моментных связей в условных шарнирах обеспечивает только неизменность углов между брусками рамы, но не может предотвратить бокового смещения внеопорных узлов при нагружении рамы. Для того чтобы предотвратить смещение узлов рамы под действием внешней нагрузки, необходимо условно ввести в раму до-

полнительные опоры, число которых должно соответствовать степени подвижности полученного условного механизма.

В связи с этим рама при расчете рассматривается в двух состояниях. В первом состоянии на нее действует заданная внешняя нагрузка, вызывающая только поворот узлов. Во втором состоянии внеопорные узлы рамы получают заданные перемещения. Боковые перемещения внеопорных узлов рамы вызывают дополнительный изгиб ее брусьев, вследствие чего возникают новые узловые моменты от перемещений, равные

$$m = \frac{6\delta EJ}{l^2},$$

где δ – заданное перемещение (например, 1, 10, 100 и т.д.) внеопорного узла рамы; l – длина бруса; EJ – жесткость бруса.

Узловые моменты заделки, вызываемые перемещением узлов, также распределяются между всеми брусьями рамы. По полученным данным можно построить эпюру изгибающих моментов для второго расчетного состояния рамы.

После распределения узловых моментов от нагрузки и перемещений условно вводят в расчетную схему рамы одну или несколько дополнительных опор. От действия внешней нагрузки в дополнительной опоре возникает реакция R , равная сумме составляющих нагрузки и поперечных сил, которые воспринимаются этой опорой. От действия моментов второго расчетного состояния в дополнительной опоре возникает вторая реакция r , препятствующая об-

ратному смещению узлов рамы и равная сумме поперечных сил в сечениях брусьев рамы. Ввиду условности выбора величины перемещения δ , опорная реакция r пропорциональна сопротивлению рамы боковому смещению от действия внешней нагрузки. Так как рассчитываемая рама в действительности никакой дополнительной опоры не имеет, то реакция условной опоры, равная сумме реакций первого и второго расчетных состояний, должна быть равна нулю. Поэтому можно составить уравнение

$$rc + R = 0,$$

из которого определяется коэффициент пропорциональности $c = R/r$.

При расчете рамы с учетом подвижности узлов суммарная величина изгибающих моментов в сечениях стержней определяется по формуле

$$M_{\text{изг}} = M + mc,$$

где M – момент от действия сил первого расчетного состояния; m – момент от перемещений во втором состоянии; c – коэффициент пропорциональности для сил второго состояния.

Расчет рам на ЭВМ. Если рама состоит из трех и более контуров, то уточнения в расчете, вносимые с учетом подвижности узлов, сравнительно невелики и такую раму комбинированного агрегата можно рассчитывать на действие одной внешней нагрузки. Это позволяет применить при расчете статически неопределимых рам ЭВМ.

УДК 631.316.6 + 631.319.2

АВТОКОЛЕБАНИЯ ЖЕСТКИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА

¹Анutow Р.М., ²Котельников В.Я., ³Козьявин А.А., ²Котельников А.В., ¹Тищенко Д.Е.

¹Грязинский культиваторный завод, Грязи;

²Юго-Западный госуниверситет, Курск, e-mail: rotor9090@mail.ru;

³ККГСХА, Курск

Дана оценка параметров колебаний рам культиваторов. Испытания с виброгасителями и без них показали, что при твердости резиновых втулок по Шору 35...75, коэффициент гашения вибраций и виброизоляции Y равен 0,15...0,25. При передаче вибраций от роторов и двигателя на навесные комбинированные машины эффект виброизоляции от резиновых втулок находится за резонансной областью и составляет от 30 до 70% по сравнению с агрегатом без втулок.

Ключевые слова: культиваторы, резонансные нагрузки, виброзащита

SELF-SUSTAINED VIBRATIONS OF STIFF WORKING TOOLS OF CULTIVATOR

¹Anutov R.M., ²Kotelnikov V.Y., ³Kozyavin A.A., ²Kotelnikov, A.V., ¹Tishchenko D.E.

¹Gryazinsky cultivator plant, Gryazi;

²Southwestern State University, Kursk, e-mail: rotor9090@mail.ru;

³KKGSKHA, Kursk

In the article the parameters of self-sustained vibrations of cultivator's chasses are given. Tests with and without vibration dampers have shown that the hardness of rubber plugs Shore 35...75, the coefficient of damping and vibration control Y is 0,15...0,25. In transmission of vibrations from the rotors and engine mounted machine combined effect of vibration isolation rubber bushings are for the resonance region, ranging from 30 to 70% compared with the unit without sleeves.

Keywords: cultivators, resonant loads, vibration protection

При жестком креплении стоек гашение колебаний происходит в поперечно-вертикальной и горизонтальной плоскостях. В этом случае имеют место две формы колебаний и два вида уравнений:

$$\begin{cases} (a_{22} - \delta)\xi_y + a_{24}\varphi_x = 0; \\ (a_{33} - \delta)\xi_z - a_{34}\varphi_x = 0; \\ a_{42}\xi_y - a_{43}\xi_z + (a_{44} - \delta\rho_x^2)\varphi_x = 0; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} (a_{11} - \delta)\xi_x - a_{15}\varphi_y + a_{16}\varphi_z = 0; \\ a_{51}\xi_x + (a_{55} - \delta\rho_y^2)\varphi_y - a_{56}\varphi_z = 0; \\ a_{61}\xi_x - a_{65}\varphi_y + (a_{66} - \delta\rho_z^2)\varphi_z = 0. \end{cases} \quad (2)$$

где

$$\begin{cases} A_1 = a_{22} + a_{33} + \frac{a_{44}}{\rho_x^2}; \\ A_2 = a_{22}a_{33} + \frac{1}{\rho_x^2} [a_{44}(a_{22} + a_{33}) - a_{24}^2 - a_{43}^2]; \\ A_3 = \frac{1}{\rho_x^2} [a_{22}(a_{33}a_{44} - a_{34}^2) - a_{24}^2a_{33}]. \end{cases} \quad (5)$$

Остальные отсутствующие коэффициенты a равны нулю. Решение полученных однородных уравнений (2) относительно δ , составленные из i коэффициентов a , приравниваем к нулю, согласно определителю:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{22} - \delta & 0 & a_{24} \\ 0 & a_{33} - \delta & -a_{33} \\ a_{42} & -a_{43} & a_{44} - \delta\rho_x^2 \end{vmatrix} = 0. \quad (3)$$

Разложив определитель (3), получим кубическое алгебраическое уравнение:

$$\delta^3 - A_1\delta^2 + A_2\delta - A_3 = 0, \quad (4)$$

Для второй системы уравнений колебаний запишем определитель:

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} - \delta & -a_{15} & a_{16} \\ -a_{51} & a_{55} - \delta \rho_y^2 & -a_{56} \\ a_{61} & -a_{65} & a_{66} - \delta \rho_z^2 \end{vmatrix} = 0, \quad (6),$$

где

$$\begin{cases} B_1 = a_{11} + \frac{a_{55}}{\rho_y^2} + \frac{a_{66}}{\rho_z^2}; \\ B_2 = \frac{1}{\rho_y \rho_z^2} (a_{56}^2 + a_{66} a_{55}) + \frac{1}{\rho_y^2} (a_{15}^2 - a_{11} a_{55}) + \frac{1}{\rho_z^2} (a_{16}^2 - a_{11} a_{66}); \\ A_3 = \frac{1}{\rho_y \rho_z^2} [a_{11} (a_{55} a_{66} - a_{61} a_{56}) + a_{16} (a_{51} a_{65} - a_{61} a_{55}) + a_{15} (a_{61} a_{56} - a_{51} a_{66})]. \end{cases}$$

При одной плоскости симметрии достаточно решить два кубических уравнения, предварительно вычислив коэффициенты a, A, B . Исходя из системы координат и схемы установки упругих элементов, получаем шесть уравнений собственных колебаний агрегата:

$$\begin{cases} (a_{11} - \delta) \xi_x = 0; \\ (a_{22} - \delta) \xi_y = 0; \\ (a_{33} - \delta) \xi_z = 0; \\ (a_{44} - \delta \rho_x^2) \varphi_x = 0; \\ (a_{55} - \delta \rho_y^2) \varphi_y = 0; \\ (a_{66} - \delta \rho_z^2) \varphi_z = 0. \end{cases}$$

Если перемещения ξ_x, ξ_y, ξ_z вдоль осей координат и крутильные колебания $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$ вокруг осей координат не равны нулю, и принимая во внимание, что $\delta = m\omega^2$, то и я, получим:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n k_{ix} - m\omega^2 = 0; \\ \sum_{i=1}^n k_{iy} - m\omega^2 = 0; \\ \sum_{i=1}^n k_{iz} - m\omega^2 = 0; \\ \sum_{i=1}^n (k_{iy} z_i^2 + k_{iz} y_i^2) - m\rho_x^2 \omega^2 = 0; \\ \sum_{i=1}^n (k_{ix} z_i^2 + k_{iz} x_i^2) - m\rho_y^2 \omega^2 = 0; \\ \sum_{i=1}^n (k_{iy} x_i^2 + k_{ix} y_i^2) - m\rho_z^2 \omega^2 = 0. \end{cases}$$

из которого получаем кубическое уравнение собственных колебаний во второй плоскости:

$$\delta^3 - B_1 \delta^2 + B_2 \delta - B_3 = 0,$$

Частоты собственных поступательных колебаний системы вдоль осей координат Ox, Oy, Oz соответственно равны

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n k_{ix}}; \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n k_{iy}}; \\ \omega_3 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n k_{iz}}.$$

Собственные частоты вращательных крутильных колебаний относительно осей координат определим из условия

$$\begin{cases} \omega_4 = \frac{11}{\rho_x} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n (k_{iy} z_i^2 - k_{iz} y_i^2)}; \\ \omega_5 = \frac{11}{\rho_y} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n (k_{ix} z_i^2 - k_{iz} x_i^2)}; \\ \omega_6 = \frac{11}{\rho_z} \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^n (k_{iy} x_i^2 - k_{ix} y_i^2)}. \end{cases}$$

Коэффициенты жесткости виброгасителей по осям координат, определим из уравнений:

$$\sum_{i=1}^n k_{ix} = nk_x; \quad \sum_{i=1}^n k_{iy} = nk_y; \\ \sum_{i=1}^n k_{iz} = nk_z.$$

Определим частоты линейных и крутильных колебаний (c^{-1}):

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{nk_x}{m}}; \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{nk_y}{m}}; \\ \omega_3 = \sqrt{\frac{nk_z}{m}}; \quad \omega_4 = \frac{h}{\rho_x} \sqrt{\frac{nk_y}{m}};$$

$$\omega_s = \frac{h}{\rho_y} \sqrt{\frac{nk_x}{m}}; \quad \omega_6 = 0.$$

Частота собственных колебаний (Гц) равна

$$\nu = \frac{\omega_i}{2\pi}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, 6.$$

Частота вынужденных колебаний (c^{-1}) от ротора комбинированного агрегата, двигателя трактора и других источников:

$$\Omega = \frac{\pi n_r}{30}.$$

Частота возбуждения (Гц) равна

$$F = \frac{\Omega}{2\pi} = \frac{n_r}{60}.$$

Коэффициент передачи вибрационных сил μ равен отношению передаваемых на опоры силы P к возбуждаемой силе P_v : $\mu = P/P_v$. Коэффициент передачи вибрационной нагрузки можно выразить исходя из коэффициента Ψ гашения колебаний резиновыми виброгасителями:

$$\mu = \frac{P}{P_v} = \frac{1}{\left[1 - \left(\frac{\Omega}{\omega}\right)^2\right]^2 + \Psi^2 \left(\frac{\Omega}{\omega}\right)^2} \sqrt{1 + \Psi^2 \left(\frac{\Omega}{\omega}\right)^2}.$$

Испытания на МИС показывают, что наибольшая эффективность виброизоляции наблюдается в том случае, когда отношение собственной частоты ω меньше частоты возбуждения Ω два раза. Чем больше отношение Ω/ω , тем больше эффект виброизоляции и гашения вибраций комбинированного агрегата. Испытания с виброгасителями и без них показали, что

при твердости резиновых втулок по Шору 35...75, коэффициент гашения вибраций и виброизоляции Ψ равен 0,15...0,25. При передаче вибраций от роторов и двигателя на навесные комбинированные машины эффект виброизоляции от резиновых втулок находится за резонансной областью и составляет от 30 до 70% по сравнению с агрегатом без втулок.

УДК 631

ОЦЕНКИ ПЕРЕНОСА ЛЬДООБРАЗУЮЩИХ ЧАСТИЦ ОТ НАЗЕМНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ

¹Диневи́ч Л.А., ²Ингель Л.Х., ³Хаин А.

¹Тель Авивский университет, Тель-Авив, e-mail: dinevich@013.net;

²Институт экспериментальной метеорологии ФГБУ НПО «Тайфун»,
Обнинск, e-mail: ingeli@obninsk.ru;

³Еврейский университет, Иерусалим, e-mail: khain@vms.huji.ac.il

Выполнены теоретические расчёты количества и скорости переноса льдообразующих частиц от наземных генераторов до уровней, где они могут активно принимать участие в осадкообразовательных процессах облаков. При благоприятных для вертикального переноса частиц ситуациях, модели нередко дают высокие концентрации льдообразующих частиц на уровнях изотерм $-5...-6^{\circ}\text{C}$ (до 10^6 частиц/ m^3). Исходя из современных представлений физики активных воздействий, этого количества льдообразующих частиц может быть достаточно не только для механизмов увеличения осадков, но даже для предотвращения роста града. При некоторых геометриях расположения генераторов модели содержат относительно немного спорных упрощающих предположений. Регулируя продолжительность, интенсивность работы наземных генераторов, их количество и расположение на местности, можно увеличивать эффективность воздействий. Поэтому просматриваются перспективы использования этот метода и для работ по увеличению осадков, и для предотвращения роста града.

Ключевые слова: **льдообразующие частицы, наземные генераторы, град, осадки**

EVALUATION OF ICE-FORMING PARTICLES FROM GROUND GENERATORS

¹Dinevich L., ²Ingel L., ³Khain A.

¹Tel-Aviv University, Tel-Aviv, e-mail: dinevich@013.net;

²State Institution «Research and Production Association «Typhoon» (SI RPA «Typhoon»),
Obninsk, e-mail: ingeli@obninsk.ru;

³The Hebrew University, Jerusalem, e-mail: khain@vms.huji.ac.il

Theoretical calculations of the amount and the rate of transfer of ice-forming particles from ground generators to levels where they can actively participate in the process osadkoobrazovatelnyh clouds. Under favorable for vertical transport of particles situations, models often produce high concentrations of ice-forming particles at levels isotherms $-5...-6^{\circ}\text{C}$ (up to 10^6 chastits/ m^3). Based on the currently active representations of physics effects, this amount of ice-forming particles may be enough not only for mechanisms to increase precipitation, but even to prevent the growth of hail. Under certain geometry of the generator model contains relatively few contentious simplifying assumptions. By adjusting the length, intensity of ground generators, the number and location of the area, you can increase the effectiveness of actions. Therefore, there is a perspective of this method and to work to increase rainfall, and to prevent the growth of hail.

Keywords: **ice-forming particles, ground generators, hail, precipitation**

Согласно теории осадкообразования Финдайзена-Бержерона, введение в облако некоторого дополнительного количества ядер кристаллизации, может привести к ускорению роста капель, увеличению их числа, интенсификации восходящего потока за счёт дополнительного тепловыделения при переходе воды в кристаллическую фазу и т. д. При этом может интенсифицироваться процесс осадкообразования. В других ситуациях, если ввести очень много таких ядер, то, предполагая ограниченность энергетического ресурса данного термодинамического процесса, можно привести облако к «паровому голоду» либо к интенсификации процесса образования осадков за счёт усиления восходящего потока.

В ряде случаев на стадии диссипации облака можно интенсифицировать нисходящий поток. Всё это может приводить к увеличению, на стадии развития, или к умень-

шению, на стадии диссипации, периода жизни облачной ячейки [6, 7].

Согласно этой теории, по мере увеличения ядер кристаллизации увеличиваются осадки, затем наступает максимум, после которого количество осадков снижается. Именно в этой зоне условия образования и роста града становятся менее благоприятными.

Таким образом, представляется, что из теории образования осадков следует наличие звена, воздействуя на которое можно изменить ход процесса роста облачных элементов (кристаллов, капель, града). Это звено – количество ядер кристаллизации. Регулируя этот показатель и имея ввиду ограниченность энергетического ресурса данного термодинамического процесса, мы можем влиять на его развитие.

В рамках этого механизма и для конвективных, и для слоистых облаков были

построены три основные методики введения ядер кристаллизации в область осадкообразования, зарождения и роста града, в том числе – с помощью самолётов, снарядов или ракет и наземных генераторов.

При этом главные отличия этих методов заключаются в том, что по разному определяются место и стадия развития облачной ячейки для оптимального введения ядер кристаллизации. Для всех этих методов имеется и общее условие. Число искусственных ядер кристаллизации на уровне их активности, т.е. при температуре минус 4 – минус 5 градусов должно быть для увеличения осадков не менее чем 10^2 – 10^3 на кубометр, а для предотвращения образования и роста града – не менее чем 10^5 – 10^6 на кубометр (чем больше – тем лучше).

Для достижения максимального эффекта чрезвычайно важно относительно точное определение места воздействия в облачной ячейке и стадии её развития. Не останавливаясь здесь на этих способах решения этих задач, отметим лишь, что они весьма сложны, но от их правильного решения зависит успех воздействия.

С учётом этого обстоятельства, простой способ решения этих задач, возможно, содержится в наземном способе засева. В этом случае сам процесс облакообразования и локализация областей осадко- и градообразования проходят с участием генерируемых у земли искусственных ядер. Вертикальными потоками, формирующими конвективные ячейки или области максимальной активности образования осадков в слоистых облаках, эти искусственные частицы могут переноситься в нужное место и в нужное время. Если это так, то важно обеспечить генерацию такого количества ядер кристаллизации на определенных уровнях, которое требуется для эффективного воздействия на процесс образования осадков или града.

Возможно, существуют ситуации и процессы, когда засев может быть выполнен наземными средствами, что позволило бы избежать более дорогостоящих и сложных в организации способов доставки реагентов.

Можно выделить три механизма вертикального переноса частиц в подоблачном слое:

1. Турбулентная диффузия частиц в подоблачном слое.
2. Восходящие конвективные струи, возникающие за счет тепловыделения в генераторе частиц.
3. Естественные конвективные движения (в частности, конвективные ячейки в пограничном слое атмосферы).

Ниже содержатся расчеты и оценки, относящиеся к этим механизмам.

1. Турбулентная диффузия частиц

Решения уравнений диффузии в простейших случаях известны; из них вытекает, что область, куда успели продиффундировать частицы, расширяется со временем t примерно как $\Delta z \sim \sqrt{Kt}$, где K – коэффициент диффузии. Если принять значение коэффициента турбулентного обмена $K = 10 \text{ м}^2/\text{с}$, то через 3 часа $\Delta z \sim 300 \text{ м}$. Даже если принять $K = 10 \text{ м}^3/\text{с}$ (для данных масштабов – заведомо завышенное значение), то через час $\Delta z \leq 2000 \text{ м}$. Поэтому в рассматриваемом контексте «чистая» диффузия без учета конвекции представляется неэффективным механизмом переноса.

2. Восходящие конвективные струи

2.1. Модель турбулентных конвективных струй

Сделаем оценку подъема частиц за счет конвекции, возникающей вследствие тепловыделения в генераторе. Сначала будем рассматривать ситуации, когда фоновый горизонтальный перенос несуществен. Будем пользоваться численной моделью восходящих турбулентных конвективных струй, которая подробно описана и проанализирована в [4]. В упомянутой монографии эта модель в какой-то мере апробирована сопоставлением с натурными данными (но следует оговориться, что эта модель разработана и проверена для случаев значительно более мощных источников тепла, чем в рассматриваемых нами генераторах частиц). Приведем некоторые сведения об используемой модели.

В теории струй метеотронов обычно предполагается, что на некотором уровне $z = 0$ действуют стационарные источники тепла и вертикального количества движения мощностью Q_0 и Q_w соответственно, локализованные в одной и той же области малых размеров. Предполагается, что мощность этих источников достаточно велика, так что над ними образуется относительно тонкая турбулентная осесимметричная восходящая струя. Но роль источника количества движения с высотой обычно быстро убывает даже в случае мощных струй, генерируемых реактивными двигателями [4]. В нашем случае, тем более, в качестве источника вертикального движения рассматриваем только тепловыделение в генераторе частиц.

С использованием приближения пограничного слоя, вытянутого вдоль оси струи и гипотезы подобия профилей вертикальной скорости и температурного возмущения

в струе, для этих возмущений температуры и скорости выведена система уравнений

$$\frac{d}{dz}(wR)^2 = \frac{a_2}{a_1} \alpha g \theta R^2, \quad (1)$$

$$\frac{d}{dz}(w\theta R^2) = -\frac{a_4}{a_3} \Gamma w R^2. \quad (2)$$

Здесь z – вертикальная координата; $R(z)$ – радиус струи (эта функция определяется интенсивностью вовлечения); w и θ – вертикальная скорость и отклонение температуры на оси струи соответственно; $\alpha = 1/T_*$ – термический коэффициент расширения воздуха; T_* – средняя температура в рассматриваемом слое воздуха; g – ускорение свободного падения; $\Gamma(z) = \gamma_a - \gamma(z)$ – отличие вертикального градиента температуры от сухоадиабатического ($\Gamma > 0$ соответствует устойчивой стратификации); a_i – безразмерные коэффициенты, значения которых выражаются через интегралы от предполагаемых радиальных профилей w и θ . В [4], из эмпирических данных приняты радиальные зависимости типа $\sqrt{1 - (r/R(z))^2}$, для которых $a_1 = a_3 = 1/4$, $a_2 = a_4 = 1/3$.

Напомним физический смысл системы (1), (2). Величина $(wR)^2$ пропорциональна вертикальному количеству движения элемента струи, произведение $\alpha g \theta R^2$ – работе, совершаемой силами плавучести при подъеме элемента струи. Эта работа и приводит к изменению с высотой количества движения. Аналогичным образом, теплосодержание элемента струи (относительно окружающей среды) $w\theta R^2$ меняется с высотой пропорционально Γw , поскольку в процессе его подъема меняется температура окружающей его среды. Рассматриваемая модель (дифференциальная) мало отличается от известных интегральных моделей (например, [11]). Отметим, что при выводе уравнений (1), (2) предполагалось, что струя вытянута по вертикали. Поэтому они могут существенно нарушаться, например, в области горизонтального растекания струи под задерживающим слоем, а также непосредственно над источником, где еще не сформировалась четко выраженная струя.

Аналогичное (2) уравнение можно вывести и для влажности воздуха (эффекты влажности пока не учитываем) и для других примесей. Например, если примесь консервативна и фоновый градиент ее концентрации n отсутствует, то уравнение ее переноса в данном приближении представляет собой

просто закон сохранения ее потока вдоль сечения струи:

$$\frac{d}{dz}(wnR^2) = 0. \quad (3)$$

Из (3) следует

$$n = \frac{\Pi}{\pi R^2 w}, \quad (4)$$

где Π – поток примеси через сечение струи, который можно считать известным, зная параметры генератора частиц. Таким образом, для расчета изменений в струе концентрации частиц, необходимо знать зависимости $R(z)$, $w(z)$.

Соотношение (4) вполне прозрачно и может быть обобщено на более общий случай, когда имеется и горизонтальный перенос, так что струя не вертикальная, а наклонная. Если понимать под абсолютное значение скорости (не обязательно вертикальной) вдоль оси струи, то объем элемента струи равен Sw , где $S = \pi R^2$ – площадь поперечного сечения струи. Именно в этом объеме распределяются частицы, генерируемые источником за единицу времени. Отсюда понятна справедливость соотношения (4) практически для любых струй, а не только для свободной конвекции над источником тепла. Но радиус струи R и скорость для струй разной природы могут, вообще говоря, очень различно зависеть от высоты или от координаты вдоль струи.

В литературе можно встретить сведения, о том, что льдообразующие частицы в действительности не являются консервативной примесью, в частности, они могут дезактивироваться, либо, наоборот, активироваться под влиянием солнечного излучения (см., например, [1, 9, 10]). Эти сведения к настоящему времени весьма противоречивы. Ниже выполнены расчеты как для случая консервативных частиц, так и с учетом возможности их несохранения.

Если считать фоновый профиль $\Gamma(z)$ известным, то уравнения (1), (2), вообще говоря, представляют собой систему двух уравнений с тремя неизвестными w , θ , R (дополнительное включение уравнения (3) добавляет одно уравнение и одно неизвестное). Для замыкания системы требуется привлечение дополнительной информации или гипотез. Нередко используется гипотеза о вовлечении, пропорциональном периметру сечения струи (т.е. ее радиусу $R(z)$) и вертикальной скорости [12]. Иными словами, вовлечение предполагается пропорциональным площади боковой поверхности элемента струи $2\pi R w$. Тогда можно записать третье уравнение, которое замыкает систему [12]. В [4] используется более простая

схема: на основе теоретических соображений и опытных данных принимается, что радиус турбулентной струи линейно возрастает с высотой:

$$R(z) = \beta z, \quad (5)$$

где значение безразмерного коэффициента β находится в пределах 0,1–0,2. Ниже для конвективных струй будет использоваться такая гипотеза замыкания.

Рассмотрение точечных источников на нижнем уровне $z = 0$ сопряжено с некоторыми трудностями для численного моделирования. Эти трудности в большой степени носят формальный характер, поскольку известно, что динамика струй от локальных источников вдали от них мало зависит от деталей геометрии этих источников – она определяется лишь интегральными интенсивностями источников тепла и количества движения. Поэтому задачу можно регуляризовать – заменить точечные источники источниками конечного радиуса $R = R_s$, находящимися на некоторой малой высоте $z = z_s$. Конкретные значения z_s и R_s (связанные между собой соотношением (5) при этом нередко несущественны – с высотой струя быстро «забывает» об этих значениях, и решения практически не зависят от них.

2.2. Результаты расчетов

Интенсивность свободновосходящей конвективной струи определяется, прежде всего, интенсивностью источника тепла $Q_0 = Q$. В данном случае $Q \sim 10^4$ Вт. (Эта цифра получается следующим образом. Теплотворная способность топлива не превышает по порядку величины $3 \cdot 10^7$ Дж/кг – столько у спирта; у нефтепродуктов лишь в полтора раза больше. Если сгорает порядка 1 кг в ч, то и получается $Q \sim 10^4$ Вт). На рис. 1 приведен пример зависимости скорости восходящих движений на оси струи $w(z)$ от вертикальной координаты z при указанной интенсивности тепловыделения и слабонеустойчивой стратификации (отличие от сухой адиабаты $\Gamma = -10^{-4}$ К/м).

Скорость восходящих движений сначала (на нижних сотнях метров) получается небольшой, поскольку интенсивность тепловыделения в генераторе частиц в тысячи раз меньше, чем в случае метеотрона или двигателя большого судна (при нейтральной стратификации $w \sim Q^{1/3}$ [4, 12, 11]). Но затем становится существенной неустойчивая стратификация, которая постепенно становится основным источником энергии струи, так что струя, хотя и медленно, ускоряется с высотой. Как можно проверить прямой подстановкой, система уравнений (1), (2), (5) при неустойчивой фоновой стра-

тификации $\Gamma < 0$ имеет решение, не зависящее от интенсивности источника:

$$\theta = -\frac{1}{4} \frac{a_4}{a_3} \Gamma z = -\frac{1}{3} \Gamma z;$$

$$w = \sqrt{-\frac{1}{16} \frac{a_2}{a_1} \frac{a_4}{a_3} \alpha g \Gamma} z = \frac{1}{3} |N| z, \quad (6)$$

где $|N| = \sqrt{-\alpha g \Gamma}$. На эту линейно растущую с высотой асимптотику и выходит рассчитанный численно профиль вертикальной скорости, представленный на рис. 1. При $\Gamma = -10^{-4}$ К/м $|N| \approx 0,2 \cdot 10^{-2}$ с⁻¹. Согласно натурным данным, предполагаем, что изотерма -6°C находится на уровне 4 км. На этой высоте в струе $w \approx 2,5$ м/с м/с, $\theta \approx 0,1$ к К.

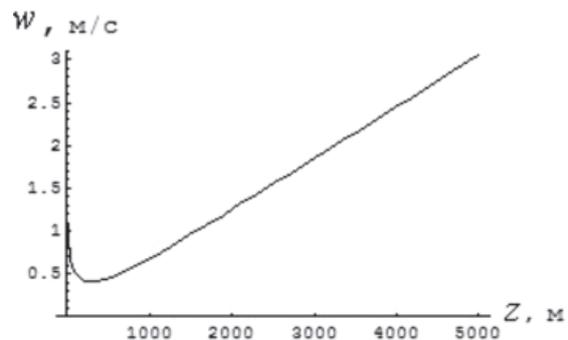


Рис. 1. Пример профиля вертикальной скорости в восходящей конвективной струе над генератором

Подобные решения были ранее известны для близких задач. Например, решение для «спонтанного термика» в книге Гутмана [5] отличается от (6) лишь численным коэффициентом (в [5] рассматривается не турбулентная, а квазиламинарная струя с $K = \text{const}$, так что некоторое различие коэффициентов не удивительно).

Пусть A – интенсивность расхода йодистого серебра (г/с), p – количество частиц, которое дает каждый грамм (1/г). Тогда, количество частиц, генерируемое за единицу времени, будет $\Pi = Ap$ (1/с). Если $A = 8,88,8$ г AgI в час $\approx 3 \cdot 10^{-3}$ г/с; $p \approx 2 \cdot 10^{14}$ 1/г, то $\Pi = 6 \cdot 10^{11}$ 1/с. На высоте 4 км, где $w \approx 2,5$ м/с, $R = 600$ м (при $\beta = 0,15$), согласно (4), получаем концентрацию частиц $n \approx 2 \cdot 10^5$ 1/м³ на площади, порядка площади поперечного сечения струи – около 1 км². Если до рассматриваемого уровня доходят не все частицы (учитывается достаточно сильная дезактивации реагента при подъеме под воздействием солнечных лучей), а, например, лишь одна

из двадцати, то $n = 10^4 \text{ 1/м}^3$. На рис. 2 приведена вертикальная зависимость концентрации частиц в восходящей струе (без поправки на потери частиц). С учетом асимптотики (6), эту зависимость на уров-

нях выше километра можно приближенно выразить аналитически:

$$n \approx \frac{Ap}{(\pi/3)\beta^2 \sqrt{-\alpha g \Gamma} \cdot z^3}; \quad (7)$$

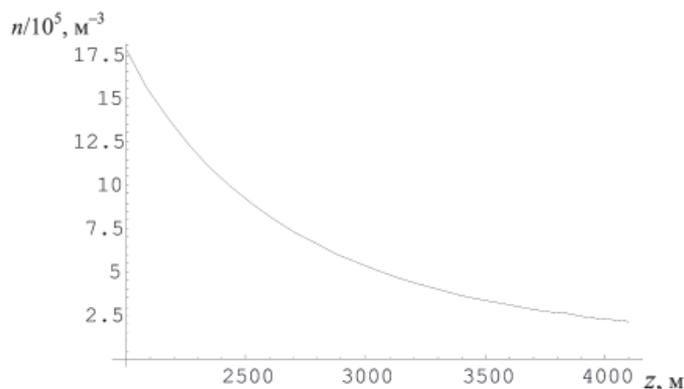


Рис. 2. Вертикальная зависимость концентрации частиц в восходящей струе (в $1/\text{м}^3$) для рассмотренного численного примера

Использованная выше модель восходящей конвективной турбулентной струи является весьма идеализированной. В свое время она была апробирована для интенсивных струй (метеотронов), в которых турбулентность много интенсивнее фоновой. В данном случае струя довольно слабая, а модель, как упоминалось, учитывает только турбулентность, генерируемую струй, т.е. не учитывает фоновую турбулентность, которая в данном случае может преобладать. Другой важный неучтенный выше негативный фактор – фоновый горизонтальный перенос.

2.3. Оценка времени подъема

Выше уровня 1 км, на участке линейного роста функции $w(z)$ (рис. 1) можно в лагранжевых переменных записать

$$w = \frac{dz}{dt} \approx \frac{1}{3} |N| z.$$

Интегрируя последнее уравнение, получаем закон движения лагранжевой частицы:

$$z = z_0 \exp\left(\frac{1}{3} |N| (t - t_0)\right)$$

(индекс 0 относится к некоторому начальному уровню рассматриваемого интервала, например, к уровню $z = 11 \text{ км}$). Отсюда следует, что характерное время преодоления слоя $z > 11 \text{ км}$ порядка часа.

В нижнем слое 1 км скорость восходящих движений на всех уровнях не ниже $0,5 \text{ м/с}$, подъем до уровня 1 км занимает, во всяком случае, менее $1 \cdot 10^3 \text{ с} \sim 0,5 \text{ час}$. Таким образом, при рассмотренной выше

очень слабой неустойчивости общее время подъема получается порядка 1 часа. В нижеследующих расчетах, учитывающих более интенсивные естественные конвективные движения при более неустойчивых стратификациях, время подъема частиц может существенно уменьшаться.

2.4. Учет активации и дезактивации льдообразующих частиц

Как уже указывалось, в литературе имеются весьма противоречивые сведения о возможной степени активации и дезактивации льдообразующих частиц в процессе их распространения в атмосфере.

Согласно данным [1], с момента сжигания реагента в ацетоне в течение первых 300 с, число льдообразующих ядер увеличивается под влиянием солнечной радиации в 50 раз. В первом приближении это эквивалентно увеличению в 50 раз интенсивности источника частиц Ap (как указывалось выше, для струи существенна общая интенсивность источника, а не детали распределения этого источника). В последующий час, по данным [1], преобладает процесс дезактивации ядер; будем предполагать, что их число за час уменьшается в 100 раз. В итоге, в приведенном численном примере концентрация частиц на уровне изотермы -6°C уменьшается в два раза и составляет порядка 10^5 1/м^3 . Таким образом, при указанных предположениях порядки величин не меняются и с учетом несохранения количества льдообразующих частиц. В нижеследующих расчетах время подъема обычно составляет меньше часа. Поэтому поправка на потери частиц будет ещё меньше, чем в приведенном примере.

3. Перенос частиц естественной конвекцией и адвекцией

Естественная атмосферная конвекция может, вообще говоря, существенно интенсифицировать вертикальный перенос льдообразующих частиц. Наличие весьма интенсивных вертикальных движений

в нижней атмосфере при неустойчивой стратификации и их влияние на перенос примеси анализируется, например, в монографиях [2, 3]. На рис. 3 приведен заимствованный из [3] пример сглаженной реализации вертикальной скорости на уровне 120 м.

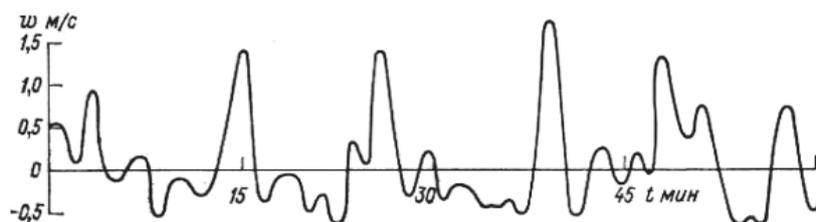


Рис. 3

С высотой восходящие движения в рассматриваемых условиях в подоблачном слое обычно лишь усиливаются. Пусть, например, область естественных восходящих движений проходит через генератор частиц в течение времени τ . За это время в область восходящих движений попадает $A\tau t$ частиц. Обозначим через W среднюю скорость восходящих движений. Тогда частицы преодолеют слой толщины Δz за время порядка $T = \Delta z / W$. Оценим концентрацию частиц по прошествии этого времени T , т. е. на уровне Δz . Это зависит, в частности, от геометрии облака частиц.

Пусть область восходящих движений (конвективная ячейка) проходит по горизонтали над генератором с характерной горизонтальной скоростью приземного ветра U . Тогда попавшие в воздух за время τ частицы будут, в основном, распределены вдоль линии длиной $U\tau$ (иными словами, вниз по потоку образуется горизонтальная струя этих частиц). В процессе подъема частиц будет происходить их диффузия, которая, в основном, существенна в направлении, поперечном к оси этой струи (т.е., речь идет о расширении упомянутой горизонтальной струи за счет турбулентной диффузии). Предполагаем, как обычно, что закон диффузии: $R(t) \sim \sqrt{Kt}$. В процессе расширения области, содержащей частицы, ее объем (объем тела типа цилиндра длиной $U\tau$, радиусом $R(t) \sim \sqrt{Kt}$) можно оценить как $V \sim U\tau\pi R^2 \sim \pi U\tau Kt$. За время подъема этот объем достигнет значения $V \sim U\tau\pi R^2 \sim \pi U\tau K\Delta z / W$, а концентрация частиц (без учета дезактивации):

$$n = \frac{ApW}{\pi UK\Delta z}. \quad (8)$$

Интересно отметить, что последнее выражение не зависит от τ – времени прохож-

дения области восходящих движений через генератор. Это понятно, поскольку количество частиц, попавших в воздух, на единицу длины упомянутой горизонтальной струи, при прочих равных условиях не зависит от τ . Но от этой величины зависит длина поднимающегося горизонтального участка струи и, следовательно, полное количество поднимающихся частиц.

Примем для численной оценки следующий набор значений параметров: $\tau = 5$ мин (предполагаем, что генератор недолго находится в области восходящих движений), $W = 1$ м/с (средняя скорость восходящих движений относительно невелика), $\Delta z = 4$ км, $K = 10$ м²/с, $U = 5$ м/с. Как и прежде, предполагаем $A = 8,8$ г AgI в час $\approx 3 \cdot 10^{-3}$ г/с, $p \approx 2 \cdot 10^{14}$ 1/г. Время подъема $T = \Delta z / W$ получается около часа, длина горизонтальной струи, в которой распределены частицы, $U\tau$ – около 1,5 км. Радиус струи (области распределения частиц) за время подъема расширяется до значения $R \approx 200$ м; $V \approx 10^7$ м³. Тогда концентрация частиц на уровне $\Delta z = 4$ км – порядка 10^6 1/м³. Но следует иметь в виду, что, ввиду наличия горизонтального переноса, частицы достигнут этого уровня на горизонтальном расстоянии около 20 км вниз по потоку от источника. Горизонтальный перенос льдообразующих частиц, возможно, является наиболее серьезной проблемой для рассматриваемой технологии. Кроме того, на временах порядка часа, возможно, следует принимать большие значения эффективного коэффициента турбулентного обмена K , а концентрация, согласно (8), обратно пропорциональна этой величине.

Следует также иметь в виду, что приведенная выше схема подъема, вообще говоря, упрощена. Подъем частиц естественной конвекцией в природе может складываться из различных этапов. Прежде, чем части-

цы будут захвачены и подняты восходящими движениями конвективного облака, они могут в пределах пограничного слоя переноситься мелкой конвекцией (ячейки типа Рэля-Бенара). А прежде, чем попасть в упомянутые ячейки, на нижних десятках метров они могут подниматься, благодаря турбулентной диффузии в приземном слое и тепловыделению в генераторе. Теории, надежно описывающей эффективность перехода частиц от одних упомянутых типов движений к другим в настоящее время, насколько нам известно, нет.

В приведенной выше численной оценке предполагалось, что характерная скорость подъема частиц составляет 1 м/с. Но имеются и более благоприятные ситуации с подъемом, значительно более быстрым. В таких случаях льдообразующие частицы меньше успевают рассеяться и в меньшей степени уносятся по горизонтали. Согласно современной методике расчетов, максимальная скорость восходящего потока, равна половине квадратного корня из удвоенного значения CAPE (convective available potential energy). Если последнее, например, равно 200 Дж/кг (а оно нередко бывает и в несколько раз больше), то скорость подъема получается уже порядка 10 м/с. Время подъема и горизонтальный перенос в этом случае будет в 10 раз меньше приведенной выше оценки, а концентрация частиц – в 10 раз больше.

К этому следует учесть, что процесс распространения примеси в объеме облачной ячейки (в данном случае льдообразующих аэрозолей) на стадии осадкообразования (роста капель или градин) происходит очень быстро. Выполненные с помощью трассеров специальные эксперименты показали, что при вводе их на начальной стадии развития процессов осадкообразования они обнаруживаются по всей площади осадков, выпавших из этой ячейки [8].

4. Модель восходящей струи при наличии горизонтального переноса

Выше были рассмотрены некоторые простейшие ситуации. Попробуем также сделать оценки для некоторых более сложных геометрий.

Ниже (рис. 4) схематически изображена струя частиц от генератора, сносимая ветром и поднимающаяся (причина подъема здесь не принципиальна – это может быть как источник тепла в генераторе, так и естественная конвекция при наличии также и горизонтального переноса). В отличие от раздела 2, струя частиц в данном случае не обязательно конвективная – даже за холодным источником частиц вниз по течению тянется «струя» частиц.

Обозначим через v скорость вдоль струи (она векторно складывается из горизонтального ветра и вертикальной конвекции), а через $s \approx vt$ – координату вдоль струи.

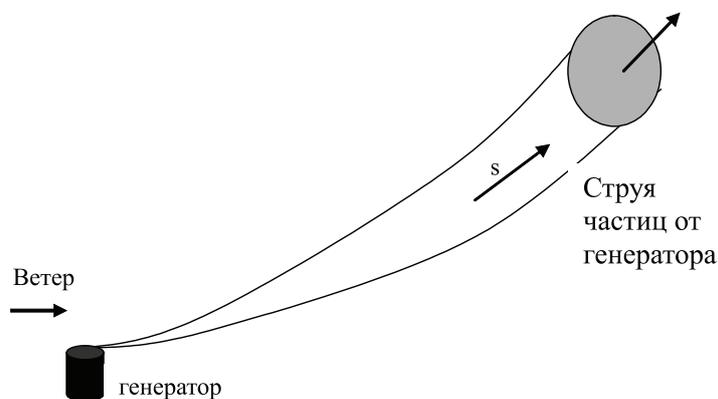


Рис. 4. Схематическое изображение струи с частицами, всплывающей на фоне горизонтального ветра (вид сбоку)

Радиус сечения струи

$$R(s) \sim \sqrt{Kt} \approx \sqrt{Ks/v}.$$

Поток частиц через каждое сечение струи в известном приближении одинаков и равен мощности источника Π :

$$\Pi \approx \pi R^2 v n \sim \pi K t v n \approx \pi K s n \quad (9)$$

(n – концентрация частиц). Отсюда следует простая, но довольно общая формула:

$$n \approx \frac{\Pi}{\pi K s}. \quad (10)$$

Например, если струя поднялась на нужную высоту на расстоянии 20 км от генератора, то $s \approx 20$ км; если при этом $\Pi = 6 \cdot 10^{11}$ 1/с, $K = 10$ м²/с, получаем $n \approx 10^6$ 1/м³. Даже если принять очень большое значение $K = 10^3$ м²/с, то $n \approx 10^4$ 1/м³. Причем, площадь поперечного сечения

струи растет пропорционально K . Поэтому, хотя с ростом K падает концентрация, но общее число поднимающихся частиц не меняется. Это и понятно, поскольку если струя всплывает до уровня необходимых изотерм, то, на этот уровень попадают все частицы, независимо от значения K .

Интересно отметить, что результат (10) не зависит явно от скорости переноса v , а зависит от пройденного пути s . С ростом скорости струя меньше успевает расширяться на фиксированном участке пути, но зато растет длина элемента струи, так что его объем, как и концентрация остаются неизменными. Таким образом, соотношение (10) выглядит не только простым, но и надежным. Но оно не содержит информации о факте подъема струи – концентрация при прочих равных условиях одинакова и для струй, попавших в область восходящих движений, и для случая чисто горизонтального переноса. Поэтому дополнительно приходится предполагать достаточную вероятность попадания струи в область интенсивных восходящих движений.

5. Предварительное внесение частиц в приземный слой «цепочкой» генераторов

До сих пор рассматривалось распространение частиц от одного генератора

или локализованной группы генераторов. Один из недостатков такой геометрии состоит в следующем. Конвекция, вызываемая тепловыделением самих генераторов, слабая. Если же полагаться на естественные восходящие движения, то, даже если «корни» облаков проникают относительно близко к подстилающей поверхности, то кажется вполне возможным, что генераторы окажутся где-нибудь в стороне от восходящего движения – на другой вертикали. Иными словами, неясно, насколько вероятно частицам из генератора попасть именно в область интенсивного восходящего движения. А это в оценках фактически предполагалось.

Как представляется, в принципе, существует альтернатива – пытаться предварительно распределять частицы в больших горизонтальных областях приземного/пограничного слоя более или менее равномерно (горизонтальный ветер и сильная турбулентность этому даже способствуют). И тогда естественные интенсивные восходящие движения, на какой бы вертикали они не возникали, будут подхватывать частицы с большой вероятностью.

Рассмотрим в этой связи модель «цепочки» генераторов, вытянутой примерно поперек горизонтального ветра Вид сверху:

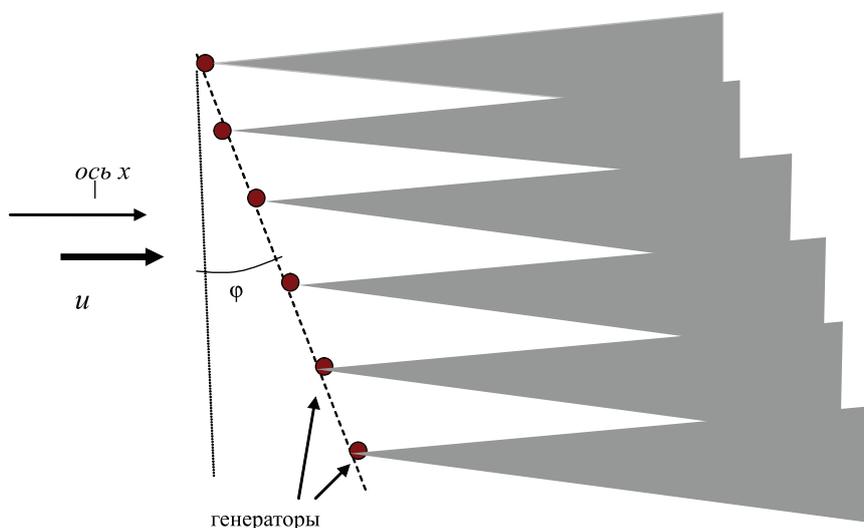


Рис. 5. Схема воздействия с использованием «цепочки» генераторов частиц (вид сверху)

За каждым генератором тянется вниз по потоку расширяющаяся горизонтальная струя частиц. На некотором расстоянии вниз по потоку эти струи сливаются, образуя примерно однородное распределение частиц в приземном/пограничном слое. Оценим, на каком расстоянии струи будут сливаться, и какая будет концентрация частиц в приземном/пограничном слое.

Пусть цепочка генераторов расположена перпендикулярно ветру (поправка на возможное наличие некоторого угла, обозначенного на рисунке через ϕ , делается легко и даже приводит к увеличению концентраций частиц). Обозначим через u скорость горизонтального ветра, через d – расстояние между генераторами. Предполагаем, что горизонтальные струи расширяются по

диффузионному закону $R \sim \sqrt{Kt} = \sqrt{Kx/u}$ (строго говоря, надо различать коэффициенты горизонтального и вертикального турбулентного обмена). Тогда струи будут сливаться через «лагранжево» время Δt порядка d^2/K на расстоянии порядка $\Delta x = u d^2/K$ вниз по потоку. Если $d = 300$ м, $K = 100$ м²/с, $u = 5$ м/с, то $\Delta t \sim 10^3 \sim 10^3$ с, $\Delta x \sim 5$ км. Ниже по потоку частицы будут распределены относительно однородно по горизонтали в слое толщиной h порядка $R \sim \sqrt{Kt}$. При $\Delta x \sim 5$ км имеем $h \sim 300$ м.

Обозначим производительность одного генератора через Π (частиц/с). После слияния струй частицы, испущенные одним генератором в единицу времени будут в среднем приходиться на объем порядка $udh = ud\sqrt{Kt}$. Следовательно, концентрация частиц в слое толщиной h будет

$$n = \frac{\Pi}{ud\sqrt{Kt}} = \frac{\Pi}{d\sqrt{Kux}},$$

где x – расстояние вниз по потоку от цепочки генераторов. С удалением от генераторов концентрация, естественно, убывает, поскольку частицы распределены хотя и однородно по горизонтали, но в слое, толщина которого возрастает вниз по потоку. При $x = \Delta x$ (на том удалении, где струи сливаются), имеем

$$n = \frac{\Pi}{ud^2}.$$

Отметим, что последнее соотношение не зависит от K и, тем самым, дает возможность для весьма надежных оценок. Если, по-прежнему считаем $\Pi = 6 \cdot 10^{11}$ 1/с, то при рассматриваемых значениях параметров последнее соотношение дает $n \approx 10^6$ 1/м³. Такова будет концентрация на больших площадях в слое толщиной порядка $d = 300$ м (вниз по потоку она постепенно уменьшается, но зато охватывает все более толстый слой). Если генераторы в цепочке располагать чаще, то можно добиться и значительно более высоких концентраций.

Если интенсивные естественные восходящие движения «задевают» этот слой (например, в этот слой проникают «корни» интенсивных облаков), то можно предположить, что в благоприятных случаях указанные концентрации без больших потерь могут перенестись на необходимые уровни. Например, при скорости восходящих движений 10 м/с уровень 4 км достигается за несколько минут. Даже при $K = 100$ м²/с диффузионное «расплывание» за это время составляет всего порядка 200 м. Тогда объем воздуха таких и больших линейных раз-

меров за время подъема из приземного слоя сильно не перемешается, и объемы воздуха из пограничного слоя с упомянутыми концентрациями достигнут уровня -5 град.

Модель для такой геометрии воздействий содержит меньше спорных упрощающих предположений, чем некоторые модели конвективных струй и в этом отношении представляется надежнее.

7. Возможные резервы для усиления эффекта

1. Увеличение числа генераторов в точке и количества реагента, сжигаемого в единицу времени

В моделях ряда предыдущих разделов достигаемая концентрация частиц пропорциональна интенсивности источника Ap . Поэтому увеличение числа генераторов в точке или в горизонтальном ряду и количества реагента, сжигаемого в единицу времени, должны приводить к пропорциональному увеличению концентрации частиц. На времени подъема частиц это в большинстве случаев существенно не сказывается.

В случае механизма, связанного с искусственными струями, возникающими над генераторами, в приведенных расчетах большая часть пути, проходит струей за счет энергии неустойчивости среды. При этом справедлива формула (7), т.е. это пример случая, когда достигаемая концентрация частиц растет пропорционально числу генераторов в точке и количеству реагента, сжигаемого в единицу времени. На начальной стадии струи (нижние сотни метров, когда струя еще не вышла на «спонтанный» режим) положительный эффект такого увеличения даже несколько сильнее – с интенсивностью источника тепла еще и увеличивается скорость подъема (но этот эффект не сильный – как уже упоминалось, при нейтральной стратификации вертикальная скорость пропорциональна корню кубического из интенсивности источника тепла).

2. Увеличение количества генераторов, распределенных на данной территории и увеличение размеров территории

Перенос частиц естественной конвекцией сильно зависит от того, находится ли генератор в области восходящих движений, которые обычно охватывают меньшую часть площади. Поэтому увеличение количества генераторов на данной территории пропорционально увеличивает количество генераторов находящихся в данный момент в области восходящих движений. Пропорционально увеличивается и количество частиц, захватываемых восходящими

движениями и достигающих необходимого уровня.

Если генераторы размещены на достаточно большой территории (с горизонтальными размерами в несколько десятков километров), то можно добиться того, что поднимающиеся частицы, несмотря на достаточно сильный горизонтальный перенос, будут достигать уровня изотермы -6°C над заданной территорией.

3. Увеличение продолжительности работы генераторов

Увеличение продолжительности работы генераторов пропорционально увеличивает продолжительность времени, в течение которого каждый генератор находится в области восходящих движений. Поэтому эффект аналогичен упомянутому выше случаю увеличения количества генераторов.

4. Учет и использование орографических эффектов

Частицы от генераторов, расположенных высоко над уровнем моря, при прочих равных условиях могут заметно быстрее достигать необходимого уровня. В еще большей степени этому могут способствовать восходящие движения воздуха орографического происхождения.

Пусть, например, угол наклона подстилающей поверхности к горизонту $\varphi = 20^{\circ}$. Если скорость горизонтального ветра $U = 10 \text{ м/с}$, то скорость подъема частиц от генераторов, расположенных на подветренной стороне склона может достигать $U \operatorname{tg} \varphi \approx 3,5 \text{ м/с}$, и уровень 4 км может достигаться льдообразующими частицами за время порядка 20 мин.

5. Некоторые рекомендации по использованию результатов настоящего исследования в практических целях

Исходя из приведенных расчетов, граничные условия состояния тропосферы, при которых наземные генераторы могут быть эффективны для увеличения осадков и предотвращения опасного для сельскохозяйственных культур града, должны устанавливаться на базе особенностей развития осадкообразовательного процесса каждого региона отдельно.

Общими для всех регионов необходимыми условиями являются неустойчивое состояние атмосферы со скоростью восходящего потока не менее 1 м/с и достаточной, для поднятия льдообразующих аэрозолей, турбулентностью в приземном слое атмосферы до уровня корней естественной конвекции (нескольких десятков метров).

Учитывая пульсации вертикальных скоростей даже до минусовых значений (см. рис. 3), целесообразно наземные генераторы поднимать на несколько метров над землей, что бы исключить влияние слоя шероховатости. Можно предположить, что в момент отрицательного импульса аэрозоли могут опускаться до слоя шероховатости и оставаться в нём.

Некоторые рекомендации для разработки технологии этих работ мы можем дать на основании исследований засева различных типов облаков с помощью ракет и самолётов, выполненных в Молдавии и в Украине [6, 7]. Принимаем, что для воздействия льдообразующих реагентов на осадкообразовательные процессы в облаке не имеет значение каким путём они были туда доставлены. Важно, что бы он попал в зону осадкообразования на начальной стадии процесса и в нужном количестве. Засев гродоопасных облаков должен начинаться в тот период, когда в облаке ещё только начинается процесс зарождения и роста града [6].

Для увеличения осадков из облаков слоистых и слоисто кучевых форм следует придерживаться следующих условий.

Засев следует начинать при обнаружении в облачной системе пригодных для засева слоев.

Заметим, что в задачах увеличения осадков эти критерии отличаются для облаков, дающих естественные осадки ($N_s - A_s$), и облаков, из которых осадки не выпадают (Sc, St, Ac). Облачные системы, дающие естественные осадки ($N_s - A_s$), считаются пригодными для засева в тех случаях, если в них имеются капельные или смешанные по фазовому строению слою любой толщины (от 50 м и более) при температуре минус 4°C и ниже. Облака Sc, St, Ac , из которых осадки не выпадают считаются пригодными для засевов с целью увеличения осадков тогда, когда они имеют капельное строение, температуру не выше минус 4°C , толщину не менее 500 м, а нижнюю границу не выше 1000 м. Для Ac толщина облаков должна быть более 600 м. Для зимних внутримассовых облаков слоистых (St) и волнистых (Sc, Ac) форм дополнительным критерием может быть данные о водозапасе более 30 г/м^2 .

Продолжительность воздействия должна соответствовать длительности сохранения пригодных для засева облаков. При засевах Sc, St, Ac протяженность зоны увеличения осадков от точки попадания реагента в облако может соответствовать переносу за 45 мин. (20–30 км).

Для увеличения осадков из облаков конвективных форм следует придерживаться следующих условий.

Засев конвективной облачной ячейки в ряде случаев может приводить к увеличению количества осадков, а в ряде случаев к их уменьшению. В выполненном в Молдавии многолетнем эксперименте [6, 7] в результате засева относительная частота повторения очень слабых и слабых ливней уменьшилась под влиянием засева на 19 и 54% соответственно. Наиболее вероятной причиной этого результата является интенсификация такого типа облаков под влиянием засева и переход их в более активную стадию. В то же время существенно возросла частота повторения умеренных (на 121%), значительных (на 58%) и сильных (на 25%) ливней. Частота очень сильных ливней осталась практически неизменной, а частота появления особо опасных ливней под влиянием засева уменьшилась вчетверо. Соответственно изменился и режим осадков. Масса осадков уменьшилась в группе очень слабых ливней на 8%, в группе слабых ливней на 51% и увеличилась в группах умеренных (на 75%), значительных (на 55%) и сильных (на 52%) ливней. В группах очень сильных и особо опасных ливней вновь отмечено уменьшение массы осадков на 17 и 80% соответственно.

Увеличение осадков при засеве отмечается только в том случае, если он совпадает с периодом развития облачной ячейки и, наоборот, приводит к обратному эффекту, если он совпадает с периодом её диссипации. Исключение, по данным экспериментов, составляют очень слабые облачные ячейки, развивающиеся в условиях слабой конвекции. Засев большим количеством реагента (10^5 – 10^6 льдообразующих ядер на m^3 облачного объёма) таких ячеек в ряде случаев приводит к их разрушению. Интенсификация осадкообразующего процесса в облаках, дающих очень сильные и опасные ливни приводит к их ускоренному разрушению и соответственно к уменьшению осадков из них. Для получения максимального количества осадков из конвективных облаков за сезон воздействия не следует засеивать облачные ячейки дающие при естественном развитии очень сильные и особо опасные ливни (распределение ливней по категориям см. [6]). Знак и величина эффекта воздействия на облачную ячейку – сложная функция её состояния и термодинамических условий развития в момент засева. В то же время для предотвращения роста опасного по размерам града все категории ячеек следует засеивать предельно возможным количеством льдообразующих аэрозолей и начинать засев как можно раньше, т.е. на начальной стадии роста градовых частиц.

В момент диссипации осадкообразовательного и градообразовательного процесса работа наземных генераторов не целесообразна и их следует выключать. Исключениями составляют процессы, когда диссипация облаков за счёт динамики фронтов или солнечного прогрева сменяется на их рост.

Практическая реализация этих условий может быть решена путём существующих способов сверхкраткосрочного (заблаговременность полчаса – час) прогноза развития облачных процессов с помощью анализа синоптических карт, радиозондов, а так же параметров облаков, получаемых с помощью радиолокаторов [6].

Как показали наши расчёты при скорости восходящих потоков $1m/s$, значениях CAPE 200 Дж/кг в задачах увеличения осадков заблаговременность для принятия решения о засеве и включение наземных генераторов достаточна полчаса. При горизонтальной скорости ветра 20 км/ч зона предварительного засева должна составлять не менее 20 км. При скорости восходящих потоков больших $1m/s$ заблаговременность включения генераторов может быть уменьшена.

Учитывая не учтенные в расчётах возможные механизмы горизонтального рассеяния реагента, пульсации вертикальной скорости в нижнем приземном слое (см. раздел 3, рис. 3 нашей статьи), другие причины уменьшения его концентрации и дезактивации, в задачах предотвращения роста града следует начинать работу всех генераторов (см. параграфы 6.1–6.4) не менее чем за час до развития градоопасных облаков. Точное время заблаговременности включения и количества одновременно работающих генераторов, длина зоны предварительного засева с учётом розы ветров должна определяться экспериментально для каждого региона отдельно.

Заключение

Рассмотренные выше модели переноса льдообразующих частиц от наземных генераторов нередко дают при неустойчивой стратификации атмосферы довольно высокие их концентрации на уровнях изотерм $-5...-6^{\circ}C$ (до 10^6 частиц/ m^3). Такие концентрации могут достигаться при скорости подъёма воздуха $1 m/s$ примерно через час с начала работы генератора.

При интенсивных осадкообразовательных процессах энергия неустойчивости в приземном слое воздуха может достигать 200 Дж/кг, а нередко бывает и в несколько раз больше. Скорость подъёма воздуха при этом получается уже порядка $10 m/s$. (В Молдавии градобития, к примеру, бывают при наличии вертикальных скоростей $18 m/s$

и более). Время подъема и горизонтальный перенос в этом случае могут быть значительно меньше, а концентрация частиц – больше. Например, при скорости восходящих движений 10 м/с уровень 4 км достигается частицами за несколько минут. При коэффициенте турбулентности $K = 100 \text{ м}^2/\text{с}$ диффузионное «расплывание» за это время составляет всего порядка 200 м.

Регулируя время, интенсивность работы наземных генераторов, их количество и расположение на местности можно эффективно использовать этот метод и для работ по увеличению осадков, и для предотвращения роста града.

При некоторых геометриях расположения генераторов модели содержат относительно немного спорных упрощающих предположений. Таким образом, не исключается возможность того, что такой путь воздействий может быть эффективным. При этом отпадает необходимость радиолокационного определения места в облаке для его засева в задачах увеличения осадков и предотвращения роста града. Льдообразующие частицы находят это место сами, участвуя в естественном процессе облако- и осадкообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баханова Р.А. О механизме образования ледяных кристаллов на кристаллизующих реагентах. Обзорная инфор-

мация ВНИИГМИ-МЦД. Метеорология. – Обнинск, 1978. – С. 13–16. 1988, Вып. 8. – 31 с.

Бызова Н.Л., Иванов В.Н., Гаргер Е.К. Турбулентность в пограничном слое атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 263 с.

Бызова Н.Л., Гаргер Е.К., Иванов В.Н. Экспериментальные исследования атмосферной диффузии и расчеты рассеяния примеси. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 278 с.

Вульфсон Н.И., Левин Л.М. Метеотрон как средство воздействия на атмосферу. – М.: Гидрометеиздат, 1987. – 131 с.

Гутман Л.Н. Введение в нелинейную теорию метеорологических процессов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 295 с.

Dinevich L., Dinevich S., Leonov M., Seregin Ju. Precipitation Characteristics Variations Effected by Nail Protection Techniques, 1998, (296 pp)

7. Dinevich L., Dinevich S. and Leskov B. Results of Experiments and Field Trials in Rain Enhancements from Clouds of Various Types in Moldova and Ukraine. Some Problems of Cloud Physics. Collected Papers. Memorial Issue Dedicated to Prof. Solomon M. Shmeter. – M., 2008. – P. 105–153.

8. Dinevich L., Shalaveus S. 2008. Using Tracers in Studies of Agent Propagation in Convective Cloud Modifications. P. 58–104. Questions of physics of clouds. Moscow, Hydrometizdat.

9. Ивлев Л.С., Довгалюк Ю.А. Физика атмосферных аэрозольных систем. – СПб.: НИИХ СПбГУ, 1999. – 194 с.

10. Плауде Н. Тр. ЦАО, Вып. 51. – 1963.

11. Скорер Р. Аэродинамика окружающей среды. – М.: Мир, 1980. – 549 с. (Scorer R.S.: Environmental Aerodynamics, Ellis Horwood Ltd, New York. 1978.).

12. Тернер Дж. Эффекты плавучести в жидкостях. – М.: Мир, 1977. – 431 с. (J.S. Turner. Buoyancy effects in fluids. University Press, Cambridge, 1973).

УДК 539.31.621

ЗАВИСИМОСТЬ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИТКА ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА

Лодыгина Н.Д.

*Муromский институт ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
Муrom, e-mail: mivlgu@mail.ru*

В работе применялись теоретические и экспериментальные методы исследования механики деформируемого твердого тела. Обработка результатов исследования осуществлялась с использованием методов математической статистики и теории планирования эксперимента, методов математического моделирования. В результате расчетов определялись значения относительных эквивалентных напряжений. Данные численного эксперимента обрабатывались с целью получения регрессионной модели, отражающей зависимость эквивалентного напряжения от: геометрических параметров витка – угла профиля и угла подъема резьбы; высоты витка; величины смещения точки контакта по высоте витка; силы (коэффициента) трения. Учитывалось смещение точки контакта со среднего диаметра только по направлению к вершине витка. Адекватность полученной математической модели подтверждена данными экспериментальных исследований напряженного состояния сегмента витка поляризационно-оптическим методом.

Ключевые слова: напряжение, виток, геометрические параметры, винтовые механизма

VOLTAGE DEPENDENCE ON THE GEOMETRIC PARAMETERS OF COILS SCREW MECHANISM

Lodigina N.D.

Murom Institute of Vladimir State University, Murom, e-mail: mivlgu@mail.ru

The paper used the theoretical and experimental approaches to solid mechanics. Processing of the results of research carried out using the methods of mathematical statistics and the theory of experimental, mathematical modeling methods. The calculations were determined by the relative values of equivalent stresses. These numerical experiments were processed to obtain the regression model, reflecting the dependence of the equivalent stress: the geometric parameters of the coil – the angle of the profile and the pitch of the thread, the height of the coil, the displacement of the contact point on the loop height, strength (ratio) of friction. Take into account the displacement of the contact point with the average diameter of only towards the top of the coil. The adequacy of the resulting mathematical model is confirmed by the experimental investigation of the stress state of the coil segment polarization-optical method.

Keywords: stress, the loop, the geometrical parameters, screw mechanism

Широко распространенным видом механических передач являются винтовые механизмы (типа винт-гайка). Данные механизмы отличаются простотой конструкции и высокой надежностью, большим передаточным отношением и высокой точностью параметров выходного движения. Они компактны и хорошо komponуются с другими узлами и деталями в различных установках. Развитие современной техники привело к созданию ряда винтовых механизмов, различающихся не только конструктивным исполнением и технико-эксплуатационными характеристиками, но, в ряде случаев, и принципом преобразования вращательного движения в поступательное.

Все винтовые механизмы обычно подразделяют на кинематические, используемые в малонагруженных приводах приборов и систем управления, и силовые, работающие при значительных нагрузках на ходовой винт. К кинематическим передачам винт-гайка предъявляются высокие требования по точности, а к силовым – по прочности и износостойкости.

Развитие современной техники потребовало создания таких винтовых механизмов, которые удовлетворяют всему комплексу требований, предъявляемых как к кинематическим, так и к силовым механизмам [1, 2].

В настоящее время все более широкое применение находят несомные винтовые механизмы (НВМ), к которым относятся и планетарные передачи винт-гайка качения с резьбовыми роликами (РВП). Детали НВМ имеют несущие винтовые поверхности специального профиля, к которым предъявляются высокие требования по геометрической точности, контактной жесткости, усталостной прочности и долговечности.

Расчет основных конструктивных размеров НВМ производится на основании расчетов деталей на нагрузочную способность, определяемую для НВМ прочностью по критериям контактной и изгибной выносливости, износостойкости. Существующие методики расчета заимствованы из теории зубчатых передач, что не позволяет учесть важные особенности контактного взаимодействия сопрягаемых деталей НВМ.

Одной из актуальных проблем современного машиностроения является проблема повышения долговечности элементов машин по критериям прочности при одновременном снижении их металлоемкости. Непрерывное увеличение мощностей, скоростей, грузоподъемности и других параметров машин и связанный с этим рост напряженности элементов приводят к тому, что указанную проблему можно решить лишь при использовании в процессе конструирования и расчета новейших достижений науки о прочности. По мере развития методов расчета на прочность при одновременном снижении запасов прочности и металлоемкости деталей машин и конструкций традиционные инженерные расчеты по напряжениям (преимущественно номинальным) необходимо дополнять или заменять расчетами по энергетическим критериям прочности.

Известно, что расчет основных конструктивных размеров НВМ необходимо назначать исходя из расчетов деталей на нагрузочную способность, определяемую для НВМ прочностью по критериям контактной, в том числе глубинной, и изгибной выносливости, износостойкости [3, 4]. Существующие методики расчета заимствованы из теории зубчатых передач и подшипников качения, что не позволяет учесть важные особенности контактного взаимодействия

сопрягаемых деталей НВМ, имеющего фрикционный характер.

По мере расширения области применения винтовых передач ужесточаются требования к снижению их массы, габаритных размеров, повышению КПД, надежности и долговечности. В обеспечении этих требований (наряду с качеством изготовления, выбором оптимальных расчетных схем, материалов, термообработки) решающая роль принадлежит совершенствованию методов расчета напряженного состояния винтовых поверхностей сопрягаемых деталей.

Напряженное состояние в сечении витка

Напряженное состояние в сечении витка формируется в результате взаимодействия контактных напряжений, напряжений винта и витка. Под напряжениями витка подразумеваются напряжения, вызванные деформациями изгиба, сдвига, растяжения-сжатия, кручения витка резьбы [5].

Важнейшей задачей инженерного расчета является оценка прочности деталей по известному напряженному состоянию, т.е. по известным главным напряжениям в точках тела. Так как в данном случае опасное (предельное) состояние нагруженного тела определяется предельной величиной накопленной удельной энергии формоизменения, то условие прочности будет иметь вид

$$\sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \leq \frac{\sigma_T}{n} = [\sigma],$$

где σ_T – предел текучести материала; n – коэффициент запаса прочности; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

Выбор коэффициента запаса прочности n , показывающего во сколько раз допускаемое напряжения меньше опасного, зависит от состояния материала (хрупкое, пластичное), характера приложения нагрузки (статическая, динамическая, повторно-переменная), а также от таких общих факторов, как неоднородность материала, неточность в задании внешних нагрузок, приближенность расчетных схем и формул и т.п.

При анализе напряжений действующих в деталях, следует принимать во внимание остаточные напряжения, возникшие при изготовлении. Если детали работают в области упругих деформаций, то остаточные напряжения можно учитывать сложением их с напряжениями от рабочих нагрузок [6].

Напряженно-деформированное состояние витков зубьев винтовых и зубчатых передач характеризуется большой интенсивностью напряжений в сравнительно небольших объемах элементов, резкой

концентрацией напряжений и деформаций в зоне контакта витков и у их оснований.

Поверхности витков имеют сложную геометрию. В разных зонах (в частности, в разных торцовых сечениях) по длине зуба или витка различны не только максимальные напряжения, но в общем случае и законы распределения напряжений по времени при переменных нагрузках. Различен может быть также объем наиболее напряженного материала. Определение напряжений в витках несоосного винтового механизма (НВМ) является сложной пространственной задачей.

Виток детали НВМ развернутый на плоскость рассчитывается с использованием расчетной модели консольной балки переменного сечения [7]. Аналогичная расчетная модель была использована при определении изгибной деформации зуба и витка червяка и зуба червячного колеса глобидной передачи. Напряжения в них определяются только от изгибающего момента и в редких случаях от перерезывающей силы. В данном исследовании учитываются все виды деформаций витка.

Виток в процессе эксплуатации испытывает деформации изгиба от сил F_a^{ij} , F_r^{ij} , деформации растяжения (сжатия) от силы F_r^{ij} , деформации сдвига от сил F_a^{ij} , F_t^{ij} и деформацию кручения от силы F_t^{ij} . Знаки напряжений изменяются в зависимости от направления сил F_r^{ij} , F_t^{ij} и F_a^{ij} . Первый индекс i указывает сколько сил действует на виток, второй j – номер витка. В области витка имеем объемное напряженное состояние.

В целях приведения уравнения расчета эквивалентных напряжений к более простому виду и анализу полученного решения производился переход в формулах напряжений к безразмерным коэффициентам. Величина радиальной и тангенциальной составляющих сил давления и трения выбиралась максимальной для конкретных геометрических параметров винтовой поверхности [8].

Осуществлялся переход к безразмерной системе координат. Оценивалась величина относительно эквивалентного напряжения $\sigma_{\text{экв}}^*$ характеризующего отношение действующего в элементарном объеме экви-

валентного напряжения $\sigma_{\text{экв}}$ к напряжению, сформированному под влиянием суммарной осевой нагрузки F_a и равному $4F_a \cdot (\pi \cdot d^2)^{-1}$. Выбор базы для сравнения основан на том, что именно по осевой нагрузке производится проектный расчет НВМ на прочность.

Заключение

В результате расчетов определялись значения относительных эквивалентных напряжений в 2850 точках факторного пространства. Данные численного эксперимента обрабатывались с целью получения регрессионной модели, отражающей зависимость эквивалентного напряжения от: геометрических параметров витка – угла профиля и угла подъема резьбы; высоты витка; величины смещения точки контакта по высоте витка; силы (коэффициента) трения [9]. Учитывалось смещение точки контакта со среднего диаметра только по направлению к вершине витка.

В результате исследований разработана следующая математическая модель:

$$\sigma = \frac{\sigma_{\text{экв}} \cdot \pi \cdot d^2}{4F_a} = 0,1 \cdot k \cdot \xi_j \cdot W; \quad k = \frac{K_n^2}{K_n - 1}; \quad K_n = \frac{0,5 \cdot d}{H_n};$$

$$W = 3,888 - 0,0733\alpha + 5,654\delta + 0,0057\lambda^2 + 0,322f \cdot \lambda -$$

$$- 0,00722\alpha \cdot \lambda \cdot \delta + 1,76 \cdot V^3 + V \cdot (1,1\lambda \cdot \delta - 0,00617\alpha \cdot \lambda -$$

$$- 0,1933\alpha \cdot \Delta + 12,97f \cdot \delta + 14,95\Delta \cdot \delta),$$

где ξ_j – коэффициент, характеризующий долю общей осевой нагрузки F_a , воспринимаемую j -м рассматриваемым витком; f – коэффициент трения в пятне контакта; V – координата ($0 \leq V = Y/H_n \leq 1 + \Delta$); Δ – относительное смещение точки контакта по высоте витка ($\Delta = \Delta_n/H_n$).

Адекватность полученной математической модели подтверждена данными экспериментальных исследований напряженного состояния сегмента витка поляризационно-оптическим методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазуткин С.Л., Лазуткина Н.А. Комплексное представление системы «машина – обрабатываемый материал» // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 5. – С. 193–199.
2. Фабричный С.Ю. Создание параметрических моделей характерных дефектов машин и механизмов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 5. – С. 220–224.

3. Шевченко А.П., Царева К.А. Моделирование перегрузок на сложных ротационных стендах // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 2. – С. 72–76.

4. Шарков О.В., Золотов И.А. Напряженно-деформированное состояние внешней облоймы эксцентриковых механизмов свободного хода фрикционного типа // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 7. – С. 153–159.

5. Лодыгина Н.Д. Расчет напряжений в сечении винтов несоосных винтовых механизмов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 7. – С. 122–125.

6. Лазуткина Н.А., Лодыгина Н.Д. Напряженное состояние ходовых винтов несоосных винтовых механизмов // Современные наукоемкие технологии. – 2011. – № 4. – С. 41–44.

7. Лодыгина Н.Д. Исследование напряжений деталей винтовых механизмов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 1. – С. 63–66.

8. Лодыгина Н.Д. Напряженное состояние в произвольной точке сечения витков деталей несоосных винтовых механизмов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 2. – С. 55–58.

9. Шарапов Р.В., Лодыгина Н.Д. Расчет напряжений деталей несоосного винтового механизма // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 5. – С. 70–71.

УДК 681.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА ЭТАНОЛАМИНОВ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Пенкин К.В., Сажин С.Г.

Дзержинский политехнический институт, Дзержинск, e-mail: avtomat@sinn.ru

В работе рассмотрены особенности процесса получения этаноламинов (ЭА) с анализом принципиальной технологической схемы стадии синтеза ЭА. Приведены основные реакционные соотношения процесса. Анализируются направления контроля основных параметров процесса и его автоматизации. Отмечается необходимость использования микропроцессорной техники управления. Приводятся сведения о технических средствах измерения параметров, в том числе таких параметров как концентрация веществ, вязкость.

Ключевые слова: этаноламины, контроль, автоматизация, система управления

TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION ETHANOLAMINES AND ITS FEATURES AS OBJECT OF MANAGEMENT

Penkin K.V., Sazhin S.G.

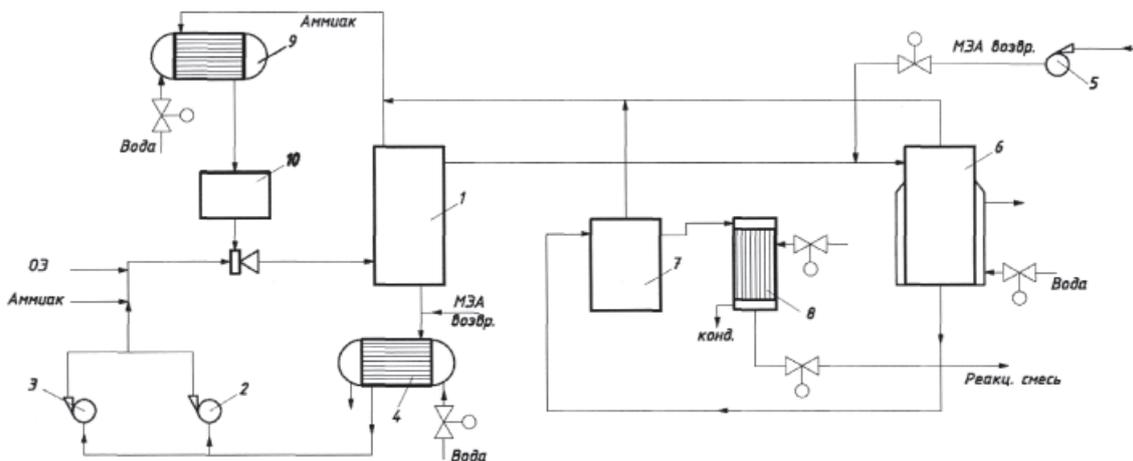
Dzerzhinsky Polytechnic Institute, Dzerzhinsk, e-mail: avtomat@sinn.ru

In this paper the characteristics of the process of obtaining ethanolamine with the analysis of the fundamental step of the synthesis process flowsheet of obtaining ethanolamine. Relationships are the key reaction process. Analyzes the direction control of key parameters of the process and its automation. The need to use microprocessor control technology. Provides information on the technical means of measurement parameters, including parameters such as the concentration of substances, viscosity.

Keywords: ethanolamines, control, automation, control system

Производство этаноламинов – это перспективное, развивающееся, экологически безвредное производство. Этанолламины широко применяются в текстильной, фармацевтической промышленности, для очистки технологических и природных газов, что актуально в связи с плохой экологической обстановкой.

Существующее производство этаноламинов построено в начале 80-х годов с использованием морально устаревших систем управления. Часть приборов нижнего уровня и запорно-регулирующая арматура с пневмо-приводом не соответствуют новым требованиям, так как быстродействие клапанов больше 12 секунд, не соответствует правилам для блоков 1 категории.



Принципиальная схема процесса синтеза этаноламинов:

1 – аппарат смешения; 2, 3 – насосы; 4 – теплообменник; 5 – насос; 6 – реактор вытеснения; 7 – сепаратор; 8 – испаритель; 9 – теплообменник; 10 – емкость

В данной работе рассматриваются предложения по системе управления с целью повышения точности работы технологического процесса, для улучшения качества готового продукта, повышения надежности

управления, создания безопасных условий труда для рабочих и безаварийной работы производства в целом.

Технология производства этаноламинов позволяет селективно получить

продукты – моноэтанолламин (МЭА) и диэтанолламин (ДЭА) в непрерывном энергосберегающем процессе.

Оформление реакторного узла позволяет осуществить синтез смеси этаноламина (ЭА) при взаимодействии окиси этилена (ОЭ) и безводного аммиака (NH_3) с преимущественным образованием МЭА и ДЭА при температуре не выше 70°C . Давление не выше $4,0\text{ МПа}$, с использованием автокаталитических свойств системы.

Синтез смеси этаноламинов проводится в циркуляционном контуре (рисунок), состоящем из аппарата 1, насосов 2, 3 и теплообменника 4.

В трубопровод циркуляционного контура на вход теплообменника подается циркуляционный МЭА с насоса 5.

Реакционная смесь из реактора 1 поступает в реактор вытеснения (буферный реактор) 6, подогреваемый горячей водой или паром через рубашку. В буферный реактор поступает также возвратный МЭА. Из буферного реактора 6 реакционная смесь поступает через сепаратор 7 в испаритель 8, работающий при одном и том же давлении с реактором. Аммиак, испаренный из основного и буферного реактора 6, испарителя, конденсируется в теплообменнике 9 и через емкость 10 посредством эжектора возвращается в циркуляционный контур синтеза.

Давление в реакторном блоке $-3,0-4,0\text{ МПа}$. Температура в реакторе $-60-80^\circ\text{C}$, а в испарителе $-100-120^\circ\text{C}$. Обогрев реактора производится горячей водой, а в испаритель 8 подается пар $P = 1,3\text{ МПа}$.

Реакции синтеза ЭА сопровождается значительными выделениями тепла и протекает по сложным кинетическим законам с участием продуктов реакции. Все это обуславливает предъявление особых требований к технологическому и аппаратному оформлению реакторного узла. При этом возникают проблемы по оптимальной организации теплосъема, и обеспечение устойчивости (безопасности) процесса, а также обеспечение селективности процесса по МЭА и ДЭА.

Обе эти проблемы решаются проведением реакции ОЭ и NH_3 в реакторе смешения, на вход которого попадают исходные реагенты в соотношении 1:1, а оптимальный мольный избыток NH_3 в зоне реакции создается за счет организации внутреннего цикла NH_3 .

Данная технология дает возможность варьировать соотношение получаемых МЭА и ДЭА в достаточно широких пределах. Особенностью этой технологии является ее широкий уровень безопасности,

обусловленный тем, что процесс осуществляется в условиях слабых концентраций окиси этилена, являющейся основным источником опасности.

В тоже время производство этаноламинов характеризуется наличием взрывоопасных и токсичных продуктов. Особую опасность представляет используемая в производстве окись этилена из-за ее способности к полимеризации со взрывом при перегреве свыше 40°C и в контакте в определенных условиях с рядом продуктов, в том числе с аммиаком и аминами.

Метод производства этаноламинов основан на взаимодействии окиси этилена и аммиака в условиях непрерывного автокаталитического процесса при давлении не выше $3,5\text{ МПа}$ и температуре не выше 80°C . В результате реакции образуется моно-, ди- и триэтанолламин. Выделение готовых продуктов из реакционной смеси производится методом ректификации.

Процесс получения этаноламинов состоит из следующих основных стадий: подача окиси этилена, подача аммиака, синтез этаноламинов, отгонка аммиака, отгонка возвратного моноэтанолламина, отгонка товарного моноэтанолламина, доотгонка моноэтанолламина, отгонка диэтанолламина.

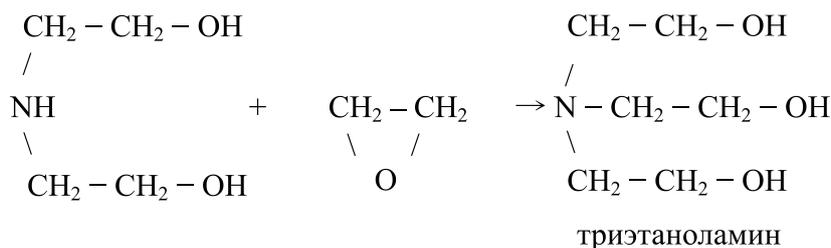
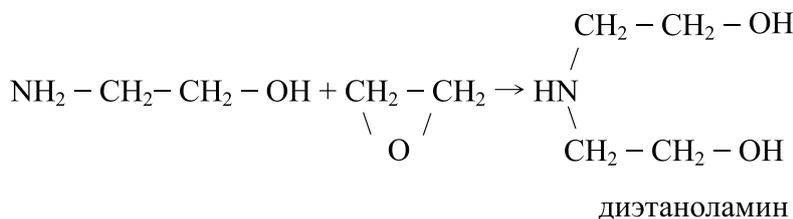
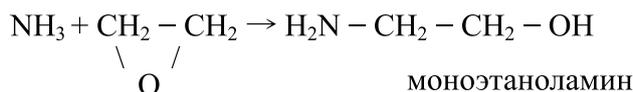
Ректификация производится под вакуумом. Применяемые в качестве сырья окись этилена и аммиак и образующиеся в процессе этанолампы определяют вредность и опасность производства. Окись этилена и моноэтанолламин по ГОСТ 12.1.005-88 относятся ко 2-му классу опасности. Окись этилена и аммиак-сжиженные горючие газы. Токсичны. Этанолампы – горючие токсичные жидкости. При выделении товарного моноэтиноламина продукт нагревается выше температуры вспышки.

Избыточный аммиак выделяется из реакционной смеси в три ступени: отгонка под давлением синтеза, отгонка под давлением $1,40-1,60\text{ МПа}$, десорбция под давлением $0,30-0,40\text{ МПа}$

Из полученной после удаления аммиака смесь этаноламинов отгоняется в пленочном испарителе, а оставшееся смесь этаноламинов разделяется на готовые продукты вакуумной ректификацией на трех колоннах с регулярной насадкой и с пленочными кипятильниками.

Все стадии технологического процесса проходят по непрерывной схеме. В зависимости от требований рынка принятая технология позволяет в широком диапазоне изменять соотношение выпускаемых этаноламинов.

В основу технологического процесса положена реакция окисэтилирования аммиака, протекающая по следующей схеме:



Синтез этаноламинов проводится в безводной среде с использованием продуктов реакции в качестве катализаторов в аппарате смешивания при температуре 60–80 °С, давлении не выше 3,50 МПа.

Аппаратурное оформление процесса позволяет осуществлять интенсивный теплосъем в зоне реакции и обеспечить устойчивое протекание процесса в широком диапазоне соотношений исходных компонентов в зоне реакции. Принятый диапазон концентраций исходных компонентов в зоне реакций и предусмотренный возврат моноэтаноламина позволяет свести к минимуму образование триэтаноламина и дает возможность регулировать соотношение образующихся моно- и диэтаноламина в соответствие с требованиями конъюнктурного рынка.

Основное количество избыточного аммиака отделяется от реакционной смеси в испарителе при давлении синтеза и температуре 100–120 °С и возвращается в зону реакции. Оставшийся аммиак отделяется от реакционной смеси в двух последовательных стадиях. Отгонка при давлении 1,50–1,55 МПа и температуре 150–160 °С; десорбция при давлении 0,30–0,40 МПа и температуре 150–160 °С.

Аммиак, отделенный в испарителе при давлении 1,50–1,55 МПа, конденсируется и возвращается на синтез. Аммиак, отделенный на стадии десорбции, возвращается на синтез после абсорбции потоком возвратного моноэтаноламина. Отгонка возвратного моноэтаноламина осуществляется в испарителе при температуре 150–160 °С и давлении 65,00–71,00 кПа. Разделение

этанолламинов производится с использованием ректификационных колонн с регулярной насадкой, что обеспечивает получение продуктов высокого качества, несмотря на упругость паров.

Особенностью процесса получения этаноламинов является непрерывная схема технологии, наличие запаздывания объекта контроля, переменное значение коэффициента передачи объекта контроля, высокие требования к получению моноэтаноламина определенной концентрации. Это приводит к необходимости дополнительного исследования процесса управления и автоматического регулирования ряда параметров процесса.

Однако, несмотря на достаточно высокий уровень контроля параметров процесса остается слабо решенной задачей обеспечение точно заданной концентрации МЭА при минимизации других фракций, что требует постановки задачи оптимизации процесса получения МЭА.

Система управления процессом получения этаноламинов, построенная на микропроцессорной технике, предусматривает полную автоматизацию контроля и регулирования основных параметров, создание безопасных условий ведения процесса, автоматическую защиту производства при возникновении аварийных ситуаций.

В ходе технологического процесса обеспечивается контроль таких параметров как температура и давление в аппарате смешения, расход окиси этилена и аммиака. С помощью промышленных анализаторов определяют также концентрации моноэтаноламина и других фракций. Управляющим

блоком системы управления служит микропроцессорный контроллер, позволяющий преобразовать аналоговый сигнал датчиков в их цифровую форму. Этим достигается высокий уровень автоматизации процесса и контроля его основных параметров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1982. – 288 с.

2. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа, 1991. – 367 с.

3. Клюев А.С. Настройка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: справочное пособие. – М.: Энергия, 1989. – 324 с.

4. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Учебно-практическое пособие. – М.: Инфо-Инженерия, 2008. – С. 571.

5. Харазов В.Г. интегрированные системы управления технологическими процессами. – СПб.: Профессия, 2009. – С. 590.

УДК 662.7

РЕЗОЛЮЦИЯ 1-Х КУДРЯВЦЕВСКИХ ЧТЕНИЙ – ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ГЛУБИННОМУ ГЕНЕЗИСУ НЕФТИ И ГАЗА

Тимурзиев А.И.

Москва, e-mail: aitimurziev@cge.ru

Время дискуссий прошло, пришло время утилизации знаний о глубинном генезисе углеводородов в методы прогнозирования нефтегазоносности недр и технологии поисков и освоения глубинной нефти. 22–25 октября 2012 года в ОАО «ЦГЭ» (Москва) прошли 1-е Кудрявцевские чтения (КЧ) – Всероссийская конференция по глубинному генезису нефти и газа, посвященная памяти проф. Н.А. Кудрявцева – основоположника современной теории неорганического происхождения нефти.

Ключевые слова: глубинный генезис углеводородов, 1-е Кудрявцевские чтения, нефть, газ, Н.А. Кудрявцев

RESOLUTION 1-X KUDRYAVTSEVSKIH READING - ALL-RUSSIAN CONFERENCE ON DEPTH GENESIS OIL AND GAS

Timurziev A.I.

Moscow, e-mail: aitimurziev@cge.ru

The debates over, it's time utilization of knowledge about deep genesis of hydrocarbons in subsurface petroleum prediction methods and technologies for identifying and exploring deep oil. 22-25 October 2012 in JSC "CHE" (Moscow) were 1st Kudryavtsevskie reading (CN) - National Conference on the genesis of deep oil and gas, in memory of prof. NA Kudryavtseva - the founder of the modern theory of the inorganic origin of petroleum.

Keywords: deep genesis of hydrocarbons, 1st Kudryavtsevskie reading, oil, gas, N.A. Kudryavtsev

Кудрявцевские чтения помимо функции организующей площадки для сторонников глубинного генезиса нефти и газа, являются элементом научной революции, происходящей в нефтяной геологии, и служат созданию теории глубинного абиогенно-мантийного происхождения углеводородов (УВ), как научной основы для реализации в нашей стране государственной программы по поискам глубинной нефти. В соответствии с основной целью конференции, связанной с развитием вопросов теории происхождения и практики поисков глубинной нефти, заложенной российской и советской (российско-украинской) неорганической школой геологов – геохимиков – нефтяников (Д.И. Менделеев, Н.А. Кудрявцев, П.Н. Кропоткин, В.Б. Порфирьев и др.), девиз Кудрявцевских Чтений вытекает из осознания того, что время дискуссий прошло и пришло время утилизации знаний о глубинном генезисе УВ в методы прогнозирования нефтегазоносности недр и технологии поисков и освоения глубинной нефти.

В соответствии с темой 1-х КЧ: «Современное состояние теории происхождения, методов прогнозирования и технологий поисков глубинной нефти», на конференции прошло заинтересованное обсуждение среди ученых, геологов и нефтяников России и стран ближнего зарубежья вопросов текущего состояния и развития теории глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти, методов прогнозирования нефтегазоносности недр, методов и технологий поисков, разведки и освоения глубинной нефти.

Для участия в 1-х КЧ было подано 173 заявки. Включая 77 соавторов представленных докладов, в общей сложности в Чтениях приняло участие 240 человек из 112 научных, производственных и сервисных организаций России, Армении, Беларуси, Казахстана, Узбекистана и Украины. По программе на конференции было представлено 108 докладов: 12 заказных, 52 пленарных, 31 секционных и 13 стендовых.

Проведению конференции предшествовало создание сайта (<http://conference.deeroil.ru/>) и выпуск электронного сборника тезисов, включающего 124 доклада, сгруппированные по основным разделам исследований:

- 1) фундаментальные вопросы происхождения нефти и газа;
- 2) теоретические и экспериментальные работы по вопросам генезиса нефти и газа;
- 3) геологическое строение и перспективы нефтегазоносности недр с позиций их глубинного происхождения;
- 4) методы и технологии прогнозирования, поисков, разведки и освоения глубинной нефти и газа.

После торжественного открытия 1-х КЧ председателем Оргкомитета А.И. Тимурзиевым, с приветственными словами к участникам и гостям конференции обратились академик РАН Ф.А. Летников, генеральный директор ОАО «ЦГЭ», академик РАЕН А.С. Кашик, министр геологии СССР, вице-президент РАЕН, профессор Е.А. Козловский, заместитель министра МНП СССР, председатель подкомитета по

нефтяной промышленности Комитета ТПП РФ В.З. Гарипов, заведующий лабораторией ГИН РАН М.Г. Леонов, директор ИПНГ РАН, генеральный директор ИПНГ, академик РАН А.Н. Дмитриевский, генеральный директор ФГУП ВНИГНИ А.И. Варламов.

Половина последнего дня конференции была посвящена общей дискуссии и подведению итогов 1-х КЧ. В дискуссии приняли участие 33 участника, которые в процессе выступления сформировали предложения и рекомендации для включения в резолюцию конференции.

Конференция подтвердила общее мнение участников о необходимости продолжения всестороннего изучения проблемы глубинного генезиса УВ путем их синтеза в породах мантийной оболочки, мантийной литосферы и консолидированной коры без участия органического вещества (ОВ) или с возможным участием рециклированного углерода ОВ осадочной толщи Земли. Это, в совокупности с другими важными практическими и научными проблемами, такими как прогноз катастрофических землетрясений, совершенствование теории формирования крупных эндогенных месторождений полезных ископаемых и прогноз их размещения, влияния глубинного водорода на геологические, флюидодинамические процессы в недрах и на поверхности Земли и другие, заставляет продолжить изучение глубинных недр Земли, их структуру, геодинамику, эволюцию вещественного состава, свойства глубинного вещества, механизмы мобилизации, вертикальной миграции, дифференциации химических элементов и другие вопросы глубинного генезиса УВ.

Конференция считает, что необходимо продолжить изучение проблемы генезиса УВ и формирования промышленных скоплений нефти и газа на строго научной, количественной геолого-физической (физико-химической) основе с заверкой результатов исследований на соответствие всем известным фактическим материалам по нефтегазоносности недр Земли, на непротиворечивость геологическим условиям нахождения нефти и газа в земной коре и на способность реализации на практике ее важнейшей предсказательной функции по прогнозированию и поискам глубинной нефти.

Необходимо обозначить основные направления и очертания общей теории глубинного генезиса УВ, в которой объективно будут отражены все реализуемые в природе непротиворечивые в отношении геологии нефти и газа физико-химические варианты образования УВ. Это требует привлечения широкого круга разнодисциплинарных специалистов, а не только геологов-нефтяни-

ков узкой специализации. В рамках начатых исследований и выполненных обобщений по генезису глубинной нефти начинают проявляться вопросы геологического пространства и его структуры, состава, петрологии, PVT условий синтеза глубинных УВ многое другое. Для дальнейшего развития теоретических основ глубинного абиогенно-мантийного генезиса УВ необходимо дальнейшее продолжение экспериментальных исследований и моделирование синтеза высокомолекулярных УВ-систем в реальных термодинамических условиях коромантийной оболочки Земли с проверкой результатов моделирования и прогнозных моделей на фактическом материале нефтегазоносности недр.

Конференция отмечает, что составными частями новой теории глубинного абиогенно-мантийного генезиса УВ должны стать следующие разделы:

- структура, свойства и геодинамика геологической среды реализации процесса нефтидогенеза и генезиса углеводородных компонентов;

- исходное вещество (доноры), источники (глубинные очаги) и механизмы мобилизации исходных компонентов для синтеза УВ верхней мантии и их концентрации и транспортировки для аккумуляции промышленных скоплений в верхней части земной коры;

- термодинамические условия и механизмы синтеза УВ глубинных недрах Земли;

- механизмы первичной мобилизации и вторичной вертикальной миграции УВ, дифференциации первичных УВ и составляющих их компонентов в нормальные УВ нефтяного ряда;

- количественные характеристики физических, геохимических, термодинамических процессов синтеза и деструкции УВ верхней мантии Земли;

- расчеты объемов генерации, условий сохранности, закономерностей размещения ресурсов глубинных УВ, в том числе на доступных для их разведки глубинах земной коры;

- разработка генетических критериев нефтегазоносности недр, количественных методов прогнозирования и нефтегазогеологического районирования перспективных территорий;

- разработка методов и технологий поисков, разведки и освоения глубинной нефти.

Признавая всю промышленно осваиваемую на Земле нефть глубинной, абиогенно-мантийного генезиса и рассматривая глубинную нефть как неисчерпаемый источник УВ-сырья в освоенных и неосвоенных бурением глубинах земной коры, необходимо понять принципиальные отличия месторож-

дений УВ глубинных геосфер от месторождений, открытых в верхней части осадочной оболочки известных нефтегазоносных бассейнов. В первую очередь, отличая в формах локализации и факторах (физико-геологических критериях), контролирующих новый и неизвестный тип резервуаров в низах осадочного выполнения сверхглубоких осадочных бассейнов (до 20 км и более) и внутри многокилометровых глубин кристаллического фундамента нефтегазоносных и перспективных территорий.

Конференция отмечает, что остаются нерешенные проблемы. В частности, в рамках создания новой парадигмы онтогенеза нефти на основе представлений о глубинном абиогенно-мантийном происхождении УВ, необходимо совершенствовать старые понятия и термины, внедрять новые, отражающие современные представления о строении и геодинамике недр Земли. Необходимо переходить к выработке новых генетических критериев прогнозирования нефтегазоносности недр, методов и технологий поисков, разведки и освоения глубинной нефти. Так, анализ отрицательных результатов бурения на фундамент показал, что он связан с тем, что модели ловушек, методы и технологии нефтегазопосковок работ, применяемые для осадочного чехла, механически переносятся на фундамент, что ведет к низкой эффективности поисковых работ и дискредитации самой идеи глубинной нефти. Для эффективного решения проблем, связанных с глубинным синтезом УВ, необходимо решение следующих вопросов, которые рассматриваются как возможные темы дальнейших научных исследований:

- обоснование критериев выделения в коромантийной оболочке зон (интервалов) синтеза глубинной нефти, структурные условия и механизм их выноса на коровые глубины и последующей концентрации в промышленных скопления;

- изучение очагов концентрации глубинного водорода, как основного донора УВ, областей водородной дегазации в коромантийной оболочке и ядре;

- составление карты районирования водородонасыщенности недр, обоснование коромантийных структур нафтидогенеза, геодинамических условий и глубинных уровней синтеза УВ;

- изучение глубинных структур геологической среды, процессов и механизмов формирования скоплений промышленного масштаба;

- необходимо понять, какими могут быть предельные глубины, на которых возможно формирование скоплений УВ промышленного масштаба, прежде всего гигантских?;

- какие должны быть принципиальные отличия в технологии прогнозирования и в методах поисково-разведочных работ для месторождений глубинной нефти?;

- почему не обнаружены месторождения УВ в небольших по размерам ОБ, в бассейнах с маломощным осадочным чехлом;

- связан ли и каким образом глубинный нафтидогенез с бассейногенезом на поверхности Земли?;

- на каком этапе формирования ОБ начинают проявляться признаки УВ-дегазации глубоких недр через систему рифтов: предрифтового сводового поднятия, зарождения рифтов, развития рифтовых систем или формирования надрифтовых депрессий;

- продолжается ли УВ-дегазация на начальных этапах старения и разрушения ОБ, на этапах орогенеза и последующей пенеппленизации орогена; каковы условия аккумуляции и консервации глубинных УВ в пределах орогенов и других нетрадиционных структур;

- могут ли формироваться месторождения УВ глубинного генезиса на доступных для их обнаружения глубинах вне ОБ? Геологические предпосылки и поисковые признаки обнаружения месторождений глубинной нефти вне ОБ;

- какими должны быть направления по ускорению и повышению эффективности изучения геологического строения областей, наиболее перспективных для обнаружения месторождений глубинной нефти в известных ОБ (в России, в первую очередь);

- какие подходы к разработке методики выбора районов концентрации глубинной нефти и оценки её ресурсов в пределах традиционных и нетрадиционных нефтепоисковых территорий;

- возможно ли уже в ближайшие годы выполнить нефтегазогеологическое районирование недр РФ и создать карты размещения ресурсов и наиболее перспективных направлений обнаружения месторождений глубинной нефти.

Задачи предстоящих исследований.

Задачами предстоящих исследований ближайшей перспективы, с учетом нерешенных проблем, является возрождение и развитие отечественной школы неорганического происхождения нефти через раскрытие тайн геологического строения глубинных очагов генерации УВ, состава и свойств коромантийного материнского вещества и исходных доноров нефти и газа; законов глубинной термодинамики и флюидодинамики мантийных УВ-систем; законов и механизмов первичной мобилизации и эвакуации глубинных УВ в условия коры и мантии Земли, вторичной вертикальной

миграции глубинных флюидных систем в верхнюю часть земной коры; изучение генетической связи нефтеносности с глубинными разломами; изучение роли напорных УВ-флюидов в формировании коллекторов, резервуаров и ловушек нефти и газа; изучение влияния среды аккумуляции вторичных УВ-систем на состав и преобразования первичных УВ-систем; установление количественных связей, закономерностей и законов пространственно-стратиграфического распределения, изменения фазового состава и физико-химических свойств УВ скоплений в недрах земной коры; геологических критериев нефтегазоносности недр и механизма формирования промышленных скоплений УВ; выработка научных основ прогнозирования и методов количественной оценки перспектив нефтегазоносности и нефтегазогеологического районирования недр на основе теории глубинного происхождения нефти; разработка практических методов и технологий поисков, разведки и освоения глубинной нефти.

В рамках развития и создания альтернативной научной теории глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти (парадигмы онтогенеза нефти) изучению на системном уровне подлежат следующие крупные разделы знания, касающиеся вопросов происхождения, методов прогнозирования и практики поисков глубинной нефти.

1. Геологическое строение глубинных очагов генерации нефти и газа, состав и свойства коро-мантийного материнского вещества; геолого-физические признаки и прогнозно-поисковые критерии глубинных очагов генерации УВ и разгрузки глубинных флюидов.

2. Очаги генерации нефти и газа, доноры ископаемых природных углеводородов (исходное вещество), физико-химические и термодинамические процессы преобразования мантийных С-Н систем в углеводороды нефтяного ряда и условия их стабильности в мантии и земной коре; экспериментальные работы по неорганическому синтезу углеводородов с изучением их состава и свойств в сравнении с природными битумами и нефтями.

3. Механизмы первичной мобилизации (эвакуации из очагов) и вторичной вертикальной миграции (фильтрации) УВ; глубинные разломы и каналы вертикальной миграции и локализованной разгрузки и поступления глубинных флюидов из очагов генерации в осадочный чехол и фундамент.

4. Вопросы аккумуляции УВ: традиционные и нетрадиционные коллектора и ловушки нефти и газа; роль напорных УВ-флюидов в формировании коллекто-

ров, резервуаров и ловушек УВ; глубины распространения промышленной нефтегазоносности в земной коре, ограничения по уровням распространения трещиноватости, коллекторов, фазовому составу УВ.

5. Вопросы сохранности УВ скоплений: влияние среды, термобарических и окислительно-восстановительных условий осадочного чехла и фундамента на состав, свойства и трансформации первичных мантийных УВ-систем.

6. Закономерности нефтегазоносности чехла и фундамента осадочных бассейнов; обоснование областей и зон нетрадиционного нефтегазонакопления (горно-складчатые и глыбово-складчатые области, кристаллические щиты древних платформ, фундамент древних и молодых платформ, океаническое ложе, океанические и континентальные рифтовые зоны, др.) и перспектив их нефтегазоносности.

7. Критерии и методы прогнозирования нефтегазоносности недр, включая области и зоны нетрадиционного нефтегазонакопления; методы количественной оценки ресурсного потенциала (методы оценки прогнозных ресурсов) и нефтегазогеологического районирования недр на основе теории глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти и газа.

8. Математическое моделирование физико-химических процессов нефтегазообразования и геологических условий нефтегазонакопления в земной коре и мантии; программные средства моделирования УВ-систем глубинного абиогенно-мантийного происхождения.

9. Методы и технологии поисков, разведки и освоения глубинной нефти.

10. Методы и технологии разработки месторождений нефти и газа с учетом естественной возобновляемости их ресурсов; технологии воздействия на геосреду с целью возобновления ресурсов нефти и газа.

Изучению подлежат и другие вопросы геологии нефти и смежных разделов наук о Земле, определяющие генезис и распространение УВ в недрах земной коры и мантии, включая: геологию рудных полей (в том числе, металлоорганические и рудные парагенезы; геологические условия, химический состав и свойства нефтегазопроявлений и битумопроявлений в магматических и метаморфических породах), петрологию и вулканизм, реидную петрологию и флюидную седиментологию, различные формы проявления диапиризма и инъекционное структурообразование, теоретическую и экспериментальную геохимию и изотопию УВ, изучение углеводородов в метеоритах, магматических и грязевых вулканах, гидро-

геологию и флюидодинамику глубинных и пластовых вод, неотектонику и современные деформации земной коры, дегазацию Земли, дистанционные методы изучения современных деформаций земной коры, водородную дегазацию Земли и альтернативные источники энергии и УВ, напряженно-деформированное состояние земной коры и геомеханику глубинных очагов дилатансии, локализованную разгрузку напряжений и механизмы фильтрации глубинных флюидов в земной коре и верхней мантии, строение и формирование коллекторов и резервуаров нетрадиционного типа в пределах и вне осадочного чехла (фундамент осадочных бассейнов, щиты, складчатые области, литифицированная кора в целом).

Все эти вопросы определяют тематику планируемых на ближайшие годы Кудрявцевских Чтений в рамках программы создания новой парадигмы глубинного абиогенно-мантийного онтогенеза нефтяных.

Конференция отмечает:

Учитывая жесткую сырьевую зависимость экономики нашей страны¹, участники I-х Кудрявцевских Чтений единодушно приняли резолюцию, содержание которой сводится к следующему. Выражая коллективную обеспокоенность кризисным состоянием нефтегазовой отрасли нашей страны, исчерпавшей ресурс своего развития, в том числе благодаря неэффективному научному обеспечению геологоразведочного процесса на основе руководящей «теории» осадочно-миграционного происхождения нефти, а также чрезвычайно большими негативными последствиями её тоталитарного господства для нефтяной геологии нашей страны, Оргкомитет и Участники I-х КЧ констатируют.

1. Органическая «теория» происхождения нефти, господствовавшая в нефтяной геологии на протяжении всей истории развития нефтегазовой промышленности и, определявшая стратегию и тактику поисково-разведочных работ во всем мире, исчерпала по определению даже ее наиболее авторитетных авторов (Н.А. Еременко, Б.Ф. Дьяков, В.П. Гаврилов и др.) свой ресурс и стала откровенным тормозом в развитии нефтяной геологии и практики поисков нефти и газа в нашей стране.

2. В условиях, когда во всем мире в большом количестве открываются крупные и гигантские месторождения нефти и газа в пределах разновозрастных ОБ Земли значительно ниже главной фазы нефтеобразования (1,5–3,5 км) на глубинах,

«запрещенных» органической «теорией» происхождения нефти (8–10 км и более), а доля разведанных запасов нефти и газа в кристаллическом фундаменте ОБ, который в рамках органической гипотезы выведен за границы перспектив нефтегазоносности, достигла 15%², стратегия поисков и планирование геологоразведочных работ, определяемые академическими и научно-исследовательскими институтами, а теперь и научно-техническими центрами нефтяных компаний под идейным руководством и на основе положений органической теории происхождения нефти, вошли в критически опасное для развития нефтяной отрасли страны противоречие.

3. В условиях старения нефтегазодобывающих районов европейской части страны, руководствуясь неэффективной и откровенно бесплодной гипотезой, авторы экономической стратегии развития России до 2020–2030 г., не видя в рамках своих научных догм перспектив развития этих районов, тянут геологоразведку и нефтегазовую отрасль в пучину океанских глубин и ледовое безбрежье арктического шельфа. При тех затратах, выделенных на освоение арктических и тихоокеанских морей, и при безусловной необходимости изучения этих перспективных территорий, мы не можем не выразить свое абсолютное убеждение в не первоочередности освоения этих территорий (изучении да, но не освоении). За чертой изученности и по сути брошенным и выведенными из процесса освоения остались огромные территории европейской части и юга России в интервале глубин залегания осадочного чехла ниже 4–5 км и кристаллический фундамент всех ОБ по всей их площади, включая складчатое обрамление и выходы щитов на поверхность. Огромные территории Московской синеклизы и другие территории с маломощным чехлом, выведены из активных поисковых работ, не имея перспектив на открытия нефти в рамках органической теории происхождения нефти.

4. На 2-м Всесоюзном совещании по генезису нефти и газа, проходившем в г. Москве, в 1967 году под эгидой АН СССР, усилиями великих советских ученых, лидеров неорганической школы нашей страны Н.А.Кудрявцева и В.Б.Порфирьева в проекте «Программы работ по проблеме происхождения нефти и формирования ее залежей» был принят отдельный раздел, включающий тематику по изучению вопро-

¹ Согласно данным, прозвучавшим в выступлении Е.А. Козловского на I-х КЧ, доля продукции минерально-сырьевого комплекса в экспорте России превышает 85%.

² Этот факт замалчивается в печати как вопиющий укор органической теории, сводящий на нет ее основной доказательный аргумент о том, что подавляющее большинство (до 99%) ресурсов нефти и газа связано с осадочной оболочкой Земли.

сов неорганического происхождения нефти. Как сказано в Проекте, «...учитывая рекомендации отдельных исследователей, отдельным разделом предлагается тематика в аспекте неорганического происхождения нефти». Раздел IV «Неорганическое происхождение нефти» включал следующую тематику исследований:

1. Химический состав и свойства нефтегазопроявлений битумов в магматических и метаморфических породах; геологические условия их залегания.

2. Лабораторные эксперименты по неорганическому синтезу углеводородов с изучением состава и свойств последних в сравнении с природными битумами и нефтями.

3. Изучение углеводородов в метеоритах и газовых выделениях вулканов и в грязевых вулканах.

4. Генетическая связь нефтеносности с глубинными разломами.

5. Изучение нефтепроявлений в центральных частях горных хребтов.

6. Виды и масштабы миграции нефти с позиции неорганической гипотезы.

7. Геохимическая схема образования и изменения нефтей.

8. Формирование нефтяных и газовых залежей.

9. Критерии поисков с позиции неорганической гипотезы.

К сожалению, в том числе, в связи с кончиной профессора Н.А. Кудрявцева в 1971 году, программа этих работ не была реализована. Сегодня назрела острая необходимость вернуться к реализации этой программы, расширив предложенный Н.А. Кудрявцевым и В.Б. Порфирьевым перечень работ новыми пунктами, значимость которых осознана за прошедшее время:

10. Проблемы генетической связи и парагенезов нефтеносности и угленосности, нефтеносности и алмазности, нефтеносности и солёности, нефтеносности и металлогении в широком смысле.

11. В развитие п. 5 по изучению нефтепроявлений в центральных частях горных хребтов, необходимо добавить изучение нефтегазности кристаллического фундамента всех осадочных бассейнов, обнаженных кристаллических щитов древних платформ и погруженных под осадочный покров кристаллических щитов древних и молодых платформ, горно-складчатых и глыбово-складчатых областей, шельфа мирового океана, его глубоководных впадин и срединно-океанических хребтов.

12. Разработка методов прогнозирования и нефтегазогеологического районирования недр с позиции глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти и газа.

13. Разработка методов и технологий поисков, разведки и освоения глубинной нефти с позиции глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти.

14. В ходе конференции четко выявился современный подход к анализу совокупных процессов в земной коре и верхней мантии, создающих предпосылки к пониманию процессов вещественной деструкции земной коры и формированию благоприятных («рифтогенных») структур для локализации в них скоплений мантийных углеводородных флюидных систем.

15. На конференции был продемонстрирован синергетический подход к анализу процессов эволюции глубинных мантийных флюидных систем, и в частности, формирование соляно-нафтидных мегаструктур, углеводородных формаций, металлоорганических, алмазо-нафтидных, угольно-нафтидных и других минеральных парагенезов, как естественных ассоциаций единого и глобального процесса глубинной дегазации Земли.

16. Количество накопившейся к настоящему времени достоверной геологической информации, касающейся прямых и косвенных фактов неорганического происхождения нефти и газа столь велико, что коллективное обсуждение, осмысление и принятие неорганической теории на вооружение в практике поисково-разведочных работ, способно вывести нашу страну на новый фундаментальный уровень понимания многих проблем геологии нефти и газа, что позволит в свою очередь выработать новые высокоэффективные методы и технологии поисков, разведки и освоения ресурсов глубинного углеводородного сырья в нашей стране уже в ближайшей перспективе.

17. В условиях неспособности органической теории обеспечить все возрастающие потребности экономики страны в энергоносителях и деградации научного обеспечения геологоразведочных работ на нефть и газ, только широкое участие ученых, геологов и нефтяников -представителей неорганической школы нашей страны, имеющих высокий научный потенциал с ярко выраженным чувством новизны научного познания, может обеспечить возрождение геологии нефти и газа, как фундаментальной и прикладной науки, и выработку всесторонне обоснованной стратегии и тактики поисков, разведки и освоения месторождений глубинной нефти и газа на старых нефтегазодобывающих и новых нефтегазоперспективных территориях нашей страны.

Конференция рекомендует:

В сфере фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований:

1. Для возрождения нефтяной геологии и топливно-энергетического комплек-

са нашей страны, с учетом экономических и политических вызовов современности, необходимо реанимировать программу работ Н.А. Кудрявцева и В.Б. Порфирьева по проблеме неорганического происхождения нефти и газа, расширив ее, с учетом нового видения проблемы.

2. Необходимо образовать в Троицке на базе ТРИНИТИ научно-экспериментальный кластер (ИФЗ, МГУ, ТРИНИТИ, др. организации) по моделированию синтеза углеводородов в термодинамических условиях верхней мантии Земли. Включить в эти работы ГАЗПРОМ, который организует в Троицке свой центр.

3. Необходимо на системной основе организовать изучение процессов эволюции глубинных мантийных флюидных систем, определяющих формирование всего комплекса флюидогенных полезных ископаемых Земли в рамках специализированного научного центра.

4. Для безусловного практического исполнения программы Н.А. Кудрявцева и В.Б. Порфирьева и выхода в ближайшей перспективе на прорывные технологии поисков и освоения глубинной нефти, необходимо организовать новый научно-исследовательский институт «Проблем неорганического происхождения нефти», имеющий самостоятельный федеральный статус и бюджетное финансирование.

В сфере геологического изучения недр:

5. Накопившийся фонд разведочных и, особенно, эксплуатационных скважин на месторождениях нефти России подлежит инвентаризации, с определением возможности их реанимации, повышения КИН на основе применения инновационных технологий, а также их углубления для вскрытия на технических доступных глубинах кристаллического фундамента осадочных бассейнов.

6. Учитывая открытия в последние годы широкозалегающих крупных месторождений нефти (Венесуэла, Белый Тигр и др.) с 2014 года приступить к разработке силами ведущих коллективов и ученых, развивающих неорганическое учение в нашей стране НИОКР по теме «Физические и геологические основы геолого-геофизических методов и технологий поисков, разведки и освоения месторождений нефти и газа в глубоких и сверхглубоких горизонтах известных и потенциальных нефтегазоносных осадочных бассейнов России, включая их кристаллический фундамент».

7. В качестве частной инициативы поддержать предложение ООО «ИГЭП» (Институт геолого-экономических проблем) о возобновлении нефтепоисковых работ

в Кузнецкой котловине на основе представлений о глубинном генезисе нефти и газа.

8. Возобновить на новой теоретической и технологической основе федеральную программу глубинных сейсмических исследований земной коры и мантии Земли и федеральную программу глубокого и глубинного опорно-параметрического бурения. Необходимо развитие и широкое внедрение геофизических методов изучения глубинного строения земной коры и мантии Земли (включая несейсмические методы: гравиразведка, магниторазведка, электроразведка и др.), обеспечивающих разработку методики картирования очагов глубинного нефтегазообразования в верхней мантии (астеносфере) на примере известных эталонов в пределах нефтегазоносных территориях страны.

9. Создать федеральную программу по изучению новейшей тектоники нефтегазоносных бассейнов и перспективных районов страны для установления количественных связей нефтегазоносности недр с новейшими деформациями земной коры для целей количественной оценки перспектив нефтегазоносности и нефтегазогеологического районирования территории РФ на флюидодинамической основе моделирования УВ-систем глубинного абиогенно-мантийного происхождения нефти.

10. Обратиться к правительству России и Роснедра РФ с рядом дополнительных предложений по совершенствованию геологоразведочных работ в сфере геологического изучения недр:

– обратить внимание на изучение газогидратов Арктических и Тихоокеанских морей не только как к нетрадиционным источникам газа, но и как к нетрадиционным покрывкам, обеспечивающих экранирование потоков глубинных УВ и способствующих консервации и формированию нефтегазовых залежей в условиях слабого чехла океанических и морских бассейнов;

– в рамках стадийности геологоразведочных работ вернуться к практике выполнения гравиметрических и магнитометрических работ, предваряющих сейсмические съемки МОГТ-2D/3D; завершить гравиметрическую съемку РФ масштаба 1:200000 и приступить к покрытию ее территории в масштабе 1:50000;

– ввести практику экспериментальной проверки всех новых поисковых методов и технологий на эталонных площадях нефтяных компаний России;

– произошедшая замена геологического задания на техническое задание ведет к отрыву исполнителей геофизических работ от

геологии, ухудшает качество исполнения и конечный результат работ;

– по всем геофизическим наукам существуют и широко используются открытые базы данных (по гравитационному и магнитному полям и др.). Без каталогов землетрясений, к примеру, немыслимо развитие сейсмологии и осуществление прогнозов сейсмических событий. В последние годы созданы и широко используются открытые базы данных по рудным месторождениям. Ничего подобного нет по месторождениям УВ, пока ситуация не изменится, альтернативы «логики долота» не будет.

В сфере недропользования и воспроизводства минерально-сырьевой базы страны:

11. Обратиться к правительству России и Роснедра РФ с предложением изменить условия лицензионных соглашений в части снятия ограничений по глубинности изучения и освоения недр. В качестве первого шага разрешить изучение недр и поиски месторождений в пределах лицензионных участков без ограничений по глубине, законодательно закрепив преимущественное право на разработку вновь открытых залежей за компаниями, проводившими глубинное изучение недр.

12. Приступить к разработке федеральной программы по реанимации старых НГБ на основе концепции глубинного генезиса нефти и возобновляемости ресурсов старых месторождений.

13. В рамках этой федеральной программы считать целесообразным подготовить программу работ по изучению перспектив нефтегазоносности отдельных территорий, в пределах которых работы в соответствии с положениями органической теории положительных результатов не дали, или которые считаются бесперспективными. Добиться включения программы в план 2014 года по геологическому изучению недр России за счет федерального бюджета. Предварительно в качестве первоочередной такой территории рассмотреть Московскую синеклизу.

14. Организовать под руководством ОАО «ЦГЭ» на основе представлений о глубинном генезисе нефти и газа федеральную программу по изучению перспектив нефтегазоносности Московской синеклизы, количественной оценке нефтегазового потенциала и нефтегазогеологического районирования ее территории, обоснования первоочередных направлений поисков нефти и газа и рекомендаций по заложению глубоких поисковых скважин.

В сфере подготовки кадров нефтяного профиля и научной цензуры:

15. Обратиться в Минобрнауки РФ с предложением законодательно изменить

условия преподавания и порочную практику одностороннего освещения вопросов происхождения нефти и газа на факультетах и кафедрах нефтяного профиля Российских вузов и университетов.

16. Обеспечить условия и стимулировать создание обстановки плюрализма мнений и соревновательности научных идей при подготовке студентами дипломов и аспирантами диссертаций.

17. Рекомендовать издательствам России нефтяного профиля отказаться от келейной политики цензуры и запретов на инакомыслие в издательской деятельности.

О проведении 2-х Кудрявцевских чтений

Оргкомитет и участники конференции приняли решение о проведении 2-х Кудрявцевских Чтений – Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти и газа 21–23 октября 2013 года в г. Москве в ОАО «ЦГЭ».

Тема 2-х КЧ: «Природные физико-химические условия и процессы преобразования мантийных C-H систем в углеводороды нефтяного ряда, исходное вещество и очаги генерации глубинной нефти» включает следующую секционную тематику:

1. Физико-химические условия и процессы формирования глубинных углеводородов, эволюция их состава и свойств в земной коре и верхней мантии.

2. Состав и свойства коромантийного материнского вещества глубинных углеводородов.

3. Геологическое строение и свойства коромантийных очагов генерации глубинных углеводородов.

4. Геолого-физические признаки и геофизические прогнозно-поисковые критерии картирования глубинных очагов генерации и локализованных зон разгрузки глубинных углеводородов в земной коре.

5. Методы и технологии прогнозирования глубинных очагов генерации и локализованных зон разгрузки глубинных углеводородов в земной коре.

Приглашаем всех заинтересованных ученых, геологов и нефтяников научных, сервисных и производственных организаций нашей страны принять участие во 2-х Кудрявцевских Чтениях. Регистрация участников будет осуществляться на сайте конференции: <http://conference.deepoil.ru/> с момента публикации резолюции. Свои пожелания и предложения по организационным вопросам учредительской и спонсорской поддержке конференции можно присылать на электронный адрес конференции: conference@deepoil.ru.

УДК 621.431.73.038

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТОПЛИВ ДВС

Шапошников Ю.А.

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул, e-mail: ffris@mail.ru

Токсичность отработавших газов существенным образом зависит от свойств топлива ДВС. Разработка многокомпонентного топлива с заданными свойствами позволяет влиять на концентрационный состав токсичных компонентов в отработавших газах. Математическое моделирование сокращает сроки и затраты на создание перспективных многокомпонентных топлив.

Ключевые слова: токсичность, отработанные газы, многокомпонентное топливо

MODELLING OF CHARACTERISTICS OF MULTICOMPONENT INTERNAL – COMBUSTION ENGINE FUELS

Shaposhnikov J.A.

Altai State Technical University named after I.I. Polzunov, Barnaul, e-mail: ffris@mail.ru

Toxic components of exhausted gases depend mainly on fuel characteristics of internal – combustion engines. Design study of multicomponent fuel with specified characteristics allows to act on concentration of toxic components in exhausted gases. Mathematic modelling reduces terms and expenses on creating perspective multicomponent fuels.

Keywords: toxicity, waste gases, multi-component fuel

Одним из перспективных вариантов защиты окружающей среды от опасности загрязнения отработавшими газами (ОГ) является использование в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) многокомпонентных топлив, обеспечивающих минимальное содержание токсичных компонентов в продуктах сгорания. Анализ возможностей использования такого вида топлива основывается на разработке модели включающей определение основных термодинамических свойств топлив произвольного химического состава и расчет продуктов сгорания этого топлива в ДВС [1].

При изучении индивидуальных химических соединений формулы веществ и их молекулярный вес должны быть известны. В случае, если молекулярный вес отдельных компонентов топлива неизвестен, а его состав задан элементарным весовым составом – g_i (что имеет место при использовании смесевых топлив), то эквивалентную химическую формулу записывают для условного молекулярного веса $m = 100$ в виде [1]:

$$A_a B_b C_c \dots \tag{1}$$

В свою очередь

$$g_1 \cdot (A_a; B_b; C_c) + g_2 \cdot (A_a; B_b; C_c) + \dots = (A_a; B_b; C_c);$$

или

$$\frac{g_1}{m_1} \cdot (A_a; B_b; C_c) + \frac{g_2}{m_2} \cdot (A_{a_2}; B_{b_2}; C_{c_2}) = (A_a; B_b; C_c), \tag{4}$$

где $(A_a; B_b; C_c \dots)$ – удельная формула смеси.

$$a = \frac{g_a}{m_a} \cdot m = \frac{g_a}{m_a} \cdot 100; \tag{2}$$

$$b = \frac{g_b}{m_b} \cdot m = \frac{g_b}{m_b} \cdot 100,$$

где m_a и m_b – атомные веса элементов, входящих в топливо.

В некоторых случаях расчеты удобнее производить не на 1 моль, а на 1 кг топлива. Тогда вместо молекулярной формулы можно записать удельную химическую формулу вещества:

$$\bar{A}_a \bar{B}_b \bar{C}_c \bar{D}_d \dots \tag{3}$$

Индексы $\bar{a}; \bar{b}; \bar{c}; \bar{d}$ в формуле (3) отличаются от соответствующих индексов в уравнении (1) в m раз:

$$\frac{a}{m} = \frac{b}{m} = \frac{c}{m} = \frac{d}{m} \dots = m.$$

Тогда, в соответствии с уравнением (2), получим:

$$\bar{a} = \frac{g_a}{m_a}; \quad \bar{b} = \frac{g_b}{m_b}.$$

Если компонент топлива задан не элементарным составом, а в виде смеси веществ с весовым содержанием каждого из них, равном $g_1; g_2, \dots$, то для всей смеси:

Величины индексов в уравнении (4) определяются по формулам:

$$\bar{b} = g_1 \bar{b}_1 + g_2 \bar{b}_2 + \dots + g_n \bar{b}_n, \quad (5)$$

или

$$\begin{aligned} \bar{a} &= g_1 \frac{a_1}{m_1} + g_2 \frac{a_2}{m_2} + \dots + g_n \frac{a_n}{m_n}; \\ \bar{b} &= g_1 \frac{b_1}{m_1} + g_2 \frac{b_2}{m_2} + \dots + g_n \frac{b_n}{m_n}. \end{aligned} \quad (6)$$

Условный молекулярный вес смеси определяется из зависимостей:

$$m = m_A a + m_B b + \dots + m_D d; \quad (7)$$

$$m = \frac{a}{\bar{a}} = \frac{b}{\bar{b}} = \dots = \frac{d}{\bar{d}}. \quad (8)$$

При известном значении стехиометрического соотношения можно составить условную химическую формулу для многокомпонентного топлива, соответствующую заданному значению коэффициента избытка воздуха. Молекулярная формула многокомпонентного топлива

$$A_a B_b C_c D_d \dots, \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} a &= a_r + \alpha \cdot \chi'_0 \cdot a_0; \\ b &= b_r + \alpha \cdot \chi'_0 \cdot b_0 \dots \end{aligned} \quad (10)$$

Удельная формула для многокомпонентного топлива

$$A_{\bar{a}} B_{\bar{b}} C_{\bar{c}} D_{\bar{d}} \dots, \quad (11)$$

где $a_r; b_r; c_r$ или $\bar{a}_r; \bar{b}_r; \bar{c}_r \dots$ – число грамм-атомов элементов в соответствующих условных формулах горючего, $a_0; b_0; c_0$, или $\bar{a}_0; \bar{b}_0; \bar{c}_0 \dots$ – в соответствующих формулах окислителя. При этом

$$\begin{aligned} \bar{a} &= \frac{\bar{a}_r + \chi_0 \cdot \alpha \cdot \bar{a}_0}{1 + \alpha \cdot \chi_0}; \\ \bar{b} &= \frac{b_r + \chi_0 \cdot \bar{b}_0}{1 + \alpha \cdot \chi_0} \dots \end{aligned} \quad (12)$$

При расчетах температуры сгорания пользуются полной энтальпией топлива – J , измеряемой суммой термодинамической энтальпии – i и химической энергии топлива – $Q_{хим}$:

$$J = i + Q_{хим} = \int_{T_{нач}}^{T_n} C_p \cdot dT + Q_{хим}. \quad (13)$$

Полная энтальпия многокомпонентного топлива определяется суммой полных энтальпий окислителя – J_0 и горючего – J_r :

для 1 кг топлива:

$$J = \frac{J_r + \chi J_0}{1 + \chi} \text{ ккал/кг}; \quad (14)$$

для 1 моля топлива:

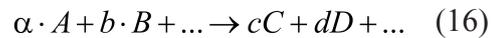
$$J_m = m \cdot J \text{ ккал/моль}.$$

Полная энтальпия окислителя, горючего или любого вещества, представляющего собой смесь различных химических соединений, подсчитывается по энтальпиям составляющих веществ – J_i и их весовым долям – g_i :

$$J = \sum_{i=1}^{i=n} g_i J_i \text{ ккал/кг}. \quad (15)$$

Численные значения полных энтальпий зависят от принятой системы отсчета, для определения которой необходимо задать начальную температуру отсчета – $T_{нач}$ и начальные уровни химических энергий анализируемых веществ.

Если отсутствуют табличные значения энтальпии веществ, входящих в топливо, для вычисления полных энтальпий можно использовать тепловые эффекты химических реакций, включающих рассмотренное вещество и другие вещества, для которых известны табличные значения полных энтальпий. Пусть в общем виде задана реакция



где a, b, c, d, \dots – количества молей вещества A, B, C, D, \dots

Уравнение сохранения энергии (при постоянных давлениях и температурах) для этой реакции имеет вид:

$$aJ_a + bJ_b \leftrightarrow cJ_c + dJ_d \pm Q_{реак}. \quad (17)$$

Относя параметры уравнения (17) к одному молю вещества A , получим:

$$J_A + bJ_B = cJ_c + dJ_d \pm Q_{реак} \text{ ккал/моль вещ. A.} \quad (18)$$

С помощью этого уравнения может быть вычислена величина полной энтальпии J_A при любой температуре, если при той же температуре известны величины J_c, J_b, J_d и $Q_{реак}$.

Одной из важнейших задач, возникающих при анализе возможностей использования в ДВС перспективных многокомпонентных топлив, является расчет состава продуктов сгорания, что позволяет оценивать эффективность использования исследуемых компонентов топлива с точки зрения снижения токсичности ОГ.

Для определения состава продуктов реакции необходимо вычислить Z неизвестных, характеризующих концентрации или парциальные давления компонентов

(N_i и P_i), а также неизвестное количество молей исходного топлива – N_x . Таким образом, количество неизвестных равно $Z + 1$ и для решения поставленной задачи необходимо составить систему из $Z + 1$ независимых уравнений. В систему этих уравнений войдут [2]:

1. Уравнение баланса элементов:

$$a_0 N_x = \sum_{i=1}^{i=z} a_i N_i b_0 N_x = \sum_{i=1}^{i=z} b_i N_i. \quad (19)$$

Число этих уравнений равно числу элементов – m .

2. Уравнение баланса электростатических зарядов при ионизации:

$$N_{\bar{e}} + \sum N_{\bar{e}} \sum 2N_{\bar{e}} + \dots = \sum N_{\bar{e}} + \sum 2N_{\bar{e}} + \dots (20)$$

характеризующее электростатическую равновесность ионизированного газа.

3. Уравнение диссоциации и ионизации в форме уравнения при расчете на N_i молей исходного вещества:

– для газов:

$$K_i = \frac{P_i}{P_A^{a_i} P_B^{b_i} P_C^{c_i}} = \frac{N_i}{N_A^{a_i} N_B^{b_i} N_C^{c_i}}; \quad (21)$$

– для конденсированных веществ:

$$K_{\text{иконд}} = \frac{1}{P_A^{a_i} P_B^{b_i} P_C^{c_i}} = \frac{1}{N_A^{a_i} N_B^{b_i} N_C^{c_i}}; \quad (22)$$

– для положительных ионов:

$$K_{ic} = \frac{P_{ie^+} P_{e^-}}{P_i}; \quad (23)$$

– для отрицательных ионов:

$$K_{ic} = \frac{P_{ie^-}}{P_i P_{e^-}}. \quad (24)$$

4. Уравнение суммарного числа молей для веществ в произвольном агрегатном состоянии:

$$N_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=z} N_i, \quad (25)$$

или уравнение суммарного давления смеси газовых компонентов (для газов) в форме закона Дальтона:

$$P_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{i=z} P_i N_i. \quad (26)$$

Уравнения (19)–(26) в совокупности образуют систему из $Z + 1$ уравнений, содержащую искомое $Z + 1$ неизвестных. Необходимым и достаточным условием решения этой системы является определение элементарного состава топлива, задаваемого содержанием в нем химических элементов, или заданием тех же условий для некоторой исходной смеси, находящейся в промежуточном состоянии. То есть задается a_0 – содержание грамм-атомов элемента A , b_0 – содержание грамм-атомов элемента B и других элементов, входящих в систему. Давление P и температура T , при которых определяется равновесный состав смеси, являются граничными условиями.

Система уравнений (19)–(26) представляет собой обыкновенные алгебраические уравнения, часть из которых (уравнения диссоциации и ионизации) могут быть нелинейными. В качестве одного из методов приближенных вычислений может быть использован метод итерации (последовательных приближений). В существующей практике термодинамических расчетов равновесного состава продуктов сгорания на основе этого метода, в сочетании с исключением неизвестных, используется несколько возможных способов и приемов расчетов. Недостатками этих способов решений является отсутствие общей расчетной схемы и ограничение применимости только для композиций топлива, для которых они проведены.

Представляется целесообразным систему уравнений алгебраических уравнений решить методом последовательных приближений относительно поправок, вносимых в последующие приближения. Такие системы обеспечивают возможность создания унифицированной методики программирования вычислений на ПЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обельницкий А.М. Расчет термических свойств двухкомпонентных топлив для поршневых двигателей внутреннего сгорания // Автомобиль и окружающая среда: Межвуз сб. науч. т. / под ред. проф. М.Д. Артамонова. – М., 1976.
2. Обельницкий А.М. Термодинамический расчет продуктов сгорания и отработавших газов ДВС, работающего на двухкомпонентном топливе произвольного состава // Автомобиль и окружающая среда: Межвуз сб. науч. тр. / под ред. проф. М.Д. Артамонова. – М., 1976.

УДК 629.114

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСМИССИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА 6-ОГО ТЯГОВОГО КЛАССА

Шевчук В.П., Шеховцов В.В., Клементьев Е.В.,

Соколов-Добрев Н.С., Калмыков А.В.

ГОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: ts@vstu.ru

В статье рассмотрены результаты исследования нагруженности силовой передачи гусеничного сельскохозяйственного трактора на базе ЧЕТРА-6С315 с помощью программного пакета твердотельного моделирования динамических систем «Универсальный механизм». Для этого была построена 3-х мерная динамическая модель силовой передачи, в которой наиболее полно отражены процессы взаимодействия зубчатых передач, учтены упругие и диссипативные характеристики валов, шлицевых соединений и зубчатых зацеплений. Особое внимание уделено планетарным передачам, и дифференциальному механизму поворота, с помощью которых появилась возможность моделировать динамические процессы в силовой передаче при переходных режимах (разгон, торможение) и поворотах трактора. Кроме того, для задания внешних сил и моментов в систему введена трехмерная модель подвески и остова трактора, включающая в себя опорные и поддерживающие катки, ведущее и направляющее колеса, упругие элементы подвески и демпферы, звенчатую гусеничную цепь, соединенную шарнирными элементами, деформируемый грунт. С помощью 3-х мерной модели подвески трактора моделируются динамические воздействия, возникающие при переацеплении ведущего колеса с гусеничной цепью, возмущения, передаваемые на ведущее колесо при раскачивании остова на подвеске. Модель предусматривает возможность исследования колебаний остова, элементов подвески и колебательных процессов в трансмиссии при движении трактора по неровной дороге, с различными скоростями и крюковой нагрузкой. С помощью разработанной модели трактора были определены собственные частоты крутильных колебаний трансмиссии, их формы и узловые точки, определены наиболее нагруженные участки. Проведено исследование динамической нагруженности силовой цепи от действия неравномерных моментов, возникающих при переацеплении ведущего колеса с гусеничной цепью на различных скоростях движения. По полученным осциллограммам моментов определены коэффициенты динамичности, которые можно использовать для уточнения параметров зубчатых передач при проектных и проверочных расчетах на прочность. Разработанная модель трактора также позволяет провести исследование распространения крутильных колебаний по валопроводу от неравномерности крутящего момента двигателя, вызванного неуравновешенными массами кривошипно-шатунного механизма и силами давления газов, при сгорании топливно-воздушной смеси в цилиндрах.

Ключевые слова: динамическая нагруженность, гусеничный трактор, трансмиссия, крутильные колебания, динамическая модель

RESEARCH OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CHETRA-6C315 TRACTOR'S POWER TRANSMISSION

Shevchuk V.P., Shehovtsov V.V., Klementiev E.V., Sokolov-Dobrev N.S., Kalmykov A.V.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: ts@vstu.ru

This article describes the results of research of transmission loading of agricultural tractor based on Chetra-6C315. The research was made by means of the program package for solid-state modeling of dynamic systems «Universal Mechanism». To do this 3-dimensional dynamic model of power transmission was developed in which processes of gear trains interaction are most fully presented, elastic and dissipative characteristics of shafts, spline connections and toothings are taken into account. Planetary gears and differential turning mechanism were specially attended that allows to modeling the dynamic processes in power transmission at transient behaviors (acceleration, braking) and tractor's turns. Furthermore, to assign external forces and moments three-dimensional model of suspension and tractor's frame was introduced into the system consisting of tracking and support rollers, driving and guide wheels, elastic elements of suspension and dampers, chain track assembly, connected by means of articulate joints, deformable soil. By means of the three-dimensional model of tractor suspension dynamic effects appearing because of driving wheel and caterpillar rewinding and disturbances which are transmitted to driving wheel at oscillations of frame at the suspension are modeled. This model provide for opportunity to investigate frame and suspension elements oscillations and oscillation processes in power train during tractor motion on unevenly road at various speeds and hood load. By means of this model natural frequencies of power train's torsional oscillations, it's forms and nodal points were defined, the most laden sections were determined. The research of power train's dynamic loading from influence of unequal moments appearing at driving wheel and caterpillar rewinding at various speeds of motion are done. By obtained oscillograms of moments, dynamic factors, which can be used for parameters of gear trains specification at designed and durability testing calculations, are defined. Developed tractor model are also allows to do research of torsional oscillations spreading along the drive shafting from engine torque unevenness caused by unbalanced masses of crank mechanism and forces of gas pressure at fuel-air mixture combustion.

Keywords: dynamic load, power train, dynamic model, torsional oscillations, caterpillar tractor

По данным предприятия-изготовителя, в ряде случаев при ресурсных испытаниях и последующей эксплуатации гусеничного сельскохозяйственного трактора ЧЕТРА-6С315 отмечены преждевременный износ и поломка деталей коробки переключения передач (КПП), происхождение которых в значительной степени объясняется интенсивными динамическими процессами в трансмиссии. Как известно, дополнитель-

ная динамическая нагруженность зависит как от характера внешних возмущающих воздействий, так и от упруго-инерционных и диссипативных параметров деталей и узлов валопровода трансмиссии [1, 2, 3, 4 и др.].

С целью повышения достоверности результатов исследований процессов динамического нагружения деталей трансмиссии

усовершенствована ранее созданная [12] динамическая модели силовой передачи трактора ЧЕТРА 6С-315 (рис. 1) – создана как элемент общей модели трехмерная модель коробки передач и трансмиссии (рис. 2), разработанная с использованием программного пакета «Универсальный механизм» [16].

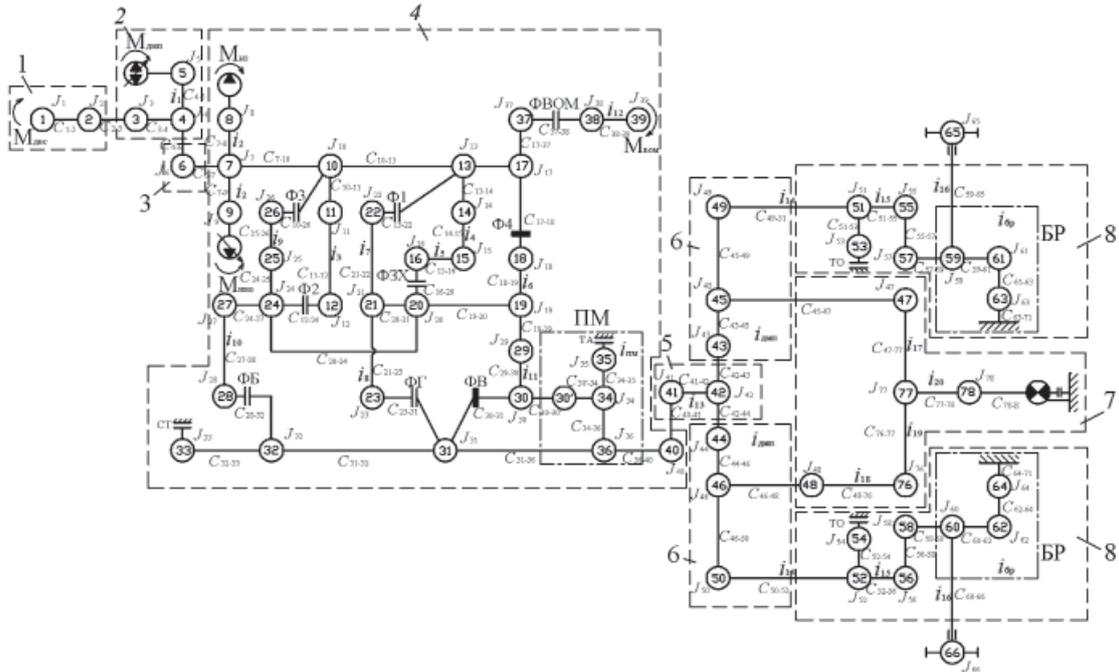


Рис. 1. Динамическая модель силовой передачи трактора ЧЕТРА – 6С315:

1 – двигатель, 2 – насос трансмиссии, 3 – карданный вал, 4 – КПП, 5 – главная передача, 6 – планетарный ряд дифференциального механизма поворота, 7 – привод дифференциального механизма поворота, конечная передача

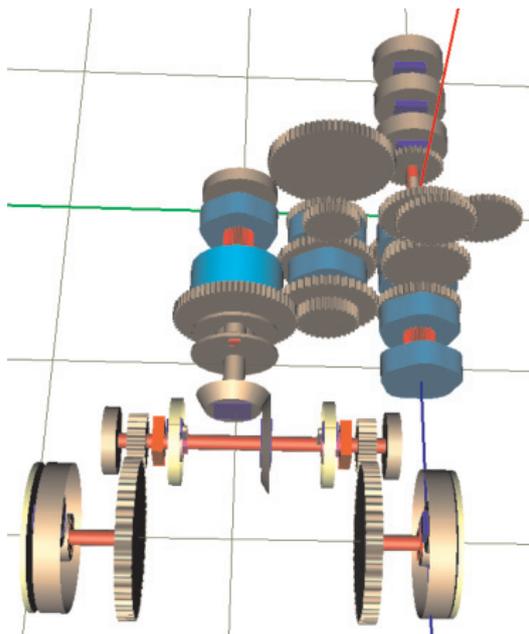


Рис. 2. Трехмерная модель трансмиссии трактора ЧЕТРА – 6С315 в программном пакете UM6.0

Полученная трехмерная твердотельная модель позволяет подробно исследовать взаимодействие элементов КПП, выполнять анализ динамической нагруженности каждой детали на разных режимах работы. Особое внимание при построении модели уделено математическому описанию взаимодействия элементов планетарных рядов трансмиссии и бесступенчатого механизма поворота трактора. Такое описание позволяет исследовать динамические процессы в силовой передаче не только на установившихся режимах работы трактора и при прямолинейном движении, но и на переходных режимах и поворотах.

С помощью полученной модели получен спектр собственных частот крутильных колебаний инерционных масс КПП в диапазоне 0–10000 Гц, получены формы колебаний, определены узловые точки и наиболее нагруженные участки. Диапазон выявленных частот достаточно широк, поэтому с помощью разработанной модели возможно также исследование звуковых колебаний, шума

и вибраций, распространяющихся по валопроводу силовой передачи и транспортному средству в целом. Собственные частоты спектра приведены в табл. 1.

Таблица 1

Собственные частоты силовой передачи

№ п/п	Частота, Гц	№ п/п	Частота, Гц	№ п/п	Частота, Гц
1	9,77	20	424,98	39	1792,47
2	29,57	21	483,98	40	2009,09
3	33,22	22	500,71	41	2108,30
4	33,31	23	527,53	42	2263,26
5	43,58	24	537,21	43	2339,93
6	43,69	25	599,38	44	2369,25
7	101,09	26	681,28	45	2577,81
8	166,04	27	773,79	46	2622,60
9	190,67	28	774,40	47	3430,83
10	221,13	29	791,15	48	3988,06
11	234,44	30	874,09	49	4208,46
12	243,77	31	933,76	50	4268,69
13	280,16	32	940,57	51	4526,78
14	283,64	33	973,92	52	4985,61
15	339,21	34	1043,56	53	4985,76
16	341,69	35	1222,08	54	7241,73
17	352,26	36	1275,38	55	7244,04
18	398,86	37	1394,80	56	10316,60
19	424,91	38	1412,84	57	10615,10

Анализ собственных частот крутильных колебаний масс трансмиссии показал, что 2-я и 3-я частоты – 29,57 и 33,22 Гц – могут быть близки к гармонике 1 порядка двигателя Д3061-01 при номинальной частоте 1700 об/мин вращения его вала, 5-я и 6-я частоты – 43,58 и 43,69 Гц – совпадают с полуторной гармоникой двигателя, а частота 166,04 Гц – с гармоникой 6-го порядка, вследствие чего возможны резонансные явления в трансмиссии. Кроме того, частота переацепления ведущего колеса с гусеничной цепью при скорости движения трактора 5,3 км/ч может совпадать с 1-й собственной частотой

трансмиссии – 9,77 Гц, при скорости движения 16 км/ч – со 2-й частотой (29,57 Гц), при скорости 18 км/ч – с 3-й и 4-й частотами (33,22–33,31 Гц) и при скорости 23,6 км/ч – с 5-й собственной частотой (43,58 Гц), что также может вызывать резонансы.

Наиболее нагруженными оказываются участки трансмиссии, соседние массы которых при данных частотах возбуждения имеют наибольшие амплитуды противофазных колебаний. Результаты определения наиболее нагруженных участков силовой цепи в диапазоне частот от 0 до 300 Гц приведены в табл. 2.

Таблица 2

Частота, Гц	Участки между массами	Частота, Гц	Участки между массами
9,77	34–35	166,04	4–7, 7–10, 36–41
29,57	2–3	190,67	2–3, 4–7, 29–30
33,22	42–43, 42–44	221,13	2–3, 4–7, 21–24, 21–20, 29–30
33,31	45–49, 46–50	234,44	42–43, 42–44, 51–55, 52–56
43,58	51–55	243,77	49–51, 50–52, 47–45, 48–46
43,69	52–56	280,16	49–51, 50–52, 47–45, 48–46, 51–53, 52–54
101,09	2–3, 7–10	283,64	2–3, 4–7, 7–10, 17–37, 29–30,

Разработанная модель позволяет исследовать характер распространения крутильных колебаний по валопроводу при их возбуждении разными источниками. Так, для исследования влияния переацепления ведущего колеса с гусеничной цепью,

а также влияния вертикальных и угловых колебаний остова на подвеске как элемент общей модели разработана модель остова трактора на подвеске [4]. Гусеничный движитель в ней представлен в виде много-массовой твердотельной модели, включа-

ющей в себя опорные и поддерживающие катки, ведущее колесо, гусеничные звенья с шарнирными элементами, упругие и диссипативные элементы подвески, модель грунта, учитывающая деформацию (Бреккера) [15], связанные между собой соответствующими шарнирными элементами и связями (рис. 3). С помощью разработанной модели выполнен ряд расчетных исследований, позволивших проанализировать характер изменения крутящего момента на ведущем колесе трактора, вы-

зываемого мгновенным ослаблением натяжения ведущего участка гусеничной цепи при выходе очередного звена из-под заднего опорного катка, а также изучены низкочастотные колебания остова трактора, передающиеся через гусеничную цепь на ведущее колесо при переходных режимах движения и движении по неровностям [17]. Примеры осциллограмм изменения крутящего момента на ведущем колесе при различных скоростях движения представлены на рис. 4.

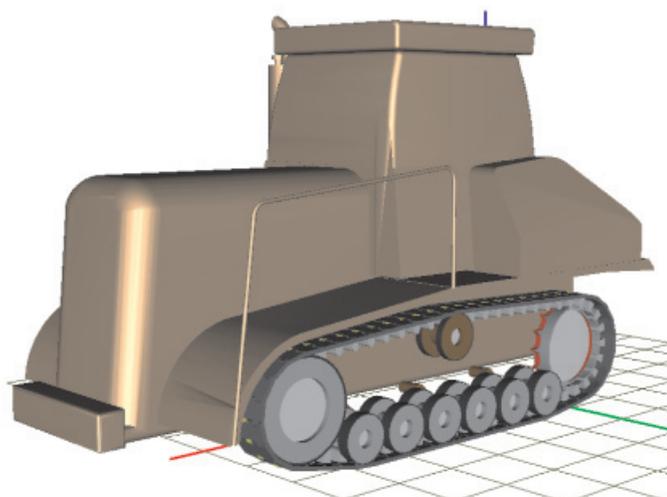


Рис. 3. Модель ходовой системы трактора ЧЕТРА – 6С315

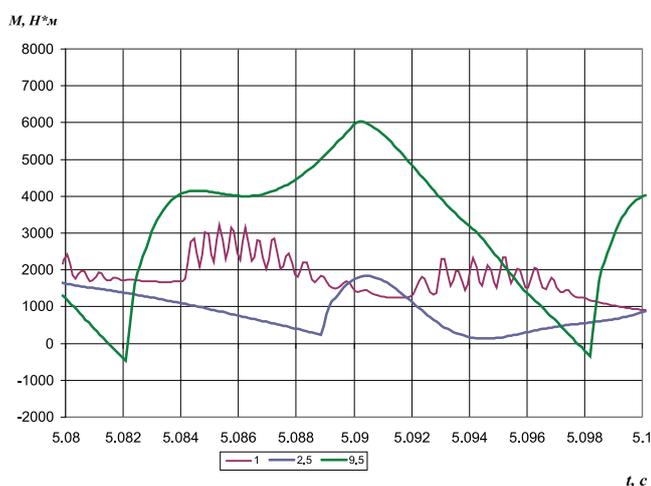


Рис. 4. Характер изменения крутящего момента на ведущем колесе при скоростях движения: а – 1 м/с; б – 2,5 м/с; в – 9,5 м/с

В результате спектрального анализа полученных осциллограмм определены основные гармонические составляющие крутящих моментов, их амплитуды, частоты и фазы.

Выполнено исследование характера распространения по силовой передаче трактора крутильных колебаний, вызван-

ных процессами переацепления ведущего колеса с гусеничной цепью. При этом определены силы и моменты на участках и в зубчатых зацеплениях, получены их статические и динамические составляющие. Для примера одна из осциллограмм изменения момента на участке 30–31 приведена на рис. 5.

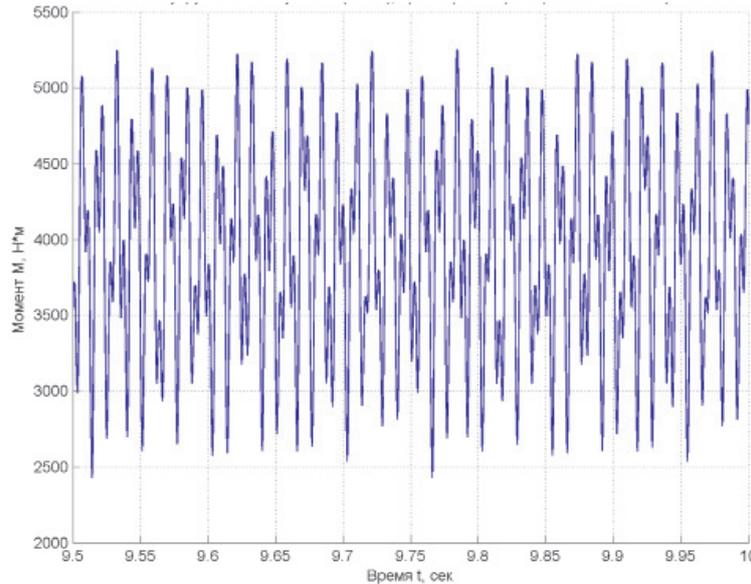


Рис. 5. Осциллограмма изменения момента на участке (30–31) при скорости 3 м/с и тяговом усилии 79 кН

Исследования выполнены для всего диапазона расчетных крюковых нагрузок (0–80 кН) с шагом 4 кН и всего диапазона расчетных скоростей (1,0–9,5 м/с) с шагом 0,5 м/с. В результате получен комплект осциллограмм упругих моментов

на участках силовой цепи, передающих крутящий момент. Пример полученного из анализа осциллограмм распределения значений коэффициента динамичности по участкам на номинальном режиме показан на рис. 6.

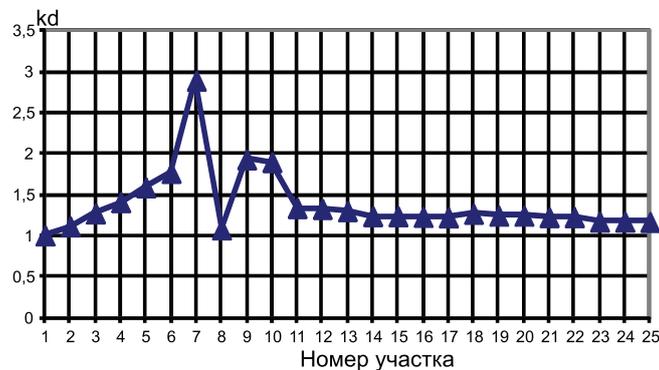


Рис. 6. Значения коэффициентов динамичности нагрузок на участках при скорости движения $V = 3,5$ м/с с крюковой нагрузкой $F_{кр} = 48,05$ кН

Самые высокие значения коэффициентов динамичности имеют место на режимах с минимальной крюковой нагрузкой. Это объясняется тем, что на данных участках максимальные значения динамических моментов, возникающих при крутильных колебаниях, во много раз превышают средний передаваемый момент. Высокие значения коэффициентов динамичности в таких случаях не говорят об опасности преждевременной поломки, т. к. максимальный динамический момент во много раз меньше расчетного момента на номинальном режиме с максимальной крюковой нагрузкой.

На диаграммах локальные максимумы коэффициентов динамичности имеют место также и на режимах со значительной крюковой нагрузкой. Рост моментов на этих участках происходит из-за сближения значения собственной частоты системы (табл. 1) со значением частоты одной из гармонических составляющих возбуждающих воздействий. При этом максимальные амплитуды колебаний имеют массы, частичные частоты колебаний которых наиболее близки к частотам возбуждающих воздействий. Динамическая нагруженность таких участков высокая. Материал деталей

этих участков подвержен накоплению усталостных повреждений, приводящих к отказам или выходу из строя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеховцов В.В. Влияние демпфирования на нагруженность участков силовой передачи трактора Т-5 «Дончак» на резонансных режимах // Техника машиностроения. – 2002. – № 4. – С. 107–113.
2. Шеховцов В.В. Влияние динамической связанности и параметров звеньев трансмиссии на передачу энергии крутильных колебаний // Известия вузов. Машиностроение. – 2002. – № 9. – С. 9–18.
3. Шеховцов В.В. Влияние крутильной жесткости валопровода трансмиссии на динамическую связанность колебаний ее звеньев // Техника машиностроения. – 2002. – № 6. – С. 32–36.
4. Исследование резонансных режимов силовой передачи трактора ВТ-100 / В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, С.В. Зленко, И.А. Долгов, В.В. Косенко, А.О. Куликов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 7. – С. 11–13.
5. Распространение крутильных колебаний в валопроводе силовой передачи трактора ВТ-100 / В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, С.В. Зленко, И.А. Долгов, В.В. Косенко, А.О. Куликов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 8. – С. 10–12.
6. Шеховцов В.В. Влияние демпфирования на нагруженность участков силовой передачи трактора Т-5 «Дончак» на резонансных режимах // Справочник. Инженерный журнал. – 2003. – № 7. – С. 26–31.
7. Снижение нагруженности трансмиссии трактора ВТ-100 от воздействия гусеничного двигателя / В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, С.В. Зленко, И.А. Долгов, В.В. Косенко, А.О. Куликов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – № 2. – С. 27–29.
8. Динамическая модель силовой передачи гусеничного трактора с реактивными звеньями / З.А. Годжаев, Н.С. Соколов-Добрев, В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, Вл.П. Шевчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 11. – С. 23–28.
9. Влияние жесткости связи корпусных деталей трансмиссии с рамой на нагруженность силовой передачи / З.А. Годжаев, Н.С. Соколов-Добрев, В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, Вл.П. Шевчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 10. – С. 31–35.
10. Влияние колебаний корпусных деталей на нагруженность участков силовой цепи / З.А. Годжаев, Н.С. Соколов-Добрев, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, М.В. Ляшенко // Техника машиностроения. – 2009. – № 1. – С. 23–35.
11. Влияние колебаний корпусных деталей на опорах на нагруженность участков силовой передачи трактора / З.А. Годжаев, В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, Н.С. Соколов-Добрев, Вл.П. Шевчук // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 1. – С. 19–27.
12. Динамическая модель силовой передачи гусеничного сельскохозяйственного трактора тягового класса 6 / Н.С. Соколов-Добрев, В.В. Шеховцов, И.А. Иванов, М.В. Ляшенко // Изв. ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 3: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2010. – № 10. – С. 92–96.
13. Свитачев А.И., Золотухин В.А. Оценка демпфирующих параметров силовой передачи трактора // Известия вузов. Машиностроение, 1987. – № 3. – С. 90–94.
14. Шнайдман М.А. Динамика силовых факторов и показателей скоростного режима сельскохозяйственных агрегатов в условиях эксплуатации и методика их исследования (на примере агрегатов с гусеничным трактором ДТ-75М): дис. ... канд. техн. наук. – Волгоград, 1978.
15. Бабков В.Ф., Безрук В.М. Основы грунтоведения и механики грунтов. – М.: Высшая школа, 1976. – 328 с.
16. <http://www.umlab.ru/> – Универсальный механизм.
17. Оценка воздействия неравномерности крутящего момента ведущего колеса на нагруженность элементов трансмиссии ТТС / В.В. Шеховцов, Н.С. Соколов-Добрев, Ал.Ал. Козлов, А.В. Калмыков // Молодой учёный. – 2011. – № 6, ч. 1. – С. 66–69.

УДК 531.3+534.83+5207.114.2+621.43

ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ СОБСТВЕННОГО ЧАСТОТНОГО СПЕКТРА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСМИССИЙ ТРАКТОРОВ**Шеховцов В.В., Ходес И.В., Шевчук В.П., Соколов-Добрев Н.С., Шеховцов К.В.***ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: shehovtsov@vstu.ru*

В статье описан метод формирования спектра собственных частот стенда для испытаний трансмиссий тракторов. В общем случае состав трансмиссий трактора и стенда, а также упруго-инерционные параметры их элементов существенно различны. Вследствие этого нагруженность деталей от крутильных колебаний в трансмиссиях трактора и стенда также существенно отличается. Это отличие становится особенно велико, когда частота воспроизводимой на стенде нагрузки приближается к одной из собственных частот трансмиссии стенда. Из-за этого результаты испытаний на стенде могут быть недостоверными. Предложенный метод позволяет на стадии проектирования целенаправленно формировать спектр собственных частот стенда, включая в него основные собственные частоты трансмиссии трактора. При этом наиболее опасные для прочности и долговечности деталей резонансные режимы в трансмиссиях стенда и трактора будут иметь место на тех же самых частотах, что повышает достоверность стендовых испытаний трансмиссий.

Ключевые слова: испытания трансмиссий, стенд, спектр собственных частот, упруго-инерционные свойства элементов, крутильные колебания, нагруженность, достоверность испытаний

PURPOSEFUL FORMATION OF NATURAL FREQUENCIES SPECTRUM OF TRACTOR TRANSMISSIONS TESTING STAND**Shekhovtsov V.V., Hodes I.V., Shevchuk V.P., Sokolov-Dobrev N.S., Shekhovtsov K.V.***Volgograd State Technical University, e-mail: shehovtsov@vstu.ru*

The article describes the method of formation of natural frequencies spectrum of tractor transmissions testing stand. In general, the transmission of the tractor and the stand, as well as the elastic-inertial parameters of their elements are significantly different. Consequently, the loading of parts from torsional vibrations in tractor and stand transmission is also significantly different. This difference is especially large when the frequency of the load reproduced on the stand, is close to one of the natural frequencies of the stand transmission. As a consequence results of stand tests may not be reliable. The proposed method makes it possible to purposefully create the spectrum of natural frequencies of the stand at design stage, including a major natural frequencies of tractor transmission. The most dangerous for strength and durability components resonant modes in transmissions of a tractor and stand will take place at the same frequencies, which increases the reliability of transmission stand testing.

Keywords: transmission testing, stand, spectrum of natural frequencies, elastic-inertial properties of the elements, torsional vibrations, loading, test reliability

Показатели работоспособности и долговечности трансмиссий тракторов определяются как в результате полевых испытаний, так и испытаний на стендах. Чтобы результаты испытаний были достоверными, их режимы должны соответствовать режимам эксплуатационной нагруженности трансмиссий [1, 2, 11]. Однако в общем случае состав трансмиссий трактора и стенда а также упруго-инерционные параметры их элементов существенно различны [3, 4, 6, 11, 12, 13, 14, 15]. Так, в состав стендов обычно не включают ходовую систему, подвеску и ряд других узлов; стенды также обычно имеют электрический привод [1, 2, 6, 13, 14, 15]. В эксплуатации на динамическую нагруженность трансмиссии трактора оказывает влияние совместная работа каждого из ее узлов, имеющего прямое или косвенное влияние на прохождение через нее силового потока [7, 8, 9, 10, 11]. При стендовых же испытаниях на эту нагруженность оказывает влияние совместная работа испытуемой трансмиссии с узлами стенда, имеющими иные упруго-инерционные характеристики [1, 2, 3, 5]. Вследствие этого результаты испытаний

в ряде случаев оказываются не отвечающими результатам эксплуатации [1, 2].

На динамическую нагруженность трансмиссии существенное влияние оказывают крутильные колебания в валопроводе, приводящие в эксплуатации к постоянному нарушению законов движения деталей [1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12], а при испытаниях – к искажению режима испытаний. Характер крутильных колебаний [1, 2, 3, 11] в трансмиссиях трактора и стенда обычно бывает значительно разным.

Амплитуды крутильных колебаний масс трансмиссии вдали от резонанса обычно незначительны и не оказывают заметного влияния на нагруженность деталей [1, 2, 11]. Наибольшая нагруженность имеет место на резонансных и околорезонансных режимах, на которых накапливается основная часть усталостных повреждений деталей [7, 10]. Следовательно, для сближения условий работы трансмиссий на тракторе и на стенде необходимо, чтобы частоты собственных колебаний их масс совпадали или были близки, то есть чтобы собственные частотные спектры трансмиссий стендов вклю-

чали в себя основные частоты из спектров трансмиссий тракторов [1, 2, 3].

Предложенная методика формирования частотных характеристик трансмиссии стенда, позволяющая сближать собственные частотные свойства трансмиссий испытательного стенда и трактора, предусматривает [1, 2, 3]:

1. Определение возможностей получения собственных частот трансмиссии трактора в спектре собственных частот стенда за счет изменения упруго-инерционных параметров его элементов и их сочетаний.

2. Исследование влияния параметров каждого из элементов трансмиссии стенда на изменение собственных частот.

3. Выбор элементов трансмиссии стенда, изменение упруго-инерционных параметров которых конструктивно наименее сложно.

4. Выполнение расчетных исследований и определение на их основе значений упруго-инерционных параметров изменяемых элементов стенда, при которых возможно получение в его спектре заданных собственных частот трансмиссии трактора.

В соответствии с методикой выполнено сближение собственных частотных свойств гидромеханических трансмиссий тракторов семейства ДТ производства ВгТЗ и разработанного на кафедре «Тракторостроение» стенда (рис. 1) с гидрозамкнутым силовым контуром [1, 2, 3].

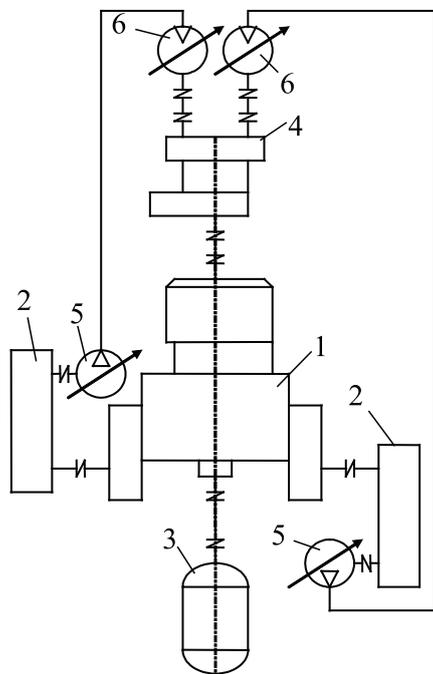


Рис. 1. Гидрокинематическая схема стенда: 1 – испытываемая трансмиссия с гидротрансформатором, 2 – согласующий редуктор, 3 – приводная балансирующая машина, 4 – раздаточная коробка, 5 – нагружающий гидронасос, 6 – нагружающий гидромотор

Для расчетного анализа созданы динамические модели трансмиссий, при этом полная динамическая модель трансмиссии трактора включает в себя 33 сосредоточенные массы, редуцированная – 11, соответственно модели стенда 63 и 14 масс. На рис. 2 представлен полученный расчетным путем при помощи созданного на кафедре программного комплекса *DASP* [1, 2] спектр собственных частот трансмиссии трактора на первой передаче (ширина околорезонансной зоны для каждой собственной частоты принята равной 5% от ее значения) и спектр собственных частот трансмиссии стенда с первоначальными и с измененными значениями параметров. Цифрой 1 обозначен спектр стенда до изменения параметров, цифрой 2 – спектр трактора, цифрой 3 – спектр стенда после изменения параметров. Как видно из рис. 2, пять собственных частот трансмиссий стенда и трактора соответствуют друг другу, пять – не соответствуют; таким образом, в собственном частотном спектре стенда необходимо получить частоты 11,6; 13,7; 205,1 и 302,5 Гц, присутствующие в спектре трансмиссии трактора.

В соответствии с описанной методикой и при помощи программ пакета *DASP* [1, 2, 3] выполнено исследование возможностей получения в спектре стенда необходимых значений собственных частот. Как показали результаты исследования [3], далеко не каждое изменение моментов инерции масс и жесткости связей (или их сочетаний) может привести к получению в спектре трансмиссии стенда заданной собственной частоты. К тому же при получении в спектре заданных собственных частот изменяются упруго-инерционные параметры элементов, что влечет за собой изменение других собственных частот. Поэтому предварительно следует определить влияние на собственные частоты параметров тех элементов, которые конструктивно возможно изменять [3]. Здесь одним из препятствий является то, что, в соответствии с расчетом, для получения заданной собственной частоты некоторые параметры должны принять отрицательное значение и, следовательно, таким изменением параметров данная собственная частота не может быть получена [3]. Для примера в табл. 1 приведены различные варианты сочетания моментов инерции масс и жесткости связей, за счет изменения которых определялась возможность получения в собственном частотном спектре стенда частоты 11,6 Гц.

Но в пределах одного варианта сочетания параметров возможно также несколько их взаимосвязанных изменений (например, уменьшение момента инерции массы

с одновременным уменьшением жесткости связи) при условии сохранения заданной собственной частоты. Так, например, при рассмотрении варианта 23 (табл. 1)

в табл. 2 показана возможность получения собственной частоты 14,2 Гц одновременным изменением момента инерции массы I_2 и жесткости связи C_1 [1].

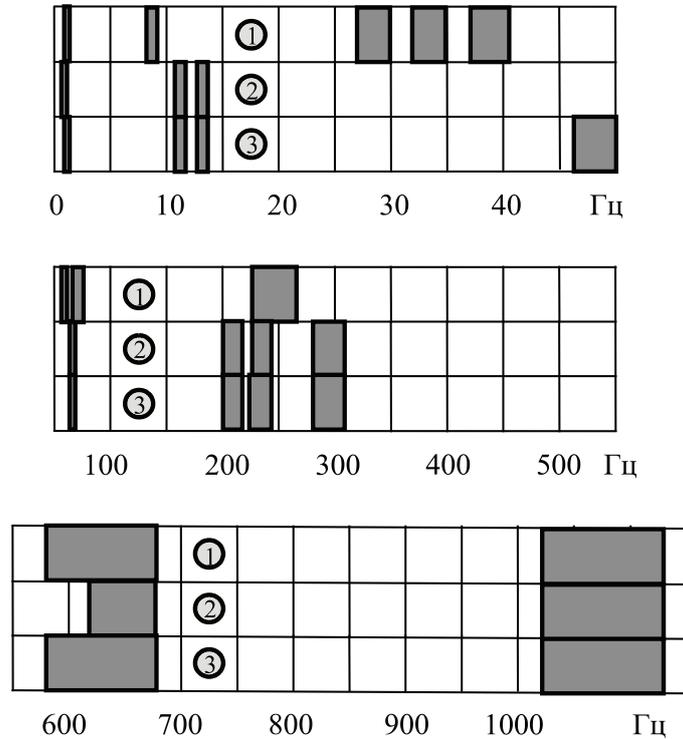


Рис. 2. Собственные частотные спектры силовых передач стэнда и трактора

Таблица 1
Определение возможности получения в спектре стэнда частоты 11,6 Гц

Номер варианта	Изменяемые динамические параметры													Результат		
	I_1	I_2	I_3	I_{12}	I_{13}	I_{14}	C_1	C_2	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	Отриц. момент инерции	Отриц. жесткость	Получ. возможно	
1	+												+			
2		+											+			
3			+										+			
4				+									+			
5					+								+			
6						+							+			
7							+	+							+	
8									+						+	
9										+					+	
10															+	
11											+				+	
12												+		+		
13	+	+											+			
14	+		+										+			
15	+			+									+			
16	+				+								+			
17	+					+							+			
18	+						+	+						+		
19	+								+					+		
20	+									+				+		
21	+													+		
22	+										+				+	
23	+											+			+	

Таблицы, подобные табл. 1 и 2, после выполнения расчетов составляются для каждой собственной частоты, которую следует получить в собственном спектре

трансмиссии стенда. При этом возможно рассмотрение всех вариантов сочетаний изменяемых параметров и выбор оптимального с конструктивной точки зрения.

Таблица 2
Варианты значений C_1 и I_2 для получения собственной частоты 14,2 Гц

Номер варианта	Величины изменяемых динамических параметров		Изменяющиеся собственные частоты, Гц			
	I_2 , кг·м ²	C_1 , Н·м/рад	1	2	3	4
23	12,38	30 966	9,0	14,2	40,5	413,9
	3,7086	18 319	8,9	14,1	41,8	416,4
	2,1199	13 007	8,8	14,1	43,2	419,1
	1,4525	10 083	8,6	14,1	44,5	422,1
	1,0852	8 232	8,5	14,1	45,9	425,3
	1,0533	8 062	8,4	14,1	46,1	425,7
	0,8528	6 956	8,3	14,3	47,5	429,5

Для облегчения этой задачи комплекс DASP и созданные для этой цели графические комплексы [4] обеспечивают возможность выполнить исследование влияния каждого из изменяемых параметров

на собственные частоты модели. На рис. 3 для примера показано изменение собственных частот при изменении момента инерции первой массы I_1 и жесткости ее связи C_1 .

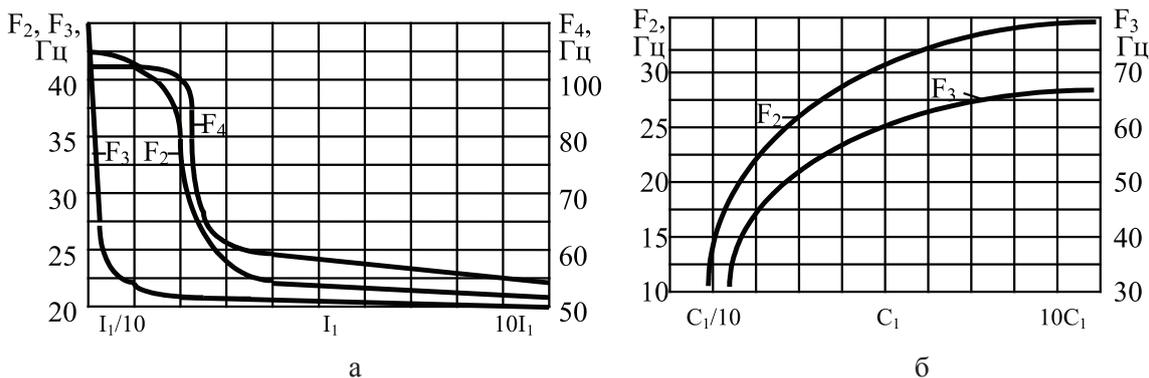


Рис. 3. Изменение собственных частот при изменении:
а – момента инерции первой массы I_1 , б – жесткости ее связи C_1

Таблица 3
Собственные частоты передач до и после изменения параметров

Номер собственной частоты	Трактор ДТ-175С	Собственные частоты, Гц	
		Испытательный стенд с ГЗСК	
		До изменения параметров	После изменения параметров
1	1,0	1,1	0,8
2	11,6	8,7	11,5
3	13,7	28,4	13,8
4	71,8	33,3	48,2
5	205,1	38,7	71,8
6	236,3	56,6	205,0
7	302,5	72,9	211,8
8	649,1	236,2	236,3
9	1080,8	247,3	302,5
10	3060,5	258,2	608,2
11		611,0	649,1
12		649,1	791,0
13		1080,8	1080,8

Руководствуясь данными графических комплексов [4] и табл. 1 и 2, а также характером изменения собственных частот при изменении параметров по графикам рис. 3, подбирают оптимальные значения изменяемых параметров остальных элементов стенда для максимального сближения частотных спектров трансмиссий трактора и стенда. В табл. 3 приведены значения собственных частот трансмиссий трактора и стенда до и после изменения параметров, когда частотный спектр стенда уже включает в себя все искомые собственные частоты трансмиссии трактора [1, 2, 3]. Колебания с очень высокими, акустическими частотами имеют пренебрежительно малое влияние на нагруженность, поэтому частоту 3060,5 Гц в спектре стенда получать не обязательно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеховцов В.В. Разработка стендов и управления их динамическими свойствами для испытания трансмиссий тракторов: дис. ... канд. техн. наук / Волгоградский политехнический институт (ВолгПИ). – Волгоград, 1990. – 256 с.
2. Шеховцов В.В. Разработка стендов и управления их динамическими свойствами для испытания трансмиссий тракторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Волгоградский политехнический институт (ВолгПИ). – Волгоград, 1990. – 22 с.
3. Шеховцов В.В. Управление динамическими свойствами силовых передач стендов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – № 11. – С. 32–35.
4. Шеховцов В.В. Справочные графические комплексы для формирования спектра собственных частот силовой передачи: Справочник // Инженерный журнал. – 1998. – № 11. – С. 59–64.
5. Разработка конструкций, экспериментальные и расчетные исследования тягово-транспортных средств / А.В. Победин, Е.И. Тескер, Вл.П. Шевчук, А.В. Котовсков, В.В. Шеховцов, М.В. Ляшенко, И.В. Ходес // Наука – производству. – 2000. – № 1. – С. 44–48.
6. А.с. 1332173 (СССР), МКИ G 01 M 13/02. Стенд с замкнутым силовым контуром для испытания трансмиссий транспортных средств / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов; ВолгПИ. № 4051734/31-11; Заявл. 07.04.86; Оpubл. 23.08.87; Бюл. № 31 // Открытия. Изобретения. – 1987. – № 31.
7. Шеховцов В.В. Влияние демпфирования на нагруженность участков силовой передачи трактора Т-5 «Дончак» на резонансных режимах // Техника машиностроения. – 2002. – № 4. – С. 107–113.
8. Шеховцов В.В. Влияние динамической связанности и параметров звеньев трансмиссии на передачу энергии крутильных колебаний // Известия вузов. Машиностроение. – 2002. – № 9. – С. 9–18.
9. Шеховцов, В.В. Влияние крутильной жесткости валопровода трансмиссии на динамическую связанность колебаний ее звеньев // Техника машиностроения. – 2002. – № 6. – С. 32–36.
10. Исследование резонансных режимов силовой передачи трактора ВТ-100 / В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, С.В. Зленко, И.А. Долгов, В.В. Косенко, А.О. Куликов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 7. – С. 11–13.
11. Распространение крутильных колебаний в валопроводе силовой передачи трактора ВТ-100 / В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук, С.В. Зленко, И.А. Долгов, В.В. Косенко, А.О. Куликов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 8. – С. 10–12.
12. Шеховцов, В.В. Влияние демпфирования на нагруженность участков силовой передачи трактора Т-5 «Дончак» на резонансных режимах / В.В. Шеховцов // Справочник. Инженерный журнал. – 2003. – № 7. – С. 26–31.
13. А.с. 1250877 (СССР), МКИ G 01 M 13/02. Стенд с замкнутым силовым контуром для испытания трансмиссии транспортных средств / В.П. Шевчук, И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, В.Я. Тетерятников; ВолгПИ. – № 3888110/27-11; Заявл. 15.03.85; Оpubл. 15.08.86; Бюл. № 30 // Открытия. Изобретения. – 1986. – № 30.
14. А.с. 1422048 (СССР), МКИ G 01 M 13/02. Стенд с замкнутым силовым контуром для испытания агрегатов трансмиссии транспортных средств / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов; ВолгПИ. – № 4190609/31-11; Заявл. 04.02.87; Оpubл. 07.09.88; Бюл. № 33 // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 33.
15. А.с. 1422049 (СССР), МКИ G 01 M 13/02. Стенд для испытания моторно-трансмиссионной установки транспортного средства // И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, А.А. Скопп; ВолгПИ. – № 4190610/31-11; Заявл. 04.02.87; Оpubл. 07.09.88; Бюл. № 33 // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 33.

УДК 531.3+534.83+5207.114.2+621.43

СТЕНД С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЗАМКНЫМ СИЛОВОГО КОНТУРА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СИЛОВЫХ ПЕРЕДАЧ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Шеховцов В.В., Ходес И.В., Шевчук В.П., Соколов-Добрев Н.С., Шеховцов К.В.

*ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет»,
Волгоград, e-mail: shehovtsov@vstu.ru*

В статье описана конструкция стенда для ресурсных, контрольных, сравнительных и лабораторно-исследовательских испытаний силовых передач колесных и гусеничных тракторов в режиме переменных нагрузок. В конструкции созданного стенда гидравлические устройства используются и для формирования режима нагружения, и для замыкания силового контура. Гидрообъемные трансмиссии, замыкающие силовой контур, состоят из высокомоментных реверсивных аксиально-плунжерных насос-моторов с регулируемой производительностью. Используемая в стенде электрогидравлическая система управления обладает рядом таких достоинств, как высокое быстродействие, высокая удельная мощность, малая инерция подвижных частей при развитии больших усилий, возможность автоматизированного управления по электросигналу задающей программы, обеспечивает возможность воспроизведения на стенде сложных переменных во времени нагрузочных режимов. Важным достоинством системы нагружения стенда является возможность воспроизведения нагрузок с требуемым законом изменения во времени за счет подъема и сброса давления в напорных магистралях гидропередач.

Ключевые слова: стенд для испытания трансмиссий, гидрообъемное замыкание силового контура, электрогидравлическая система управления, нагрузочный режим

STAND WITH HYDRAULIC LOCKING OF POWER CIRCUIT FOR TEST OF POWERTRAINS OF WHEELED AND CATERPILLAR MACHINES

Shekhovtsov V.V., Hodes I.V., Shevchuk V.P., Sokolov-Dobrev N.S., Shekhovtsov K.V.

Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: shehovtsov@vstu.ru

This article describes design of testing stand for life, control, comparative and research tests of powertrains of wheeled and caterpillar tractors at pulsating load mode. In the design of created test hydraulic devices are used both for forming of loads mode and for power circuit locking. Hydrostatic transmissions locking power circuit consist of high-torque reversible axial-piston motor-pumps with adjustable performance. Electro-hydraulic control system used in the stand have some advantages: high speed, high power density, low inertia of moving parts at getting of high forces, possibility of automated control due electro signal of control program. Also this control system provides generation on stand of complex changing in time modes of loading. Important dignity of stand load system is possibility of generation of loadings with required time-depending law of change due rising and resetting of pressure in pressure line of hydraulic transmission.

Keywords: transmission testing, stand, powertrain, locked power circuit, vibrations, loading, test reliability

Создание и доводка конструкций новых тракторов сопровождаются большим объемом и разнообразием исследований и испытаний. Испытания занимают до 50–70% времени доводки конструкций. Особое место среди всех видов испытаний занимают испытания на стендах. В мировом автотракторостроении для испытаний силовых передач машин используются стенды, позволяющие реализовать тождественные эксплуатационным динамические режимы нагружения с сохранением их частотного состава. С учетом этих требований создан стенд с замыканием силового контура гидрообъемными передачами для проведения ускоренных ресурсных, контрольных, сравнительных и лабораторно-исследовательских испытаний силовых передач колесных и гусеничных тракторов в режиме переменных нагрузок [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Прогрессивной тенденцией мирового стендостроения является включение в конструкцию стенда гидравлических нагружаю-

щих устройств, управляемых от электрического сигнала по заданной программе [2, 3, 5]. В конструкции созданного стенда гидравлические устройства используются и для формирования режима нагружения, и для замыкания силового контура. Гидрокинематическая схема стенда приведена на рис. 1.

Привод стенда [1, 2, 3, 4, 5] осуществляется карданным валом через вал отбора мощности испытуемой гидродинамической или механической силовой передачи 1 электрической машиной 4 постоянного тока. В процессе испытаний передача энергии от выходных валов силовой передачи к входному валу (то есть замыкание силового контура) осуществляется гидроагрегатами. Силовой поток отдельно по каждому борту стенда замыкается регулируемыми гидрообъемными передачами, включающими в себя соединенные с испытуемой силовой передачей 1 через согласующие редукторы 2 гидронасосы 6, напорные 29 и сливные 30 магистрали которых зациклены и сообщены

с гидромоторами 5, связанными с входным валом испытуемой силовой передачи 1 через раздаточную коробку 3. При этом отпадает необходимость в длинных карданных валах и других громоздких механических устройствах, замыкающих контур.

Гидрообъемное замыкание силового контура обладает рядом достоинств по сравнению с другими способами замыкания [2, 3, 5]. Одним из этих достоинств является возможность воспроизведения в замыкаемом силовом контуре нагрузок с требуемым законом изменения во времени. Режим нагружения испытуемой силовой передачи реализуется за счет подъема и сброса по заданному закону давления в напорных магистралях гидропередач при помощи спе-

циальных электроуправляемых гидравлических исполнительных механизмов [2, 3]. За счет малой инерционности их рабочих органов реализуются процессы нагружения с частотами до 50 Гц.

Следующим достоинством является компактность и высокая удельная мощность гидроагрегатов, что позволяет на отдельных режимах форсировать воспроизводимые нагрузки по амплитуде в два и даже в три раза [1, 2, 4].

Гидрообъемные трансмиссии, замыкающие силовой контур, состоят из производимых по лицензии фирмы REXROT высокомоментных реверсивных аксиально-плунжерных насос-моторов РНАС 250/320 с регулируемой производительностью.

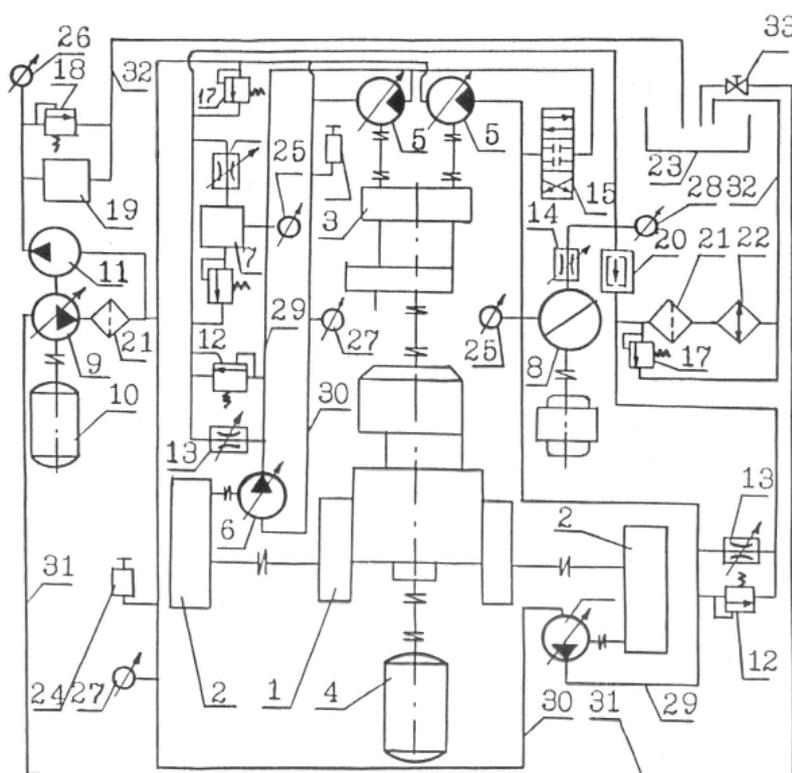


Рис. 1. Гидрокинематическая схема стенда с гидрозамкнутым силовым контуром:
 1 – испытуемая гидромеханическая силовая передача; 2 – согласующий редуктор РМ650;
 3 – раздаточная коробка; 4 – приводная балансирная машина КС56-4; 5 – нагружающий гидромотор; 6 – нагружающий гидронасос; 7 – электроуправляемый гидроклапан УЭГ.Г-80;
 8 – электроуправляемый гидропультатор; 9 – насос подпитки; 10 – привод насоса подпитки;
 11 – насос системы управления; 12, 17 – предохранительный клапан Г 54-25; 13, 14 – регулируемый дроссель ПГ 55-24; 15 – гидрораспределитель; 16 – привод пультатора; 18 – напорный золотник;
 19 – система управления давлением; 20 – гаситель гидроудара; 21 – фильтр; 22 – радиатор;
 23 – масляный бак; 24 – кран выпуска воздуха; 25, 26, 27, 28 – манометры; 29 – напорная магистраль; 30 – магистраль низкого давления; 31 – всасывающая магистраль подпиточного насоса; 32 – дренажная труба-коллектор; 33 – вентиль

Крутящий момент, создаваемый гидромотором за счет давления подаваемой к нему гидронасосом рабочей жидкости, прямо пропорционален величине этого

давления. Таким образом, нагрузка на деталях испытуемой силовой передачи пропорциональна давлению в напорной магистрали. Производительность насосов

и расход моторов регулируются бесступенчато от 0 до 350 л/мин, задаются оператором и автоматически поддерживаются следящим устройством насос-моторов во время работы [1, 2, 4].

Одной из важнейших составляющих частей испытательных стендов в связи с необходимостью воспроизведения на них режимов нагружения с сохранением вероятностных характеристик эксплуатационных режимов является система нагружения [3, 5]. Как показывает опыт отечественного и зарубежного стендостроения [3, 15], электрогидравлические системы, обладающие рядом несомненных достоинств (высокое быстродействие, высокая удельная мощность, малая инерция подвижных частей при развитии больших усилий, возможность автоматизированного управления по электросигналу задающей программы) наиболее полно отвечают требованиям к системам, способным воспроизводить сложные переменные во времени нагрузочные режимы. Подобная система нагружения использована в конструкции стенда.

Нагрузка на испытываемую на стенде силовую передачу пропорциональна давлению в напорных магистралях. Путем управления этим давлением формируется нагрузочный режим. Автоматическая система управления нагружением состоит из устройств, задающих закон нагружения, электронного усилителя и электрогидравлических исполнительных устройств [2, 4, 5, 13].

В случае, если необходимо воспроизвести режим нагружения со случайной повторяемостью во времени нагрузок с разными амплитудами и частотами, используется генератор случайного сигнала NRG-201 фирмы RFT. За счет подбора соответствующих фильтров он позволяет воспроизводить нагрузки по случайному закону с сохранением эксплуатационных статистических характеристик процесса – математического ожидания, среднеквадратического отклонения, спектральной плотности и дисперсии.

В качестве исполнительных механизмов, осуществляющих по сигналу управления изменение давления в напорных магистралях, использованы электроуправляемый гидроклапан УЭГ.Г–80 отечественного производства и специально изготовленный электроуправляемый гидропульсатор. Гидроклапан состоит из электрогидравлического блока и золотни-

кового блока с узлом обратной связи. Электрогидравлический блок включает в себя электромеханический преобразователь сигнала и конструктивно соединенный с ним гидравлический мост управления, выполненный на базе дифференциального элемента типа «сопло-заслонка». Гидроклапан по закону, задаваемому системой управления нагрузкой, осуществляет подъем и сброс давления в напорных магистралях. В соответствии с технической характеристикой, он обрабатывает сигналы с частотой до 40 Гц.

Параллельно с электрогидроклапаном УЭГ.Г–80 к напорным магистралям замыкающих силовой контур гидротрансмиссий подключен электрогидропульсатор (рис. 2) собственного производства. Он позволяет воспроизводить близкое к гармонической изменение нагрузки с частотами в диапазоне 0,5–26 Гц. Электрогидропульсатор состоит из ротора 1, в котором через 90° выполнены четыре радиальных отверстия А. По оси ротора также выполнено отверстие В, заглушенное с торца. Вал ротора выходит через отверстие крышки 4 пульсатора и через муфту соединяется с валом приводного электродвигателя постоянного тока. Частоту вращения вала электродвигателя в процессе работы стенда возможно изменять в пределах 0,5–13 Гц. При вращении ротора два раза за один оборот разобшашает и сообщает напорную магистраль со сливом, то есть может обеспечить частоту пульсаций до 26 Гц.

Конструкция пульсатора позволяет менять его пропускную способность (а тем самым осуществлять изменение давления в напорных магистралях) от нулевой до максимальной. Для изменения пропускной способности осуществляется осевое перемещение ротора 1 вместе с крышкой 5, при этом изменяется перекрытие отверстий А в роторе и радиального отверстия в корпусе 2, заканчивающегося выпускным штуцером 7.

На рис. 3 приведен пример участка осциллограммы записи процессов нагружения силовой передачи на стенде при возбуждении гидропульсатором колебаний с разными частотами [8, 9, 10, 11, 12, 14, 15]. Записи процессов на осциллограммах обозначены следующим образом: процесс изменения давления – буквой Р, момента – М, частоты вращения вала привода – цифрой 1, отсчетчика времени – цифрой 2, частоты вращения тензометрируемого вала – цифрой 3.

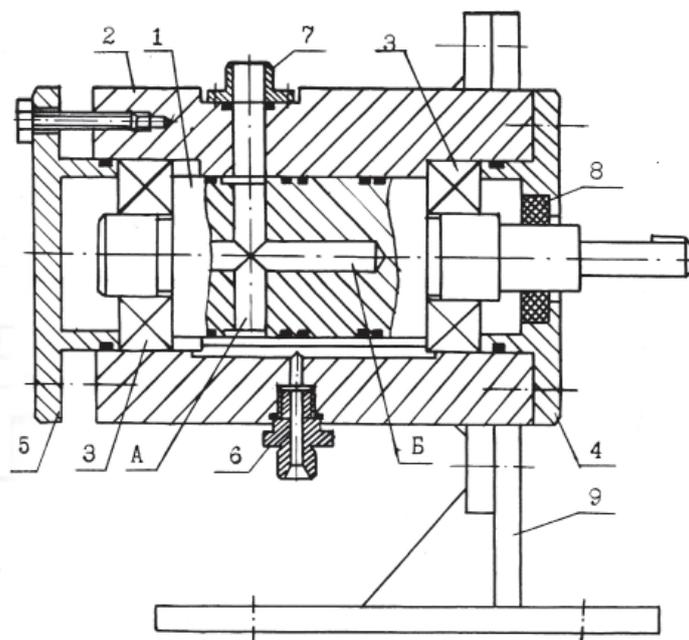


Рис. 2. Электроуправляемый гидропульсатор:

1 – ротор, 2 – корпус, 3 – подшипники, 4 – передняя крышка, 5 – задняя крышка, 6 – штуцер дренажа, 7 – подвод (отвод) давления, 8 – уплотнение вала, 9 – кронштейн крепления

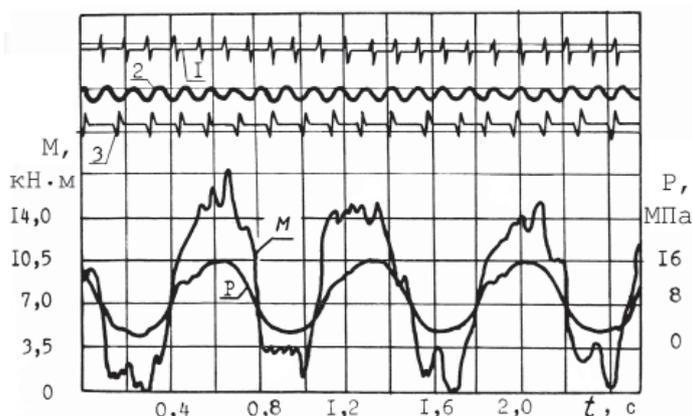


Рис. 3. Характер изменения нагрузок на валу конечной передачи трансмиссии при возбуждении колебаний с частотой 1,6 Гц

Как видно из осциллограммы, величины давления и крутящего момента имеют сходный характер изменения во времени. С подачей сигнала возбуждения с частотой 1,6 Гц давление в напорной магистрали за цикл нагружения изменяется от 2,8 до 16,7 МПа, момент – от 0 до 17,5 кН, то есть от нуля до значения, в 2,1 раза превышающего номинальный [1].

На осциллограмме видно, что, кроме задаваемых и обрабатываемых нагрузочной системой стенда нагрузок с частотой 1,6 Гц, записи процессов изменения нагружающего момента свидетельствуют о появлении в силовом контуре при таких воздействиях также иных колебаний нагрузок с более высокими частотами. Их амплиту-

ды и частоты определяются инерционными и упруго-демпфирующими свойствами элементов локальных колебательных контуров динамической системы стенда [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Анализ комплекта осциллограмм, полученных при возбуждении колебаний с разными частотами и амплитудами, с разным изменением нагрузок во времени [3, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15] позволил получить обширную информацию о дополнительной динамической нагруженности отдельных деталей и участков валопровода силовой передачи при ее работе на эксплуатационных режимах, во время которых она испытывает нагрузки с подобными амплитудами и частотами изменения, и выработать

рекомендации по корректировке упруго-демпфирующих параметров элементов силовой передачи для снижения этой нагруженности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ходес И.В. Стендовое оборудование для испытания трансмиссий тракторов / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, Вл.П. Шевчук // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1988. – № 7. – С. 10–13.
2. Ходес И.В., Орешкин В.Н., Шеховцов В.В. и др. Стенд для динамических испытаний трансмиссий перспективных тракторов ВгТЗ в замкнутом силовом контуре // Повышение технического уровня зубчатых передач энергонасыщенных тракторов: Тез. докл. – Харьков, 1982. – С. 151–152.
3. Шеховцов В.В. Анализ и синтез динамических характеристик автотракторных силовых передач и средств для их испытания: монография. – Волгоград, изд-во РПК «Политехник», 2004. – 224 с.
4. Победин А.В., Тескер Е.И., Шевчук В.П., Котовсков А.В., Шеховцов В.В., Ляшенко М.В., Ходес И.В. Разработка конструкций, экспериментальные и расчетные исследования тягово-транспортных средств // Наука – производству. – 2000. – № 1. – С. 44–48.
5. Анализ и синтез динамических систем автотракторных силовых передач / В.В. Шеховцов; Волгогр. Гос. Техн. ун-т. – Волгоград, 2002. – 228 с.: ил. – Библиогр.: 432 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ 08.07.02, № 1258-В2002.
6. А.с. 1422050 (СССР), МКИ G 01 M 13/02. Стенд для испытания ведущих мостов транспортных средств / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, А.А. Скопп; ВолгПИ. – № 4190611/31-11; Заявл. 04.02.87; Оpubл. 07.09.88; Бюл. № 33 // Открытия. Изобретения. – 1988. – № 33.
7. А.с. 1472786 (СССР), МКИ G 01 M 13/02. Стенд для испытания моторно-трансмиссионной установки транспортного средства / И.В. Ходес, В.В. Шеховцов, А.А. Скопп; ВолгПИ. – № 4211515/31-11; Заявл. 16.03.87; Оpubл. 15.04.89; Бюл. № 14 // Открытия. Изобретения. – 1989. – № 14.
8. Шеховцов В.В. Нагруженность силовых передач тягово-транспортных средств // Наземные транспортные системы: Межвуз. сб. науч. тр. – Волгоград: ВолгГТУ, 1999. – С. 60–65.
9. Шеховцов В.В., Шевчук В.П., Зленко С.В. и др. Распространение крутильных колебаний в валопроводе силовой передачи трактора ВТ-100 // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. – № 8. – С. 10–12.
10. Шеховцов В.В. Некоторые особенности проведения крутильных колебаний валопроводом силовой передачи транспортного средства // Наземные транспортные системы: Межвуз. сб. науч. тр. – Волгоград: ВолгГТУ, 2000. – С. 23–26.
11. Шеховцов В.В. Влияние динамической связанности и параметров звеньев трансмиссии на передачу энергии крутильных колебаний // Известия вузов. Машиностроение. – 2002. – № 9. – С. 9–18.
12. Шеховцов, В.В. Влияние демпфирования на нагруженность участков силовой передачи трактора Т-5 «Дончак» на резонансных режимах // Техника машиностроения. – 2002. – № 4. – С. 107–113.
13. Шеховцов, В.В. Управление динамическими свойствами силовых передач стандов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – № 11. – С. 32–35.
14. Ходес И.В., Орешкин В.Н., Шеховцов В.В. Динамическая модель станда для испытания трансмиссий с гидрозамыканием силового контура // Перспективы развития конструкций промышленных тракторов на 1990–2000 годы: Тез. докл. – Челябинск, 1986. – С. 67–70.
15. Шеховцов В.В. Разработка динамической модели перспективного трактора ПО ВгТЗ: статья, депонир. в ЦНИИГЭИавтосельхозмаше, № 1491 – тс 92. – М., 1992.

УДК 911.8

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА**¹Диневи́ч Л., ²Ка́план Л., ³Бада́хова Г., ⁴Ка́план Г.**¹*Тель Авивский университет, Тель Авив, e-mail: dinevich@013.net;*²*Ставропольский государственный университет, Ставрополь;*³*Ставропольский гидрометцентр, Ставрополь;*⁴*Ставропольский государственный университет, Ставрополь*

Споры о тенденциях и причинах изменения климата на Земле продолжаются. Одни исследователи утверждают, что планету ждёт глобальное потепление, другие прогнозируют похолодание. В первой группе есть две версии, каждая из которых приводит к совершенно противоположным рекомендациям человечеству. Версия первая. Атмосфера Земли состоит из смеси различных газов, часть из которых (CO₂, метан) обладает способностью поглощать длиноволновую радиацию земли. Коротковолновая радиация солнца проходит через атмосферу, достигает поверхности Земли и нагревает ее. Обратное тепловое (длинноволновое) излучение земли сдерживается так называемыми парниковыми газами (CO₂, метан). Явление получило название «парниковый эффект». Чем больше в атмосфере этих газов, тем более задерживается длиноволновая радиация от земли. Антропогенность явления объясняется тем, что при сжигании людьми ископаемого топлива выделяется большое количество CO₂. Это и приводит к изменению радиационного баланса. На Земле становится теплее. Если это так, напрашивается вывод. Все страны должны существенно сократить выбросы CO₂, а это значит перевести производство электроэнергии и множество технологических процессов на не углеродсодержащие источники энергии и материалы. Версия вторая. Другая концепция повышения температуры на земле отмечает не состоятельность объяснения антропогенного фактора в повышении концентрации парниковых газов. В качестве возможного источника этих газов рассматривается океанский и земной вулканизм. Метан, выбрасываемый в океаническую воду и влажную атмосферу при извержении вулканов, вступает в реакцию с кислородом, образуя CO₂. Этот фактор по мнению ряда учёных способен создать концентрации CO₂ существенно большие, чем при сжигании ископаемого топлива. Если это так, то сокращение сжигания углеводородного топлива не окажет существенного влияния на увеличение температуры земли. И в этом случае Землю ожидает потепление, хотя и не из-за деятельности человека. Остановить этот процесс человечество не может. Другие исследователи убеждены, что в скором времени температура на Земле не только не будет повышаться, а наоборот снизится. Например, заведующий лабораторией космических исследований Главной астрономической обсерватории РАН в Санкт-Петербурге Хабибулло Абдусаматов считает, что уже в ближайшие годы планете грозит глобальное похолодание. По его мнению из-за ослабления активности процессов на Солнце температура на Земле с 2012–2015 годов очень медленно «пойдет на спад» и достигнет своего минимума, ориентировочно, в 2041 году. Именно это и станет причиной глубокого похолодания на нашей планете, которая уже сейчас начала отдавать тепло. Термическая инерция Мирового океана несколько отдалит процесс глубокого «остывания» Земли. Так называемый антропогенный «парниковый эффект» не сможет серьезно затормозить ожидаемое похолодание и человечество станет рассматривать этот процесс, как желаемый. «Последние девять лет, по его данным, температура на Земле практически не растет, хотя за это время концентрация углекислого газа в атмосфере увеличилась более чем на 4%». По его словам, естественные значительные повышения концентрации углекислого газа в атмосфере происходили еще в доиндустриальную эпоху. Эти процессы никогда не привели к глобальному потеплению климата, а всегда следовали за потеплением с некоторым отставанием.

Ключевые слова: климат, солнечная радиация, парниковый эффект**THE ISSUE OF CLIMATE CHANGE****¹Dinevich L., ²Kaplan L., ³Badahova G., ⁴Kaplan G.**¹*Tel Aviv University, Tel Aviv, e-mail: dinevich@013.net;*²*Stavropol State University, Stavropol;*³*Hydrometeorological Stavropol, Stavropol;*⁴*Stavropol State University, Stavropol*

Disputes about the trends and causes of climate change on Earth continues. Some researchers claim that the planet is waiting for global warming, others predict global cooling. In the first group there are two versions, each of which leads to exactly the opposite advice to mankind. The first version. The Earth's atmosphere consists of a mixture of gases, some of which (CO₂, methane) has the ability to absorb radiation from the land. The short-wave solar radiation passes through the atmosphere and reaches the earth's surface and warms it. Reverse thermal (long-wavelength) radiation from the land is constrained by so-called greenhouse gases (CO₂, methane). Phenomenon is called the «greenhouse effect». The more of these gases in the atmosphere, the more delayed long-wavelength radiation from the ground. Human-induced phenomena is because the burning of fossil fuels people, a large amount of CO₂. This leads to a change in the radiation balance. On the Earth is getting warmer. If so, the conclusion. All countries need to substantially reduce CO₂ emissions, which means to transfer production of electricity and many technological processes are not carbonaceous energy and materials. Version two. Another concept of raising the temperature on the ground marks are not consistent explanation of the anthropogenic factor in increasing concentrations of greenhouse gases. As a possible source of these gases is considered ocean and terrestrial volcanism. Methane is emitted to the oceanic water and a damp atmosphere during volcanic eruptions, reacts with oxygen to form CO₂. This factor in the opinion of some scientists can create substantially more CO₂ than burning fossil fuels. If so, then a reduction in fuel burn of fossil fuels will not have a significant impact on the increase in the temperature of the earth. And in this case the Earth expects warming, though not because of human activities. Stop the process of humanity can not. Other researchers believe that in a short time, the temperature on Earth, not only will not increase, but rather decrease. For example, the head of the Laboratory for Space Research of the Main Astronomical Observatory of Russian Academy of Sciences in St. Petersburg Habibullo Abdussamatov believes that in the coming years, the planet faces global cooling. According to him due to the weakening of active processes on the Sun temperature on Earth 2012–2015's very slow, «will decline» and will reach its minimum approximately in 2041. That is what will cause a deep cooling of our planet, which is already beginning to give warmth. Thermal inertia of the oceans some distance the process of deep «cooling» of the Earth. The so-called man-made «greenhouse effect» can not seriously hamper the expected cooling and humanity will be regarded the process as desired. «The last nine years, according to him, the temperature of the Earth is almost not growing, although this time, the concentration of carbon dioxide in the atmosphere has increased by more than 4%». According to him, natural significant increase in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere is still in the pre-industrial era. These processes have never led to global warming, and the warming has always followed with some lag.

Keywords: climate, solar radiation, greenhouse effect

Памяти моего друга, заведующего кафедрой теоретической физики Ставропольского университета, профессора Льва Григорьевича Каплана, посвящается.

Некоторые причинно-следственные зависимости тенденций изменения глобального климата

Климат и погода в регионе любого масштаба формируются под влиянием множества факторов, часть из которых определяется глобальными зависимостями состояния атмосферы от сезонного положения земли относительно основного источника энергии (солнца), от состояния энергетического баланса между землёй и мировым океаном, от состояния энергетического баланса между коротковолновой радиацией, поступающей от солнца и длиноволновой радиацией, излучаемой землёй, от процессов, происходящих в глубинах земли и на дне океанов, от мало изученных влияний межпланетных взаимодействий и колебания положений магнитных и географических полюсов Земли.

Первый фактор относительно постоянен и является функцией принятого людьми понятия сезонности – зима, лето, осень, весна, т.е. положения земли на орбите своего вращения относительно солнца. Второй фактор менее постоянен и сильно зависит от изменчивости процессов в океане. Академик Марчук ввёл понятие энергетических зон, центры которых находятся в океанах, состояние и положение которых оказывают существенное влияние на крупномасштабные циркуляционные процессы в атмосфере. Именно они играют самую важную роль в перемещении энергии в тропосфере земли и в её верхних слоях. Они являются главными факторами состояния погоды. Например, значительное влияние на погоду севера Европейской части России и Скандинавские страны оказывает положение течения Гольфстрим, а на погоду и климат южно американского континента – положение океанического течения El-Nino. Таких течений в океанах есть много. Положение энергетических центров в океане в свою очередь зависит от активности процессов на главном источнике энергии (солнце) и весьма изменчиво. Периоды и глубина этой изменчивости сегодня пока ещё не достаточно изучены, но они могут иметь продолжительность от нескольких лет до нескольких десятилетий и даже столетий.

Весьма вероятно, что их изменчивость и глубина этой изменчивости приводили на земле к длинопериодным колебаниям климата, в том числе к ледниковым и тёплым периодам. Иначе чем можно было бы объяс-

нить нахождение костей мамонтов в зонах нынешней вечной мерзлоты, наличие нефти и угля (продукты векового воздействия ряда физических и природных факторов на древесину и органические накопления) в тех местах, где из-за нынешних природных факторов нет ни лесов, ни богатого животного мира.

Третий фактор в глобальном масштабе также играет значительную роль в формировании крупномасштабных циркуляционных процессов и их эволюцию, траекторию движения больших воздушных масс. Среди предикторов этого фактора безусловно важную роль (хотя лишь частичную) играет воздействие человека на изменение состояния атмосферы и подстилающей поверхности (земли).

Количество углекислого газа в атмосфере увеличилось на 20% за последние сто лет и в настоящее время составляет 336 частей на миллион. Как считают сторонники антропогенной теории, это увеличение является, с одной стороны, следствием большого количества сжигаемого углеводородного сырья, а с другой – вызывает так называемый парниковый эффект, являющийся причиной изменения климата. В самом деле, увеличение температуры приповерхностного атмосферного воздуха составило 0,6–0,7°C за последние сто лет, заметно увеличилось его влажности во многих регионах планеты, частота и интенсивность опасных явлений погоды за последние 10–15 лет резко увеличились.

Противники антропогенной теории указывают, что естественные изменения климата, даже за сравнительно короткий документированный исторический период развития человечества, далеко выходят за пределы 0,5–0,7°C, а изменение содержания углекислого газа в атмосфере может быть не причиной ее разогрева, а следствием, связанным с уменьшением растворимости углекислого газа в воде океанов и морей при нагреве этой воды или при вулканических извержениях.

Эффективная температура Солнца, равная 5770 градусов по Кельвину, радиус Солнца, расстояние от Земли до Солнца – главные факторы, определяющие температуру земной поверхности. Исходя из закона Стефана-Больцмана, расчетная температура земной поверхности при ряде сильных идеализирующих предположений (высокая теплопроводность поверхности Земли, отсутствие атмосферы и парникового эффекта, одинаковое альbedo во всем диапазоне видимых и инфракрасных волн и др.) равняется 6°C (принимается, что радиус Солнца равен 0,7 млн км, расстояние от Земли до

Солнца 150 млн км. Вычисление по той же формуле температуры Венеры (ее расстояние до Солнца равно 108,2 млн км) дает величину 55°C.

Реальная усредненная температура поверхности Земли составляет 14°C, а Венеры – 462°C. Таким образом, реальная температура Земли всего на 8° превосходит ее расчетную температуру, для Венеры эта величина равна 407°.

Перечислим по порядку значения важнейшие, после эффективной температуры Солнца и параметров Земной орбиты, факторы, влияющие на усредненную температуру земной поверхности.

1. Широтные и меридиональные значения альbedo земной поверхности в диапазонах видимых и инфракрасных волн.

2. Эффект экранирования инфракрасного излучения Земли (иначе парниковый эффект) вследствие наличия облаков и облачных систем.

3. Эффект экранирования дневного солнечного излучения в видимом свете облаками и облачными системами (т.е., обратный парниковый эффект).

4. Конвекция в тропосфере и верхней атмосфере.

5. Экранирующий (парниковый) эффект водяного пара по отношению к инфракрасному излучению Земли.

6. Экранирующие эффекты в обоих направлениях (прямой и обратный парниковые эффекты) и влияние на процесс облакообразования аэрозолей естественного и искусственного происхождения.

7. Парниковый эффект, вследствие наличия углекислого газа в атмосфере.

Точно указать роль каждого фактора при существующем состоянии теории и базы данных весьма затруднительно. Особенно трудно определить роль облачности в связи с ее непостоянством и зависимостью знака эффекта от времени суток. Невьясненной остается роль компенсационных изменений, возникающих в атмосфере, океанах и на земной поверхности (например, растворение избыточного количества углекислого газа в океанской воде с дальнейшим осаждением ракушками на дно океана). Однако, как следует из приведенного выше расчета температуры поверхности Земли, факторы, ее повышающие и понижающие практически полностью компенсируются. Именно этим обусловлена малая разность действительной и расчетной температур.

Прямой расчет показывает, что парниковый эффект, обусловленный углекислым газом, играет весьма ограниченную роль при нагреве земной поверхности. Количество углекислого газа в земной атмосфере

в 500 раз меньше, чем водяного пара, а окна непропускания этих газов в инфракрасной области излучения частично перекрываются. Кроме того, парниковый эффект углекислого газа маскируется экранирующим эффектом облачности в обоих направлениях распространения излучения.

Совершенно другое положение характерно для Венеры, где давление углекислого газа более чем в 3 000 раз превышает давление этого газа на поверхности Земли. Поэтому огромную разность между реальной и расчетной температурой на Венере можно отнести к воздействию парникового эффекта за счет углекислого газа.

Естественное или обусловленное человеческим вмешательством изменение каждого из перечисленных факторов может приводить к изменению климата. Достаточно уверенно можно выделить следующие антропогенные факторы, влияющие на изменение климата, по порядку их значения.

1. Изменение альbedo и других свойств земной поверхности, обусловленное сельскохозяйственной и промышленной деятельностью человека.

2. Изменение мутности атмосферы и режима облакообразования вследствие внесения большого количества аэрозолей при сельскохозяйственной и промышленной деятельности.

3. Увеличение количества углекислого газа в атмосфере за счет сжигания углеводородного сырья.

Таким образом, существует множество естественных факторов, определяющих температуру земной поверхности, и антропогенных факторов, влияющих на изменение климата. Существующие расчеты вклада каждого из этих факторов и всех в целом весьма приблизительны. Количественные выводы о причинах изменения климата при существующей базе данных и теоретическом обеспечении этой проблемы не точны и не достоверны. Поэтому усилия по ограничению выбросов углекислого газа, предпринимаемые мировым сообществом в соответствии с Киотским протоколом, представляются несколько преждевременными.

Скептицизм по отношению к Киотскому протоколу усиливается еще двумя существенными обстоятельствами.

1. Увеличение количества углекислого газа в атмосфере благоприятно для растительности Земли в целом, поскольку этот газ является «лимитирующим фактором» жизни на планете. Как показано множеством опытов, увеличение количества углекислого газа сопровождается существенным повышением урожайности сельскохозяйственных культур.

2. Общее потепление и увеличение влажности атмосферы благоприятны для многих холодных и (или) засушливых регионов и целых стран, включая Россию.

Представляется, что прежде всего необходимо с точностью до долей процентов построить базу данных по параметрам излучения Солнца, земной поверхности и земной атмосферы в диапазонах видимых и инфракрасных волн. Это можно сделать только с помощью специальных спутниковых систем. При этом вопросы обеспечения прецизионной точности спутниковых измерений и интерпретации полученных данных еще ожидают своей проработки. Только после этого можно будет оценить роль углекислого газа при изменении климата и планировать возможные масштабные мероприятия по ограничению выбросов CO₂.

И главное. История климата показывает, что он находится в постоянном колебательном процессе. Потепления периодически сменяются похолоданиями и наоборот (Будыко, Израэль).

Продолжительность этих периодов может занимать десятки, а в ряде особо много факторных характеристик – сотни лет. Человечеству целесообразнее не ограничиваться поисками путей влияния на климат, а с учётом современных технологических возможностей, ускоренными темпами создавать для себя региональные среды обитания.

До сих пор принято считать, что проблема может решаться только за счёт дорогостоящих межгосударственных проектов, в крайнем случае за счёт проектов Стран с большими территориями и сильно развитой промышленностью. Это верно. Но и малые Страны и даже небольшие города и региональные зоны должны своими бюджетами участвовать в подготовке сред обитания к различным возможным долго и коротко периодным колебаниям климата.

Только несколько примеров для условий Израиля.

– С целью создания наиболее благоприятных условий для обитания больших

групп перелётных птиц экологи Израиля создали региональную климатическую среду их обитания в долине Хула у подножья горы Хермон.

– Можно ли изменить климатические условия в пустыне Негев. Ряд израильских учёных считают, что можно и в настоящее время планируют приступить к проекту увеличения влажности в приземном слое воздуха. Повышенная влажность должна активизировать условия жизни здесь растительности.

– Можно ли изменить режим осадков (увеличивая или уменьшая их) исходя из задаваемых задач. Можно. Этими работами в практических целях уже занимаются во многих регионах мира.

– Израиль может служить примером многим странам в создании не зависящих от режима осадков условий выращивания сельскохозяйственной продукции. В значительной степени эта отрасль уже переведена на водосберегающие технологии полива.

– Интенсивное строительство опреснительных установок в Израиле делает в существенной степени не зависимой целый ряд технологических процессов.

– Так уж ли бессмысленны закрывающие большую часть тела одежды религиозных евреев?

Думаю, что не бессмысленны. В условиях жаркого климата они закрывают тело от прямых солнечных лучей. Вероятно следует это обстоятельство учитывать при создании новых образцов одежды, в том числе и модной.

Это лишь часть примеров, которые могут быть учтены в подготовке сред обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии. – М., Наука, 1981.
2. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеопиздат, 2000.
3. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. – М.: ЮНИТИ, 2000.

УДК 552.3:550.4:550.42:550.93

ПЕТРОЛОГИЯ И ОРУДЕНЕНИЕ АНОРОГЕННЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ГРАНИТОИДОВ ЕЛИНОВСКОГО МАССИВА ГОРНОГО АЛТАЯ

Гусев А.И., Гусев Н.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены геологические, геохимические и петрологические данные по щелочным гранитоидам Елиновского массива среднего девона. Датировка абсолютного U-Pb возраста по циркону на масспектрометре SHRIMP II дала цифру 369 млн лет. В составе массива описаны 2 фазы внедрения (рибекитовые граниты и лейкократовые умеренно-щелочные граниты) и единичные дайки умеренно-щелочных лейкогранитов. С гранитоидами парагенетически связано урановое штокверковое и скарновое флюорит-редкометалльно-редкоземельное оруденение. Помимо флюорита в рудах отмечены циркон (малакон), иттриалит, фергусонит. Оруденение сопровождается метасоматитами фельдшпатоидного типа в виде альбитизации гранитоидов.

Ключевые слова: анорогенные граниты, рибекит, возраст, циркон, штокверк, урановая смолка, скарны, флюорит, редкие земли, редкие элементы

PETROLOGY AND ORE MINERALIZATION OF ANOROGENIC GRANITOIDS OF ELINOVSKII MASSIF OF MOUNTAIN ALTAI

Gusev A.I., Gusev N.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

New data of geological/ geochemical and petrological lead on alkali granitoids of Elinovskii massif of Middle Devonian. Date of absolute age on U-Pb age on zircon on masspectrometer SHRIMP II let 369 mln. years. Two phases of intrusive described (riebeckite granite and leicocratic sub-alkalic granites) and single dikes leicocratic sub-alkalic granites. Uranium stockwork and skarn fluorite-rare metals-rare earth metals ore mineralization linked with granitoids paragenetic. Zircon (malacon), iitrialite, fergussonite marked in ore mineralization besides of fluorite. Ore mineralization accompany bymetasomatites of feldshpites type in species albitization of granitoids.

Keywords: anorogenic granitoids, riebeckite, absolute age, zircon, stockwork, pitchblende, skarns, fluorite, rare elements, rare earth elements

Елиновский массив гранитоидов расположен в левом борту реки Щебеты (левый приток реки Ануй) и представляет собой трещинное тело северо-восточного простирания протяжённостью более 2 км и шириной от 0,5 до 1 км. На северо-восточном продолжении массива наблюдается несколько даек протяжённостью от 0,5 до 1 км и мощностью от 0,3 до 50 м. Сложен он рибекитовыми гранитами и лейкогранитами розовато- и желтовато-серой окраски. В составе доминирующих в массиве лейкогранитов преобладает призматический полевой шпат (50–60%), в значительном количестве (до 30–35%) отмечается кварц. Характерным темноцветным минералом лейкогранитов является амфибол, не равномерно распределённый в породе с редкими гламеропорфировыми скоплениями. Его содержания варьируют от 3 до 6% при среднем значении 4%. Спорадически отмечаются астрофиллит, эгирин. Характерна гипидиоморфнозернистая структура, местами переходящая в аллотриоморфнозернистую. Амфибол представлен крупными (до 0,5–1 см) удлинённо-призматическими кристаллами почти чёрного цвета с буровато-синим оттенком. Пересчёт на структурную формулу химического состава амфи-

бола показал, что по величине катионной группы ($X = 2,11–2,15$) он близок к рибекиту (для рибекита $X = 2$, а для арфведсонита $X = 3$). Кроме того, близость к рибекиту устанавливается и по отсутствию алюминия в октаэдрической координации (Al_{VI}). Микропертитовый полевой шпат образует в гранитах призматические кристаллы. По химизму полевой шпат характеризуется почти равными количествами натрия и калия при некотором преобладании последнего.

Химический состав породных типов массива представлен в табл. 1.

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории Сибирского Исследовательского Центра (г. Новокузнецк).

На диаграмме ТАС породы Елиновского массива локализируются или в поле умеренно-щелочных гранитов, или в поле – известково-щелочных гранитов и на границе указанных полей (рис. 1). При этом в ультракислых разностях чаще появляются породы нормальной известково-щелочной серии.

В отличие от диаграммы ТАС, на диаграмме Л.В. Бородина (рис. 2), – породы Елиновского массива попадают в поле высоко щелочной серии (рис. 2).

Таблица 1

Химический состав пород Елиновского массива (масс. %)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FEO	MNO	MGO	CAO	NA ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	PPP	SUMMA
76,82	0,07	11,95	0,82	1,86	0,03	0,2	0,1	3,86	4,32	0,03	0,02	100,08
78,02	0,06	11,59	0,69	1,93	0,03	0,2	0,09	6,41	0,95	0,03	0,21	100,21
77,04	0,06	12,03	0,52	1,33	0,03	0,2	0,16	4,11	4,18	0,03	0,22	99,91
76,27	0,06	12,08	0,38	1,73	0,03	0,2	0,22	3,96	4,17	0,03	0,23	99,36
76,03	0,11	12,08	1,52	1,22	0,01	0,4	0,22	3,82	4,1	0,02	0,35	99,88
75,83	0,11	12,27	0,86	1,73	0,03	0,2	0,1	4	4,49	0,03	0,18	99,83
75,69	0,16	11,54	2,33	1,21	0,06	0,22	0,34	3,64	4,2	0,02	0,4	99,81
75,69	0,1	12,28	1,1	1,73	0,12	0,2	0,07	3,91	4,25	0,03	0,21	99,69
74,33	0,17	13,03	1,21	1,4	0,04	0,2	0,11	3,99	4,96	0,03	0,36	99,83
71,21	0,21	14,47	2,32	1,26	0,09	0,2	0,13	5,42	4,1	0,03	0,52	99,96
77,67	0,09	11,4	0,94	1,2	0,03	0,1	0,08	3,82	4,6	0	0,06	99,99
76,39	0,1	11,99	1,35	0,77	0,01	0,01	0,01	3,79	4,8	0,01	0,34	99,57

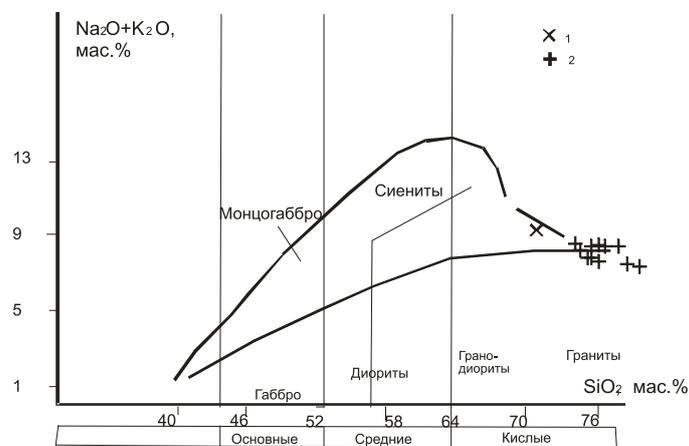


Рис. 1. Петрохимическая диаграмма TAS диагностики горных пород в координатах SiO₂ – (Na₂O+K₂O) для пород Елиновского массива: Граниты умеренно-щелочные 1 фазы; 2 – умеренно-щелочные и известково-щелочные лейкограниты 2 фазы

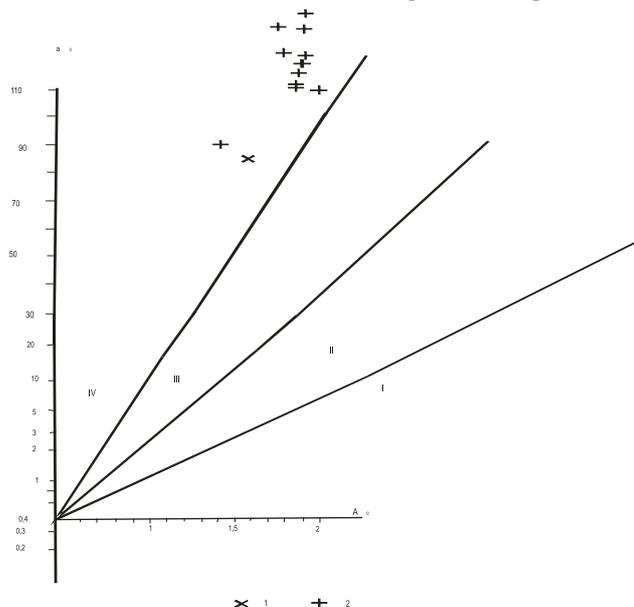


Рис. 2. Диаграмма A_c – a₀ [1] для пород Елиновского массива. Петрохимические серии пород по Л.В. Бородину: I – известково-щелочная; II – умеренно-щелочная; III – щелочная, IV – высоко-щелочная. Остальные условные см. на рис. 1

На диаграмме R_1 – R_2 породные типы Елиновского массива попадают в разные поля: рибекитовые граниты I фазы – в поле позднеорогенных пород, а умеренно-щелочные и известково-щелочные лейкограниты – в поля анорогенных и синколлизийных гранитов (рис. 3).

В щелочных гранитах Елиновского массива цирконы плоские изометричные, часто лепешковидные, около 20% – суби-

диоморфные. Цвет желтоватый, розоватый до красно-бурого и коричневого. Нередки ювелирные гиацинты. Цирконы содержат много включений, зональность их грубая. По 10 замерам в цирконах получен возраст 369 ± 10 млн лет (поздний девон) (рис. 4.). Содержание урана и тория в них в два раза выше, чем в Топольнинском и Караминском массивах ($U = 456$ – 1102 г/т, $Th = 180$ – 639 г/т, отношение $Th/U = 0,31$ – $0,60$).

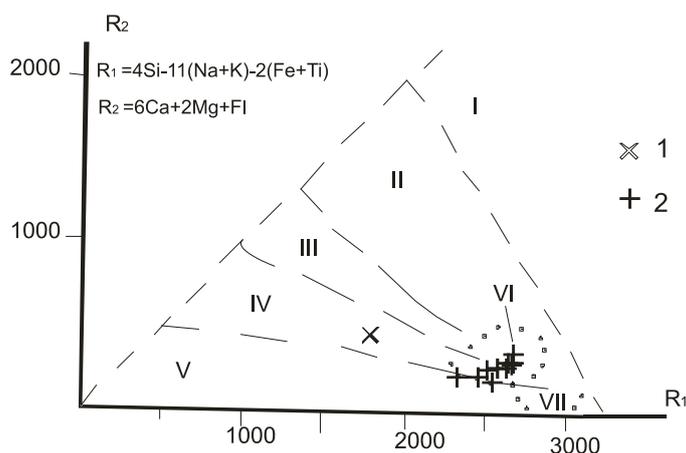


Рис. 3. Диаграмма R_1 – R_2 по [4] для пород Елиновского массива.

Поля на диаграмме: I – мантийные плагитограниты, II–VII – гранитоиды островодужные (II), постколлизийных поднятий (III), позднеорогенные (IV), анорогенные (V), синколлизийные (VI), посторогенные (VII). Остальные условные см. на рис. 1

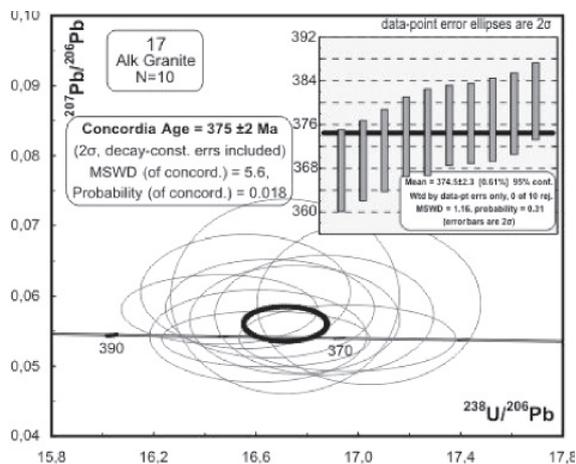
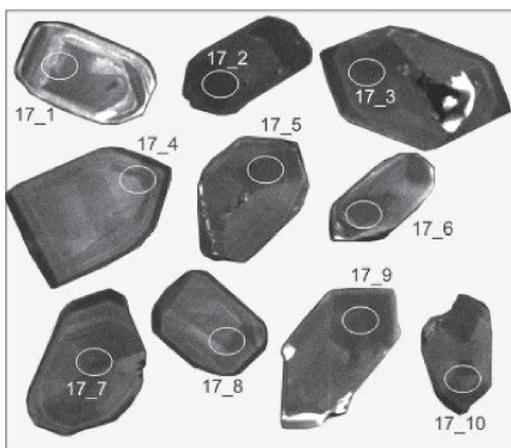


Рис. 4. Морфология кристаллов циркона, по которым определён абсолютный возраст и диаграмма U - Pb отношений с конкордиями для циркона на кривой возраста для рибекитовых лейкогранитов Елиновского массива

Описания циркона выполнены Н.Г. Бережной. Локальный U - Pb анализ циркона проведен по классической методике [5] на вторично-ионном масспектрометре (SIMS) SHRIMP II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (аналитики А.Н. Ларионов, Е.Н. Лепехина, Н.В. Родионов, И.П. Падерин). U - Pb отношения нормализовались на значение 0.0668, приписанное стандартному циркону TEMORA. Погрешности из-

мерений единичных анализов приведены для интервала 1σ , погрешности вычисленных конкордантных возрастов и пересечений с конкордией – на уровне 2σ . Графики строились с использованием программы ISOPLOT/EX.

В процессе проведения работ по НИР нами получены новые данные по химизму Елиновского массива. Представительные анализы породных типов представлены в табл. 2.

Таблица 2
Представительные анализы породных типов Елиновского массивов (оксиды в масс. %, элементы – в г/т)

Оксиды и химические элементы	1	2	3	4
1	2	3	4	5
	71,25	75,4	76,1	76,0
SiO ₂	0,22	0,08	0,08	0,08
TiO ₂	14,50	12,4	12,3	12,9
Al ₂ O ₃	2,35	1,49	1,15	0,91
Fe ₂ O ₃	1,25	0,94	0,79	0,63
FeO	0,10	0,05	0,03	0,02
MnO	0,23	0,18	0,07	0,05
MgO	0,15	0,43	0,47	0,43
CaO	5,45	4,34	4,36	4,26
Na ₂ O	4,12	4,27	4,28	4,63
K ₂ O	0,15	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Сумма	99,99	100	100	100
V	12,1	10,7	10,9	10,9
Cr	35,5	20,3	21,5	34,6
Co	2,1	1,04	1,39	1,43
Ni	2,2	2,05	2,99	1,83
Cu	4,5	1,95	2,25	3,27
Zn	145	163	149	112
Rb	250	246	226	141
Sr	275	1,85	1,95	5,11
Nb	35,1	23,8	25,9	17,7
Cs	7,7	2,89	4,66	1,35
Ba	204	17,1	24,9	186
Pb	19,5	5,8	16,5	6,83
Th	15,1	14,0	27,5	15,6
La	41,5	29,3	40,5	39,7
Ce	90,2	72,3	88,9	71,3

Геохимическая специализация на указанные элементы реализована и в металлогеническом профиле оруденения, связанного с этим массивом. В контакте Еиновского сателлита выявлено *Елиновское флюорит-редкоземельное проявление* [2, 3]. Участок Елиновского проявления находится на водоразделе рек Баблайка и Щebetы. В 300 м от вершины горы с отметкой 1174.2 м по азимуту 45°. Выявлено оно в 1957 г. А.В. Кривчиковым. В 1958 году здесь было пройдено 14 канав, вскрывших оруденение. Рудная зона приурочена к контакту среднезернистых рибекитовых гранитов Елиновского массива с известняками куимовской свиты верхнего силура. Граниты вблизи контакта каолинизированы, окварцованы и обохрены по трещинам. Известняки скарнированы

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Pr	12,1	7,83	11,9	10,5
Nd	46,8	26,6	45,1	38,4
Sm	12,4	4,48	12,1	9,25
Eu	0,87	0,11	0,44	0,7
Gd	11,9	2,77	12,1	9,1
Tb	2,15	0,38	2,12	1,49
Dy	15,1	2,54	14,6	9,72
Ho	3,21	0,63	3,08	2,14
Er	10,2	2,15	9,03	6,25
Tm	1,78	0,55	1,41	1,03
Yb	10,2	3,89	9,4	6,39
Lu	1,41	0,63	1,34	0,98
Y	90,5	12,2	83,2	62,0
Σ РЗЭ	350,32	166,36	335,22	268,95
Ga	31,5	22,6	21,6	20,1
Zr	554	248	464	359
Sc	2,5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hf	16,7	8,0	15,3	9,13
Ta	12,9	1,36	2,41	1,52
Mo	1,1	0,75	0,86	1,66
Sb	0,3	0,25	0,2	0,32
Sn	5,9	3,34	4,06	2,63
Be	4,5	3,67	4,73	3,79
W	1,3	0,73	0,89	0,6
U	6,3	4,54	6,27	3,83
Li	171,0	114,0	169,0	10,9
Ag	0,05	0,018	0,045	0,025

Примечание. Силиктный анализ выполнен в лаборатории ВСЕГЕИ. Определения редких элементов выполнены эмиссионной спектрометрией с индуктивно-связанной плазмой на спектрометре «ОПТИМА-4300», для Cu, Zn, Pb, Li, – методом ISP-AES (аналитик Э.Г. Червякова), остальные элементы, в том числе РЗЭ – методом ISP-MS в той же лаборатории (аналитики В.А. Шишлов, В.Л. Кудряшов). ΣРЗЭ – сумма редкоземельных элементов.

и мраморизованы. Скарновая ассоциация представлена гранатом, пироксеном, эпидотом, везувианом. В скарнированных известняках наблюдается серия кварцевых, кварц-карбонатных и кварц-флюоритовых жил. Простираение жил северо-западное (285–300°), падение северо-восточное под углами 45–90°. Мощность жил до 0,8 м. Они прослеживаются по простиранию на первые десятки метров. В отдельных жилах флюорит составляет до 50% объема породы. Иногда в кварце наблюдается мелкая, довольно редкая вкрапленность галенита и сфалерита. Минеральной формой редкоземельных элементов являются поликраз, фергусонит и малакон, локализующиеся в измененных гранитах и флюорит-кварцевых жилах. Размеры вкрапленности 1–2 мм.

Рентгеноспектральный анализ каолинизированного гранита дал следующие результаты: Y – 0,01–0,03%, Yb – 0,01–0,03%. В альбитизированных гранитах проявлено ураново-смолковое оруденение с содержаниями урана от 0,1 до 1,5%. Спектральный анализ бороздовых проб по кварцу с сульфидами показал наличие Pb до 0,3–1%, Zn до 1%.

Впоследствии (Кузнецов, 1990) при обследовании канав видимой минерализации не обнаружено. Опробованию были подвергнуты скарнированные известняки, кварц-флюоритовые и кварц-карбонатные породы. Повышенное содержание элементов встречено лишь в измененных гранитах: Zr – 0,1%, Nb – 0,005%, Ga – 0,001%, Y – 0,01%, Yb – 0,002%. Повышенной радиоактивностью до 65 мкр/ч на фоне 25 мкр/ч обладают дайки рибекитовых гранитов мощностью до 0,3 м и измененные граниты по зонам дробления. В первом случае в дайках повышенная радиоактивность, связанная с малаконом (малакон – дипирамидальная разновидность циркона с повышенными содержаниями U, TR, Th; содержание U 0,8–1%, Th – 0,3% по рентгеноспектральному анализу), а во втором случае природа радиоактивности не выяснена. Местами в дайках наблюдается малакон в виде густой вкрапленности. Размер зерен малакона до 0,5 см. Местами отмечается густая вкрапленность циркона размерами от 0,5 до 2 мм. Химическим анализом в гранитах установлена диоксид Zr до 0,76%.

Другим, близким по составу проявлением, связанным с рибекитовыми гранитами, является проявление *Аскатинское*. Оно располагается в северном экзо- и эндоконтакте

Аскатинского массива. Оруденение проявлено в метасоматически окварцованных и альбитизированных породах (местами представляющих настоящие альбититы), в которых установлена ниобиево-редкоземельная минерализация в виде иттриалита и фергусонита, образующих тонкую вкрапленность размерами 1–2 мм. Содержания в зоне иттрия составляют (%) 0,01–0,05, иттербия 0,01–0,04.

В 2012 году в мощной дайке рибекитовых лейкогранитов обнаружено штокверковое оруденение урана в виде прожилков и вкрапленности кварца с урановой смолкой. Протяжённость штокверка более 100 м, мощность от 3 до 15 м. Содержание урана в зоне варьирует от 0,1 до 1,5%.

Таким образом, породы Елиновского массива имеют позднедевонский возраст по уран-свинцовому датированию методом SHRIMP II. В составе массива щелочные роговые обманки, однозначно определяют гранитоидные породы как щелочные, относящиеся к анорогенному типу. Металлогения Елиновского массива – уран-редкоземельная: скарновая флюорит-редкометалльно-редкоземельная и урановая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородин Л.С. Геохимия главных серий изверженных пород. – М.: Недра, 1981. – 230 с.
2. Гусев А.И., Гусев Н.И. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – №8. – С. 16–19.
3. Гусев А.И., Гусев Н.И., Красова А.С. // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 222–226.
4. Batchelor R.A., Bowden P. // Chemical Geology. – 1985. – Vol. 48. – P. 43–45.
5. Williams I.S. // Rev. in Econ. Geology. – 1998. – № 7. – P. 1–35.

УДК 55(1/9):550.4: 553.3/4

РОЛЬ ЛЕТУЧИХ КОМПОНЕНТОВ В ФОРМИРОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ**Гусев А.И.***Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бииск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Показана важнейшая роль летучих компонентов в формировании различных типов эндогенного оруденения: медно-молибден-порфировых, золото-черносланцевых, жильных золото-сульфидно-кварцевых, вольфрамовых штокверковых, вольфрамовых скарновых и других редкометалльных систем. Установлены высокие парциальные давления летучих компонентов во флюидах и признаки абиссальной фации глубинности для гигантских магмо-рудно-метасоматических систем. Показана важная роль мантийно-корового взаимодействия при формировании рудогенерирующего магматизма, с которым связано оруденение.

Ключевые слова: летучие компоненты, флюиды, параметры флюидного режима, парциальное давление, фугитивность, хлор, фтор, углекислота, вода, золото, медь, молибден, вольфрам, бериллий, литий

ROLE OF VOLATILE COMPONENTS IN FORMING OF DIFFERENT TYPES ENDOGENETIC OF ORE MINERALIZATION**Gusev A.I.***The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru*

The important role of volatile components in forming of different type of endogenetic ore mineralization showed: copper-molybdenum-porphyrates, gold-black-shales, lodes gold-sulfide-quartz, tungsten stockwork, tungsten skarns and other rare metals systems. High partial pressure of volatile components in fluids and signs of abyssal facies of deep for giant magma-ore-metasomatic systems arrange. The important role of mantle-crust in forming ore generating magmatism with it is related ore mineralization.

Keywords: volatile components, fluids, parameters of fluid regime, partial pressure, fugacity, Cl, F, CO₂, H₂O, Au, Cu, Mo, W, Be, Li

Многие летучие компоненты играют важнейшую роль в становлении магм различной кислотности. Такие летучие компоненты, как F, Cl, P, B, H₂O оказывают значительное влияние на эволюции гранитных магм, гранитных пегматитов, температур солидуса и ликвидуса расплавов, вязкости силикатных расплавов, кристаллизационной последовательности образования минералов, а также на поведение рассеянных, рудных и редких элементов и их разделении между флюидом и расплавом. Актуальность проведенных исследований не вызывает сомнений, так как летучие компоненты магм различных регионов Мира обеспечивают формирование многих типов эндогенного оруденения [1, 2, 3, 4, 5]. **Цель исследования** – обобщить авторские и опубликованные данные о роли летучих компонентов в генерации магм и связанного оруденения.

Результаты исследований

Значительная роль летучих компонентов и флюидного режима отмечена для порфирового оруденения разного состава: медно-порфирового, молибден-порфирового, медно-молибден-порфирового, медно-золото-порфирового [6]. Параметры некоторых летучих компонентов и термодинамические условия флюидов для порфировых магмо-рудно-метасоматических систем (МРМС) приведены в табл. 1.

Порфировые системы характеризуются сложной эволюцией изменения параметров температур и давлений, кислотности и щёлочности среды, окисленности и восстановленности, флюидного режима, оказывающих влияние на их продуктивность. Увеличение парциальных давлений и летучестей углекислоты, повышение восстановленности флюидов заключительных фаз функционирования порфировых систем, резкое увеличение концентраций HF во флюидах можно связывать с открытостью систем по фтору, углекислоте и другим летучим компонентам, которые приносились в глубинные магматические очаги трансмагматическими растворами из мантии с участием плюмтектоники. Следовательно, для формирования крупных порфировых магмо-рудно-метасоматических систем (МРМС) необходимо несколько условий: 1 – резкая нестабильность литосферы и астеносферы; 2 – мощный импульс магмо-флюидодинамических систем астеносферы и более глубоких сфер с участием плюмтектоники.

Более крупным по запасам системам свойственны открытые условия по фтору, углекислоте, воде, на заключительных стадиях развития которых осуществлялся привнос летучих компонентов трансмагматическими флюидами всех основных ингредиентов и заимствование вадозной воды при контаминации родоначальной мантийной магмой

корового материала. Золото-обогащённым порфировым системам свойственны повышенные содержания и фугитивности со-

ляной кислоты относительно других флюидных компонентов, таких как плавиковая кислота, борные соединения и другие.

Таблица 1

Параметры флюидного режима некоторых порфировых систем (фугитивности и парциальные давления даны в килобарах)

МРМС, местоположение	T	f O ₂	f HF	f H ₂ O	p H ₂ O	p CO ₂	M _{HF}	K _{вос}	y
<i>Анорогенные</i>									
Сора, Кузнецкий Алатау	700	-7,1	-0,2	1,3	1,5	1,5	0,0153	0,11	190,5
	750	-5,0	-2,9	1,1	1,3	0,7	0,0878	0,18	191,4
Хендерсон, Колорадо, США	850	-2,5	-0,2	3,2	1,1	0,6	0,0152	0,12	185,6
	550	-3,9	-0,7	3,8	1,4	0,9	0,0703	0,10	184,4
Клаймакс, Колорадо, США	860	-2,7	-0,3	3,1	1,2	0,8	0,0134	0,13	186,1
	610	-3,1	-0,6	3,9	1,7	1,2	0,820	0,11	183,2
Каджаран, Малый Кавказ	930	-7,1	-2,68	1,12	1,1	1,8	0,0297	0,41	189,9
	870	-8,4	-2,98	1,54	1,6	2,3	0,0355	0,53	191,8
<i>Активных континентальных окраин</i>									
Санта-Рита Нью-Мексико, США	745	-13,8	-1,3	1,0	1,2	0,8	0,0037	0,13	189,6
	780	-12,6	-1,5	0,9	1,0	0,7	0,0702	0,12	188,7
	650	-13,6	-0,8	1,2	1,1	1,3	0,0930	0,18	190,8
Бингхем, Провинция Бассейнов и Хребтов, США	910	-3,6	-2,8	1,1	1,2	1,8	0,0174	0,14	188,8
	860	-5,4	-3,2	1,6	1,9	2,3	0,0906	0,34	192,6
Жирекен, Восточное Забайкалье	860	-6,8	-3,0	0,7	0,8	0,9	0,0088	0,64	186,2
	880	-8,0	-3,1	0,8	0,91	1,1	0,0184	0,68	188,1
Чукикамата, Чили	880	-5,5	-2,6	1,3	1,1	1,0	0,0075	0,19	187,2
	720	-6,3	-3,1	1,7	1,9	1,8	0,0970	0,33	190,7
Кульбич, Горный Алтай	590	-10,5	-3,8	0,4	2,4	0,6	0,0386	0,08	196,8
<i>Орогенные</i>									
Аксуг, Тува	770	-6,8	-2,6	0,9	0,95	1,05	0,0493	0,21	187,3
	870	-7,5	-1,8	0,8	0,75	0,8	0,0065	0,18	185,4
Эль-Сальвадор, Чили	890	-8,6	-0,5	2,3	1,8	1,7	0,0475	0,22	187,4
	780	-9,7	-0,1	2,5	2,2	2,5	0,0956	0,33	191,2
Эрдэнуин-Обо, Монголия	810	-5,5	-0,2	2,7	1,9	1,6	0,0112	0,21	186,5
	740	-7,3	-0,1	2,5	2,1	2,2	0,0052	0,30	190,3
<i>Островодужные</i>									
Бошекуль, Казахстан	820	-7,7	-3,04	0,76	0,92	1,02	0,0171	0,37	188,4
	770	-8,9	-2,1	1,2	1,7	2,1	0,0450	0,43	190,6
Салаватская, Урал	910	-8,5	-3,5	1,2	1,1	1,3	0,0205	0,54	186,3
	850	-9,5	-2,1	1,5	1,6	1,9	0,0340	0,61	188,2

Примечание: T, °C – температура кристаллизации пород; f O₂, f H₂O – фугитивности кислорода и воды, соответственно, в 10² кПа; p H₂O, p CO₂ – парциальные давления воды и углекислоты, соответственно, в 10² кПа; K_{вос} – коэффициент восстановленности флюидов по Ф.А. Летникову; y – потенциал ионизации биотита по В.А. Жарикову.

Большую роль в составе и особенностях поведения летучих компонентов в расплавах имеют процессы контаминации мантийными магмами корового материала. Особенно это заметно для рудогенерирующего магматизма, внедряющегося в углерод-содержащие толщи. Такие магмы относятся к сильно-восстановленным и контаминированным I-типам. Это особенно важно для золоторудных МРМС. Наибольшая степень контаминации корового материала магмами мантийной природы отмечается для золото-черносланцевого оруденения, где происходит максимальная контаминация корового

материала, представленного черносланцевыми образованиями с повышенным содержанием углерода. Такие магмы переходят из окисленных в разряд сильно восстановленных и контаминированных. Супергигантские и гигантские месторождения мирового класса такие, как Мурунтау, Бакырчик, Олимпиада, Сухой Лог и другие характеризуются и повышенными значениями восстановленности флюидов за счёт обогащения углеродом вмещающих толщ [6]. На этапе становления даек пёстрого состава от долеритов до гранит-порфиров отмечается та же закономерность увеличения концентраций

золота и сопутствующих металлов в конечных кислых дифференциатах. Однако для гранитоидных дайковых образований характерны более высокие концентрации, пар-

циальные давления и фугитивности фтора, углекислоты, воды (табл. 2), указывающие на открытость систем по фтору и углекислоте и участие трансмагматических флюидов.

Таблица 2

Параметры флюидного режима I-типов гранитоидов Алтае-Саянской складчатой области (фугитивности и парциальные давления в барах)

Рудно-магматические системы, породы	<i>n</i>	T, °C	lg fO ₂	f H ₂ O	pH ₂ O	pCO ₂	lgfO ₂ /fH ₂ O	lgfHF/fHCl	<i>k</i>	<i>y</i>
<i>Кузнецкий Алатау</i>										
Берикульская										
Гранодиориты	7	780	-14,7	1,7	2,3	1,9	-17,7	-3,5	0,66	193,4
Федоровская										
Гранодиориты	6	770	-14,3	1,1	1,4	1,6	-17,3	-4,0	0,68	193,2
Натальевская										
Гранодиориты	8	780	-12,4	0,96	1,2	1,3	-15,5	-3,6	0,37	187,4
Центральнинская										
Гранодиориты	7	740	-13,5	1,06	1,28	1,22	-16,5	-3,2	0,62	191,6
Диориты кварц.(дайки)	3	750	-13,6	1,4	1,55	1,83	-16,6	-3,5	0,72	190,3
<i>Салаир</i>										
Кварцитовая Сопка										
Гранодиориты	5	850	-5,0	0,42	0,51	0,49	-8,2	-3,9	0,12	190,9
<i>Горная Шория</i>										
Майская										
Тоналиты	7	730	-13,5	2,1	3,2	1,9	-15,1	-3,0	0,60	191,4
Монцониты (дайки)	6	725	-13,8	2,5	4,0	3,1	-16,8	-2,9	0,78	191,6
<i>Тува</i>										
Тарданская										
Гранодиориты	12	705	-11,2	0,42	0,50	0,50	-14,3	-3,6	0,24	189,3
Монцодиориты (Зубов)	3	760	-8,5	0,30	0,31	0,29	-11,5	-3,4	0,21	187,5
<i>Восточный Саян</i>										
Зун-Холбинская										
Тоналиты	6	800	-10,1	0,76	0,92	1,1	-13,1	-2,9	0,32	193,2
Гранит-аплиты (дайки)	4	720	-15,2	3,45	5,0	2,0	-18,2	-2,3	0,81	199,9
Ольховская										
Гранодиориты	9	700	-16,1	0,38	0,45	0,35	-19,1	-2,7	0,70	191,0
<i>Горный Алтай</i>										
Синюхинская										
Тоналиты	15	840	-4,9	0,9	1,1	1,3	-7,9	-3,8	0,12	190,3
Гранодиориты (дайки)	9	845	-4,8	1,2	1,7	1,8	-7,8	-3,9	0,14	190,6
Гранодиориты (Арганак)	6	830	-4,9	0,5	0,7	0,5	-7,9	-3,9	0,10	188,6
Ульменская										
Монцониты кварцевые	8	785	-13,5	3,1	4,5	2,1	-17,5	-3,3	0,70	189,3
Сиениты	5	790	-14,1	3,3	4,8	3,5	-17,1	-3,5	0,72	189,2
Югалинская										
Монцониты (дайки)	5	760	-4,1	1,7	2,7	1,9	-7,1	-2,9	0,09	189,8
Сиениты (дайки)	4	710	-10,5	2,1	3,6	4,4	-13,5	-2,9	0,27	189,1
Чойская										
Гранодиориты	11	645	-15,0	0,47	0,56	0,55	-18,0	-2,7	0,55	189,0
Керсантиты (дайки)	9	670	-12,5	0,9	1,4	3,6	-15,5	-2,9	0,58	188,7
Караминская										
Лейкограниты	8	610	-12,4	0,5	0,61	0,87	-17,4	-2,4	0,18	191,8
Гранодиориты (дайки)	6	680	-13,0	0,7	0,85	1,05	-17,0	-2,5	0,57	190,4
Сиениты (дайки)	3	730	-12,1	2,2	2,5	3,7	-15,1	-2,7	0,40	189,8

Примечания: *n* – количество проб биотита; остальные условные см. табл. 1.

Им свойственны и более высокие значения восстановленности флюидов, что указывает на подток более редуцированных мантийных ингредиентов в промежуточные магматические очаги. Становление дайковых серий происходило или из остаточных расплавов глубинных магматических очагов, или в результате поступления новых порций базальтоидных расплавов и флюидов мантийной природы в первоначальные глубинные очаги. В пользу последнего предположения говорят дайки долеритов и лампрофиров Синюхинской и других МРМС, являющиеся поздними поступлениями из более глубоких мантийных источников. Происходил подток новых порций базальтоидной магмы, последующей контаминации корового материала на путях

движения расплавов и значительного его обводнения. Только высокие концентрации водной фазы и обилие других летучих компонентов (хлора, фтора, бора, углекислоты) могли обеспечивать селекционирование металлов и золота из расплавов и их транспортировку в зоны рудоотложения, а это свойственно более поздним выплавкам кислот по составу магм.

Показательны данные по летучим компонентам во флюидах для гигантских месторождений золота. Параметры флюидного режима для рудогенерирующих гранитоидов типичных представителей золото-черносланцевого оруденения и жильно золото-сульфидно-кварцевого, приуроченного к зеленокаменному поясу приведены в табл. 3.

Таблица 3
Некоторые параметры флюидного режима гигантских золоторудных МРМС

Параметры флюидного режима	1	2	3	4	5
T, °C	910	920	900	890	900
fO ₂	-13,3	-14,8	-12,4	-13,6	-14,3
fHF	2355	2456	3225	3116	3872
pH ₂ O	2450	2345	2820	2610	3550
pCO ₂	2560	3100	2950	2390	3728
lgfHF/lgfHCl	-2,1	-1,7	-2,25	-2,14	-1,55
K _{вос}	0,65	0,67	0,71	0,77	0,85
M _{HF}	0,012	0,076	0,023	0,084	0,112

Примечание. T, °C – температура кристаллизации; lg fO₂ – логарифм фугитивности кислорода; fHF, fH₂O – фугитивности плавиковой кислоты и воды; pH₂O, pCO₂ – парциальное давление воды и углекислоты; K_{вос} – коэффициент восстановленности флюидов; M_{HF} – концентрации плавиковой кислоты во флюидах в моль/дм³; МРМС Киркленд Лейк 1 – Интрузия; 2 – дайка гранит-порфира; МРМС Мурунтау; 3 – гранодиориты Сардаринского массива; 4 – дайка сиенитов; 5 – дайка гранодиорит-порфиров.

Для обоих типов МРМС реставрируются очень высокие значения общего давления при их кристаллизации, а также флюидов, что свойственно абиссальной фации глубинности становления рудогенерирующих гранитоидов. Характерны более высокие значения восстановленности флюидов и концентрации M_{HF} в постгранитных дайках, указывающие на подток более глубоких трансмагматических флюидов при их формировании.

Давление в очаге системы при формировании лейкогранитов и даек оценено в пределах 6–9 МПа (по соотношениям Al^{VI} к Al^{IV} в биотитах), указывающее на абиссальную фацию магматитов

Редкометалльное оруденение Горного Алтая (вольфрам, молибден, бериллий, литий, тантал, ниобий, олово) связано с редкометалльными гранитоидами щелочного

ряда, плюмазитовыми редкометалльными лейкогранитами и палингенными гранитами известково-щелочного ряда [4, 5]. Для них оценены некоторые параметры флюидного режима (табл. 4).

Редкометалльные гранитоиды щелочного ряда кристаллизовались при температурах 650–850 °C и широком варьировании фугитивностей кислорода, воды и парциальных давлений углекислоты и воды. К Калгутинской рудно-магматической системе приурочено самое крупное в регионе по запасам молибден-вольфрамовое месторождение.

Плюмазитовые редкометалльные лейкограниты, с которыми связано оруденение лития, тантала, ниобия, формировались при самых низких температурах (530–550 °C) и значениях фугитивностей кислорода и воды. Этим параметрам отвечает максимальная восстановленность

флюидов (табл. 3). Для гранитоидов Алахинского месторождения (литий, тантал, ниобий) в группе плюмазитовых лейкогранитов свойственны максимальные величины фугитивности воды при минимальных значениях температур кристаллизации, фугитивностей кислорода, отношений фугитивностей кислорода и воды, парциальных давлений углекислоты. Палингенные граниты известково-щелочного ряда в отличие

от предыдущей группы кристаллизовались при более широком диапазоне температур (690–800 °С). Для них характерны повышенные значения фугитивности кислорода и логарифма отношений фугитивности кислорода и воды и сравнительно низкие показатели парциального давления углекислоты. С этими гранитоидами связаны небольшие по масштабам месторождения вольфрама, молибдена и бериллия.

Таблица 4

Некоторые параметры флюидного режима редкометалльных гранитоидов Горного Алтая (давление и фугитивность даны в барах)

Массивы, фазы	T, °C	lg fO ₂	f H ₂ O	P H ₂ O	K	Lg fHF/fHCl
<i>Горный Алтай</i>						
<i>Редкометалльные гранитоиды щелочного ряда</i>						
Калгутинский I ф	680	-12,1	231	400	0,47	-2,35
Калгутинский II ф	690	-8,1	417	550	0,24	-0,92
Дайки эльванов	650	-2,0	415	540	0,22	-0,81
Осокинский	805	-4,1	488	820	0,06	-3,11
Кольванский	850	-5,1	330	470	0,08	-2,62
Турочакский	710	-8,0	427	490	0,18	-2,5
Цыганский	730	-8,0	390	480	0,18	-1,6
Бабырганский	840	-5,1	271	450	0,13	-2,61
<i>Плюмазитовые редкометалльные лейкограниты</i>						
Алахинский	530	-18,0	349	580	0,65	1,52
Каракольский	550	-15,1	310	465	0,57	0,51
Джудалю	545	-16,1	267	600	0,51	0,49
Чиндагатуйский	550	-15,8	305	520	0,55	0,50
<i>Палингенные граниты известково-щелочного ряда</i>						
Мяснухинский	675	-8,9	220	450	0,30	-2,78
Тагарский	800	-3,9	235	460	0,21	-1,61
Шибетинский	700	-2,9	420	610	0,12	-0,85
Белокурихинский	690	-2,1	210	360	0,11	-1,28

Примечание: T, °C – температура кристаллизации гранитоидов; lg fO₂ – логарифм фугитивности кислорода; f H₂O – фугитивности воды; P H₂O – парциальное давление воды; lg fHF/fHCl – логарифм отношений фугитивности плавиковой и соляной кислот; K – коэффициент восстановленности флюидов.

Выводы

Таким образом, роль летучих компонентов в магматогенных флюидах для формирования различных типов оруденения в различных регионах весьма велика. Для гигантских месторождений характерны признаки абиссальной фации глубинности и высокие парциальные давления летучих компонентов. В формировании гигантских месторождений важная роль принадлежит мантийным процессам, связанным с функционированием плюмов и мантийно-коровым взаимодействием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев А.И., Гусев Е.А. Некоторые петрохимические особенности золотоносных гранитоидов Алтае-Саянской складчатой области // Руды и металлы. – 2000. – № 5. – С. 25–32.

2. Гусев А.И. Петрология редкометалльных магматогенно-метасоматических систем Горного Алтая // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2005. – № 4. – Т. 307. – С. 43–47.

3. Гусев А.И., Гусев Н.И. Магмо-флюидодинамическая концепция эндогенного рудообразования на примере Горного Алтая и других регионов // Региональная геология и металлогения. – 2005. – № 23. – С. 119–129.

4. Гусев А.И. Эпитермальное оруденение благородных металлов Горного Алтая и Горной Шории // Известия Томского политехнического университета. Томск. – 2005. – Т. 308. – № 3. – С. 32–35.

5. Гусев А.И. Петрология и флюидный режим порфирировых систем // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 6. – С. 16–19.

6. Гусев А.И., Гусев Н.И. Флюидный режим и петрология шшонитовых гранитоидов супергигантского золоторудного месторождения Мурунтау // Фундамент. исследования. – 2012. – № 6 (часть 1). – С. 13–18.

УДК 552.11: 552:551:550.42

АПАТИТ-МАГНЕТИТОВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА

Гусев А.И., Гусев Н.И.

*Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина,
Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru*

Приведены данные по апатит-магнетитовому оруденению типа Кируна-Ваара на территориях России, Казахстана и северо-западного Китая. В рудах выявлены повышенные концентрации германия и редких земель. Высокие концентрации германия и редких земель установлены также в минералах, слагающих руды (апатитах, магнетитах) апатит-ассоциирующих агрегатах. В рудах апатит-магнетитовых месторождений установлены и собственно редкоземельные минералы (ортит, ксенотим). Рудоформирование проходило в условиях высокой насыщенности флюидами, и в первую очередь, фтором. Выявлен тетрадный эффект фракционирования редкоземельных элементов (РЗЭ) W-типа, протекающего при участии высоководных флюидов, обогащённых фтором, бором и другими летучими компонентами.

Ключевые слова: руды, апатит, магнетит, ортит, ксенотим, тетрадный эффект фракционирования РЗЭ, флюиды, летучие компоненты

APATITE-MAGNETITE ORE MINERALIZATION OF WESTERN PART OF CENTRAL-ASIA FOLDED BELT

Gusev A.I., Gusev N.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail.ru

Data of apatite-magnetite ore mineralization type Kiruna-Vaara in the territories of Russia, Kazakhstan and north-western China lead. High concentrations of germanium and rare earth elements reveal in ores. High concentrations of germanium and rare earth elements established in minerals so, composing ores (apatites, magnetites) apatite-associating aggregates reveal. Proper rare earth elements minerals (orthite, xenotime) arranged in ores of apatite-magnetite deposits. Ore forming passed in conditions high saturating of fluids in first order by fluor. The tetrad effect fractionation of rare earth elements of W-type, flowing at participation high water fluids, enriching by fluor, boron and other components.

Keywords: ores, apatite, magnetite, orthite, xenotime, tetrad effect fractionation of rare earth elements TR, fluids, volatile components.

Апатит-магнетитовое оруденение имеет важную роль не только в добыче основного полезного компонента – железа, но и второстепенных ингредиентов руд – редкоземельных элементов, ванадия. Апатит-магнетитовые месторождения относятся к железо-оксидному медно-золоторудному классу месторождений (ЮСГ) типа Кируна-Ваара. **Цель исследования** – типизировать железо-оксидные медно-золоторудные объекты Центрально-Азиатского складчатого пояса.

Результаты исследования

Такое оруденение распространено в пределах Белоубинско-Сарымсактинской металлогенической области Центрально-Азиатского складчатого пояса (ЦАСП) (рис. 1). Типичным представителем ЮСГ-месторождений типа Кируна является *Холзунское месторождение* на границе России и Казахстана [1, 2, 3]. К этому же типу в западной части ЦАСП относятся месторождения: Волковское (Россия), Маркакульское (Казахстан), Абагонг, Мынку (Китай) [1]. Тип Кируна-Ваара определяется по своему прототипу – месторождениям железорудной провинции Кируна в северной Швеции как монометалльные, низко-Ti магнетит-апа-

титовые месторождения с невысокими содержаниями Au и Cu.

Эти месторождения по возрасту и генетически связаны с вмещающими их вулканическими и плутоническими породами. Железорудное оруденение связано с Na и Na-Ca метасоматозом, предвестником возможной Au-Cu минерализации как во внутрикратонной обстановке, так и в континентальных дугах. Железорудные тела могут служить благоприятной средой для формирования более поздней ЮСГ минерализации другого типа (например, типа Клонкарри).

Проанализирован состав магнетита исследуемых месторождений (табл. 1). Для месторождений Холзун, Маркакуль, Мынку определяется однородный состав магнетитов. Близки они и скарново-магнетитовым месторождениям Кузбасса. Отличие от скарново-магнетитовых объектов выявляется по соотношениям $100 \times V_2O_5/FeO_t$ и $100 \times TiO_2/FeO_t$ в магнетитах. По первому соотношению ($100 \times V_2O_5/FeO_t$) месторождения апатит-магнетитового типа отличаются значительно более высокими значениями (на целый порядок). Наоборот, соотношения $100 \times TiO_2/FeO_t$ в магнетитах апатит-магнетитовых в два раза ниже, чем в скарновых объектах Кузнецкого Алатау. Такие значения указан-

ных соотношений элементов характерны для вулканогенно-связанных железорудных месторождениях типа Кируна и отличаются

от континентальных вулканогенно-вмещающих месторождений, скарнов и других магматогенных месторождений железа.

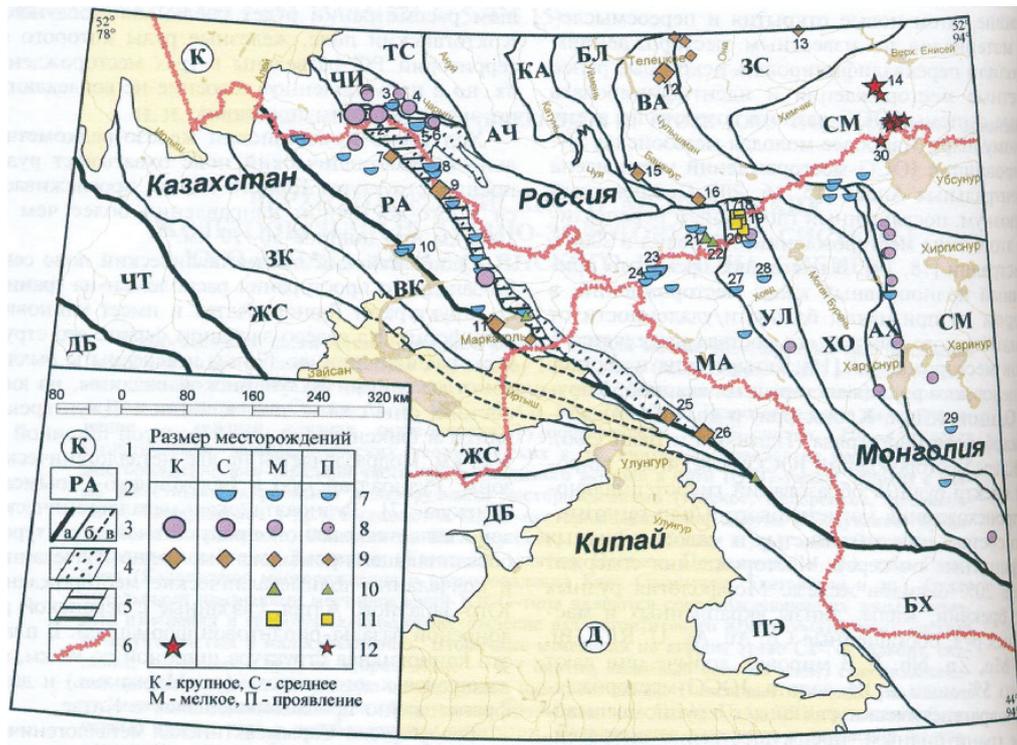


Рис. 1. Схема размещения оруденения IOCG в западной части Алтае-Саянского региона: 1 – мезо-кайнозойский чехол крупных впадин (К – Кулундинской; Д – Джун гаре кой); 2 – буквенное обозначение террейнов и супертеррейнов. Алтае-Монголо-Саянская складчато-глыбовая система: ЧИ – Чарышско-Инской; ТС – Талицко-Слюдянский; АЧ – Ануйско-Чуйский; КА – Кузнецко-Алтайский; БЛ – Балхашско-Лебедекой; ВА – Восточно-Алтайский; ЗС – Западно-Саянский; СМ – Саяно-Монгольский; МА – Монголо-Алтайский; УЛ – Улзгейский; ХО – Ховдский; АХ – Алтан-Хухэйский; Зайсаиская складчатая система: Рудно-Алтайский; ВК – Восточно-Калбинско-Фуюнский; ЗК – Западно-Калбинский; ЖС – Жарма-Саурский – Барун-Хурайский; ПЭ – Перкин-Эртайский; ЧТ – Чингиз-Тарбагатайская складчатая система; ДБ – Джунгаро-Балхашская складчатая система; 3 – тектонические границы; а – складчато-глыбовых систем; б – террейнов; в – скрытые под чехлом рыхлых отложений; 4 – Холзунско-Коктагайский железорудный пояс; 5 – Белоубинско-Сарымсактинская железорудная зона; 6 – государственные границы; 7 – вулканогенно-осадочные железорудные месторождения и проявления; IOCG – месторождения и проявления: 8 – скарнового типа; 9 – типа Кируна; 10 – типа Олимпик Дэм; 11 – типа Клонкэрри; 12 – типа Палаора. Тектоническая основа по [2; 6; 7; 22; 24]. Цифрами на схеме обозначены месторождения, упоминаемые в тексте: 1 – Белореикое; 2 – Инское; 3 – Кедровское; 4 – Чесноковское-1; 5 – Коргонское; 6 – Тимофеевское; 7 – Чесноковское-2; 8 – Коксинское; 9 – Холзунское; 10 – Бухтарминское; 11 – Маркакульское; 12 – Волковское; 13 – Малокарбайское; 14 – Карасугское; 15 – Кубадринское; 16 – Кокоринское; 17 – Каракульское; 18 – Асхатин; 19 – Пограничное; 20 – Озерное; 21 – Рудный Лог; 22 – Уландрыкское; 23 – Калгутинское; 24 – Водопадное; 25 – Абагун; 26 – Мынку

Из элементов-примесей в магнетитах наибольшее значение имеет германий, содержания которого в магнетитах апатит-магнетитовых месторождений варьируют: Холзунское месторождение – от 0,2 до 25 г/т, Маркакульское – от 0,5 до 21 г/т, Мынку – от 0,5 до 24 г/т. В рудах указанных месторождений средние содержания германия (г/т) составляют: Холзунское – 5,5, Маркакуль – 4,3, Мынку – 3,7. Такие повышенные

содержания германия в рудах характерны для типичных осадочных и метаморфизованных осадочных месторождений.

В последнее время выявлены перспективы апатит-магнетитовых руд на редкие земли, что на много повышает их перспективы. Наиболее детально изучены особенности распределения редких земель в рудах Холзунского месторождения.

Таблица 1

Составы магнетитов (масс. %) различных типов железорудного оруденения западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса

Оксиды и отношения	1	2	3	4	5*	6	7
SiO ₂	0,2	0,22	0,15	0,25	0,65	1,05	0,34
TiO ₂	0,38	0,31	0,30	0,30	0,25	0,52	0,72
Al ₂ O ₃	0,20	0,25	0,35	0,27	0,25	0,70	0,80
Fe ₂ O ₃	80,60	76,1	75,75	76,12	73,5	66,5	68,62
FeO	17,52	19,75	22,30	19,8	24,5	30,51	28,7
MnO	0,15	0,13	0,12	0,13	0,10	0,09	0,20
MgO	0,30	1,75	0,70	1,7	0,2	0,21	0,42
CaO	0,25	0,30	0,40	0,40	0,1	0,5	0,25
P ₂ O ₅	0,20	0,12	0,14	0,12	0,15	0,21	0,18
V ₂ O ₅	0,30	0,40	0,21	0,25	0,25	0,04	0,02
100×V ₂ O ₅ /FeO _t	0,306	0,417	0,21	0,26	0,26	0,041	0,0206
100×TiO ₂ /FeO _t	0,38	0,323	0,31	0,31	0,26	0,536	0,74

Примечание. Анализы выполнены в Лаборатории Испытательного Западно-Сибирского Центра (г. Новокузнецк); FeO_t – суммарное содержание трёхвалентного и двухвалентного железа. Апатит-магнетитовые месторождения: Холзунское месторождение: 1 – первая генерация, 2 – вторая генерация; Маркакульское (Казахстан): 3 – первая генерация, 4 – вторая генерация; 5 – магнетит месторождения Мынку (Китай); скарновые месторождения Кузнецкого Алатау: 6 – Табратское; 7 – Хайлеолское.

Геохимия редких земель минералов редких земель в минералах рудного поля Холзунского рудного поля. Концентрации приведены в табл. 2.

Таблица 2

Содержания редкоземельных элементов в минералах Холзунского рудного поля (г/т)

Элементы, отношения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Y	7562	5910	362,8	5,79	5,38	10,1	2,48	6,37	11,9	12,7	8,9	14,3	17,4	0,9
La	63224	3010	522,9	7,20	20,5	28,2	1,94	11,6	10,5	13,5	42,7	47,2	49,1	0,9
Ce	53626	7277	976,3	3,26	42,2	56,1	3,02	28,2	1,1	1,96	75,4	86,2	88,3	н\о
Pr	152	127	99,6	1,27	3,1	3,75	0,37	2,1	2,1	2,3	6,6	7,8	7,9	0,14
Nd	778	575	359,9	4,55	10,7	12,2	1,44	7,8	8,1	9,4	22,1	31,2	30,8	0,6
Sm	126	82,3	61,1	0,82	1,55	1,77	0,34	1,52	1,95	2,2	3,43	5,3	4,82	0,12
Eu	101	77	10,5	0,17	0,22	0,33	0,06	0,38	0,6	0,62	0,8	1,2	1,2	0,02
Gd	185	156	62,97	0,84	1,21	1,71	0,46	1,27	2,13	2,21	2,53	3,3	3,3	0,11
Tb	25,8	17,4	8,53	0,13	0,15	0,24	0,07	0,18	0,37	0,43	0,32	0,82	0,9	н\о
Dy	278	197	49,7	0,69	0,71	1,26	0,39	0,99	2,2	2,83	1,57	3,14	3,2	0,08
Ho	18,2	12	10,9	0,15	0,15	0,29	0,08	0,22	0,45	0,53	0,31	0,77	0,81	0,02
Er	55,3	35	30,5	0,47	0,43	0,79	0,21	0,6	1,24	1,32	0,84	2,37	2,41	0,06
Tm	11,2	6,9	4,21	0,11	0,12	0,10	0,1	0,11	0,1	0,12	0,13	0,16	0,18	н\о
Yb	43,1	37	24,1	0,43	0,36	0,77	0,2	0,62	1,21	1,34	0,7	1,58	1,63	0,05
Lu	10,6	6,2	3,73	0,093	0,061	0,12	0,03	0,09	0,18	0,22	0,1	0,33	0,32	0,01
La\SmN	306	30	5,2	5,36	8,1	9,87	3,5	4,7	3,3	3,8	7,6	6,0	6,2	4,6
La\YbN	969	53	14,3	11,0	37,6	24,4	6,48	12,3	5,7	6,6	41,1	19,7	19,9	12,8
Eu\Eu*	0,148	0,15	0,037	0,045	0,052	0,042	0,034	0,06	0,065	0,062	0,057	0,062	0,061	0,035

Примечание. Анализы выполнены в Лабораториях ИМГРЭ (г. Москва) и ИГиМ СО РАН (г. Новосибирск) методом ИСР-MS. Нормализация некоторых РЗЭ проведена относительно концентраций в хондрите по [4]. Eu* = (Sm_N + Gd_N)/2. Апатит-содержащие руды: 1 – ортит; 2 – апатит 1 генерации; 3 – апатит 2 генерации; 4, 5 – пирит; 6 – магнетит; 7, 8 – спекулярит 1 генерации; 9, 10 – спекулярит 2 генерации; без апатитовые руды: 11 – спекулярит 1 генерации; 12, 13 – магнетит, 14 – десмин.

Анализ таблицы показывает, что апатитовые руды Холзунского рудного поля характеризуются самыми высокими концентрациями редкоземельных элементов. В них появляются такие минералы, как ортит, монацит, цериевый эпидот. Для них характерны самые высокие отношения La/Sm_N , La/Yb_N , указывающие на фракционированный тип распределения РЗЭ. Отношение Eu/Eu^* в ортите самое высокое и образует положительную аномалию в спектре распределения РЗЭ на хондрит-нормализованной кривой (рис. 1).

При этом микроскопические данные свидетельствуют, что максимальные концентрации РЗЭ в общей последовательности минералообразования характерны для самых ранних эпизодов становления руд, где и формировались фторапатит, минералы редких земель, магнетит, пирит, ранние генерации спекулярита. При этом замечено, что эта ассоциация приурочена к самому нижнему стратиграфическому уровню оруденения в пределах Холзунского рудного поля. В верхних горизонтах появляются минералы полиметаллической ассоциации – пирит-сфалерит-галенитовые. Они же локализируются на латеральных выклинках рудоносных горизонтов.

Без апатитовые руды намного беднее суммой РЗЭ. Однако в некоторых минералах происходит относительное обогащение некоторыми редкими землями. Так сравнение спекулярита 1 генерации в апатитовых

рудах со спекуляритом в без апатитовых рудах свидетельствует об относительном обогащении поздней генерации (в без апатитовых ассоциациях) всеми редкоземельными элементами. Аналогичная картина наблюдается для магнетита (табл. 1). На раннем этапе происходило заметное селекционирование и обогащение всей группы РЗЭ в самых ранних генерациях за счёт резкого обеднения флюидов редкими землями, которые в значительном объёме израсходовались при кристаллизации собственно редкоземельных минералов (ортита, монацита, ксенотима, цериевого эпидота). Это хорошо заметно в ранней и поздней генерации апатита. Во второй генерации апатита заметно более низкие концентрации всех РЗЭ. Параллельно происходит снижение соотношений лёгких к средним и лёгких к тяжёлым редким землям. Почти на порядок снижается и отношение Eu/Eu^* во второй генерации апатита, по сравнению с первой.

Для выяснения геохимических особенностей апатит-магнетитового оруденения Холзунского рудного поля проведено сравнение составов ортитов из месторождений Холзун и Ортитовая Сопка (пегматитовый объект среди гранитов Саввушинского массива) с вычислением тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ. Результаты сравнения приведены в табл. 3. Для сравнения приведены соотношения РЗЭ в хондритах.

Таблица 3

Отношения некоторых РЗЭ и значения тетрадного эффекта в ортитах месторождений Холзун и Ортитовая Сопка

Отношения РЗЭ и тетрадный эффект	Холзун	Ортитовая Сопка		Хондрит
		Ядро кристалла	Периферия кристалла	
La/SmN	306,7	301,1	328,8	1,63
La/YbN	967,7	854,1	856,5	1,51
La/LuN	6100,6	5038,4	5184,8	0,975
Y/Ho	138,3	147,1	184,3	29,0
Eu/Eu*	0,15	0,14	0,18	0,32
TE _{1,3}	0,84	1,52	1,80	-

Примечание. TE_{1,3} – тетрадный эффект по В. Ирбер [5]. $Eu^* = (Sm_N + Gd_N)/2$. Концентрации РЗЭ нормированы по хондриту [4].

Следует отметить, что все разновидности ортитов в проанализированных месторождениях относятся к иттроортиту с содержанием иттрия от 7,5 до 8,2%. Во всех случаях отмечаются резкие преобладания лёгких РЗЭ над средними и тяжёлыми, что подтверждается соотношениями, приведенными в таблице. Эти же соотношения намного превышают таковые в хондритах, указывая на значительную трансформацию редкоземельных элементов в геологических процессах, связанных с влиянием флюидов, обогащённых фтором и фторкомплексами

(в пегматитовом процессе и в составе эксгаляций, формировавших апатит-магнетитовые руды с фторапатитом). Соотношение Eu/Eu^* в проанализированных ортитах намного меньше, чем в хондритах. В пегматитовом ортите наблюдается отчётливый тетрадный эффект фракционирования, намного превышающий пороговое значение 1,1 для выпуклого типа кривой распределения РЗЭ, характерного для М-типа лантанидного фракционирования. В ортите эксгаляционно-осадочного типа руд (Холзун) выявляется слабо проявленный W-тип

фракционирования с вогнутой кривой распределения РЗЭ (рис. 1). На хондрит-нормализованной кривой выявляются два пика позитивных аномалий по европию и диспрозию. Негативная аномалия на этой кривой наблюдается для самария.

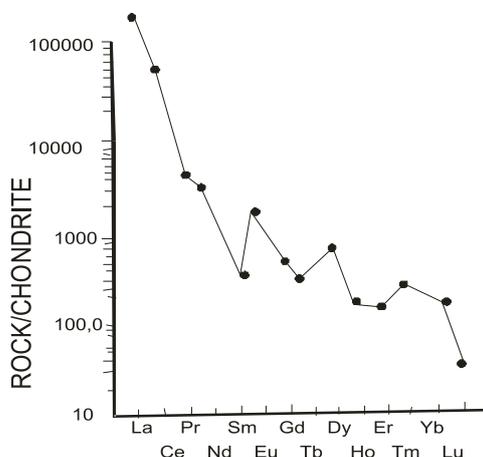


Рис. 2. Спектры распределения РЗЭ в ортите Холзунского рудного поля. Концентрации РЗЭ нормированы по хондриту [4]

При этом тетрадный эффект сопровождается изменением отношений некоторых элементов, не характерных и резко отличающихся от таковых в хондритах. Эти «не характерные» отношения элементов возникают в высоководных системах, обогащённых летучими компонентами, и в первую очередь, фтором. В водных растворах ионы РЗЭ взаимодействуют с различными лигандами, связанными с комплексообразованием при участии молекул воды. Минеральное фракционирование как причина тетрадного эффекта не подтверждается расчётами Релеевского фракционирования, которое также не может объяснить тренды Eu/Eu^* [5]. Кроме того, ранее считалось, что появление позитивной аномалии по европию в магматических образованиях связывалось с явлением отсутствия фракционирования полевых шпатов. В наших примерах о фракционировании полевых шпатов не может идти речи, особенно для ортитов из эксгальционно-осадочных руд Холзуна. Ранее нами показано, что проявление тетрадного эффекта фракционирования РЗЭ связано с высоководными, обогащёнными летучими компонентами, флюидами, и, в первую очередь, фтором, бором, углекислотой, фосфором, хлором. Такие летучие компоненты имеют значительное влияние на эволюцию магматизма, температур солидуса и ликвидуса магм, вязкости силикатного расплава, кристаллизационной последовательности минералов из расплавов, а также на поведение рассеянных элементов и их разделение

между флюидом и расплавом. Фракционирование РЗЭ при тетрад-эффекте происходит с участием сложных комплексных соединений – фтор-комплексов. При этом намечается корреляция величины тетрадного эффекта и степени обогащённости системы фтором. Выявление тетрадного эффекта в различных геологических образованиях важно потому, что он сопровождается характерными аномальными параметрами флюидного режима в магматических, метасоматических, пневматолито-гидротермальных, эксгальционно-осадочных и гидротермальных процессах, определяющих их потенциальную рудогенерирующую способность.

Обсуждение результатов и выводы. Приведенные данные показывают, что фракционирование РЗЭ происходит и при процессах ликвации в глубинном рудогенерирующем очаге, последующем эксгальционно-осадочном рудоотложении, в результате которых сформировались руды Холзунского рудного поля. При этом выявляется W-тип тетрадного эффекта фракционирования, протекающий при значительном участии фторидных, фосфорных и водных флюидов, фиксируемых при формировании оруденения на месторождении Холзун, а также во всех проявлениях рудного поля, в том числе и при формировании своеобразного редкоземельного оруденения. Таким образом, апатит-магнетитовые месторождения западной части ЦАСП характеризуются специфическими особенностями состава руд, магнетита и сопутствующего оруденения. Для руд характерны повышенные концентрации редких земель и германия, что на много повышает перспективы этих месторождений, как комплексного сырья. Рудообразование протекало при участии тетрадного эффекта фракционирования редкоземельных элементов W-типа, сопровождающиеся высокими концентрациями во флюидах воды, фтора, бора и других летучих компонентов. Формирование апатит-магнетитовых месторождений проходило эксгальционным путём в рифтогенной внутриконтинентальной обстановке, инициированной плюмтектоникой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев Н.И., Николаева Л.С., Гусев А.И. Верхнепалеозойские и мезозойские железокислые медно-золоторудные системы юго-запада Алтае-Саянского региона Сибири // Региональная геология и металлогения. – 2006. – № 29. – С. 116–126.
2. Гусев А.И. Месторождения спекулярита Горного Алтая // Руды и металлы, 2007. – № 2. – С. 33–42.
3. Гусев А.И., Гусев Н.И. Холзунская рудно-магматическая система (V-P-Fe) – Горный Алтай // Отечественная геология. – 2010. – № 2. – С. 38–41.
4. Anders E. Abundances of the elements: meteoric and solar // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1989. – Vol. 53. – P. 197–214.
5. Irber W. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu^* , Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granitic suites // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1999. – Vol. 63. – P. 489–508.

УДК 574

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Димакова Н.А., Шарапов Р.В.

*Муромский институт ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»,
Муром, e-mail: mivlgu@mail.ru*

В работе рассматривается проблема загрязнения подземных вод. Основными загрязняющими веществами являются фенолы, нефтепродукты, соединения меди, цинка, нитратный азот, ртуть, марганец и т.д., все эти вещества образуются в результате деятельности различных предприятий и функционирования населенных пунктов. Антропогенное воздействие является главной причиной снижения биосферных функций, изменения физического и химического состояния подземных вод. Рассматриваются питьевые, бытовые и технические подземные воды и их особенности. Делается вывод о необходимости проведения мониторинга состояния подземных вод.

Ключевые слова: вода, подземные воды, загрязнение, экология

GROUNDWATER POLLUTION PROBLEM

Dimakova N.A., Sharapov R.V.

Murom Institute of Vladimir State University, Murom, e-mail: mivlgu@mail.ru

In this paper we consider the problem of groundwater pollution. The main pollutants are phenols, petroleum, copper compounds, zinc, nitrate nitrogen, mercury, manganese, etc. All of these substances are formed as a result of the various businesses and operations communities. Anthropogenic influence is the main reason for the decline of biosphere functions, changing the physical and chemical status of groundwater. We consider drinking, household and technical groundwater and their features. We conclude on the need for monitoring of groundwater.

Keywords: water, ground water, pollution, ecology

Удивительное вещество – вода. У него нет ни вкуса, ни запаха, не обладает оно и цветом. Однако именно воде, по мнению Леонардо да Винчи, дана волшебная власть стать соком жизни на Земле. И с этим нельзя не согласиться. Вода – уникальный растворитель, в котором протекает множество биохимических реакций у всех живых организмов, она хорошо растворяет как органические, так и неорганические вещества, при этом обеспечивая высокую скорость протекания химических реакций. Она остается жидкой при достаточно широком температурном диапазоне, является теплоносителем. Уникальность воды была доказана многими учеными. На фоне стремительного ухудшения качества вод вопрос сохранения данного мирового богатства остается одним из первоочередных вопросов всего человечества.

В зависимости от места нахождения вод выделяют воды атмосферные, земной поверхности, подземные. Роль подземных вод в функционировании живых организмов на Земле отличается своей важностью. Именно подземные воды поддерживают питание родников, обеспечивают подачу влаги корням растений, оберегают реки и озера от обмеления, используются в хозяйственно-питьевых и иных нуждах человека, применяются для лечебных целей.

Загрязнение подземных вод

Растущая техногенная нагрузка на окружающую среду привела к тому, что подзем-

ные воды подверглись загрязнению. Стремительно уменьшаются запасы питьевой воды на планете, ухудшается ее качество. Все это сказывается на здоровье людей, разнообразии животного и растительного мира.

Проблема загрязнения подземных вод в России появилась еще в далеком XVI веке, в те времена, когда сельское хозяйство развивалось стремительными темпами. Однако не сельское хозяйство стало главной причиной ухудшения качества подземных вод.

Известно, что основными загрязняющими воды веществами являются фенолы, нефтепродукты, соединения меди, цинка, нитратный азот, ртуть, марганец и т.д., все эти вещества образуются в результате деятельности различных предприятий и функционирования населенных пунктов [1, 2]. Рост городов и стремительное развитие промышленности уже в XX веке привели Россию к довольно сложной ситуации в отношении качества вод. Поэтому антропогенное воздействие является главной причиной снижения биосферных функций, изменения физического и химического состояния подземных вод [3].

Подземные воды подразделяются на питьевые, качественный состав которых отвечает нормативным требованиям пригодности для питья, бытовых нужд человека, и технические, предназначенные для использования в технических целях. Технические воды имеют различный химический состав. Также подземные воды подразделяют

на инфильтрационные, конденсационные, ювенильные, смешанные. Инфильтрационные воды образуются в результате проникновения атмосферных осадков в земную кору, конденсационная вода образуется при конденсации парообразной воды, содержащейся в горных породах. Ювенильные воды часто называют реликтовыми, так как они обычно сильно минерализованы и находятся в погребенных земной корой бассейнах. Смешанные воды образуются в результате перемешивания вышеупомянутых вод.

Верхнюю часть земной коры обычно делят на две зоны: зону аэрации и зону насыщения. Зона аэрации восполняется благодаря атмосферным осадкам, питает растения и интенсивно испаряется. Образуется эта зона из почвенной воды и верховодки. Зона насыщения всегда заполнена водой, процесс испарения имеет минимальные значения.

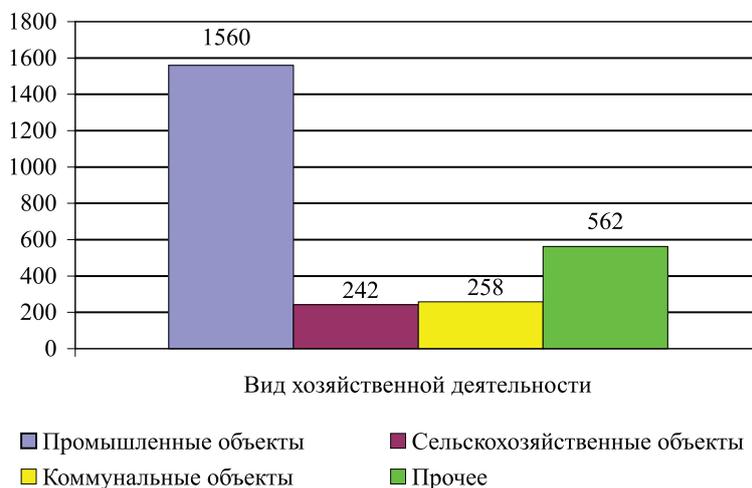
Несмотря на то, что запас воды ограничен, спрос на воду в городах велик. Во многом процесс восполнения водных ресурсов зависит от состояния самой городской среды, климата, экологии. Однако на качество воды, уровень ее загрязнения и, следовательно, пригодность в первую очередь оказывает влияние антропогенное воздействие. Подземные воды являются конечным резервуаром накопления загрязнителей. Усугубляет положение то, что пригодные для питья и хозяйственных нужд воды залегают в верхней, наиболее подверженной загряз-

нениям части гидрогеологических структур, а процессы самоочищения здесь очень замедлены.

Загрязнение подземных вод происходит в процессе фильтрации вредных веществ с поверхности. При этом существует несколько видов источников загрязнения: промышленные площадки, на которых используются вещества, обладающие способностью мигрировать с подземными водами; места хранения промышленной продукции и отходов; места скопления бытовых отходов; поля орошения сельскохозяйственных продуктов. Особенную опасность создают места хранения пестицидов, в том числе запрещенных к употреблению, а также предприятия, связанные с нефтедобычей и нефтепереработкой.

Доля подземных вод в питьевом и хозяйственном водоснабжении России составляет 45%. Более 60% городов используют для питья подземные воды. В сельской местности на подземные воды приходится порядка 85% от общего потребления. Проблема крупных городов заключается в том, что около 35% от их общего числа практически не имеют источников централизованного водоснабжения.

По некоторым данным в России выявлено более 2,6 тыс. очагов загрязнения подземных вод, при этом основное их количество приходится на центральную часть страны (см. табл. 1) [4].



Распределение участков загрязнения подземных вод объектами различного вида хозяйственной деятельности

Источниками химического загрязнения подземных вод (см. табл. 2) являются стоки и твердые отходы предприятий, содержащие всевозможные неорганические и органические вещества. В процессе фильтрации сточных вод вблизи территории

предприятия в подземных водах могут появиться тяжелые металлы, ароматические, токсические и другие вредные вещества. На сельскохозяйственных территориях воды загрязняются вследствие избыточного применения ядохимикатов и удобрений.

В напорные водоносные горизонты химические загрязнения поступают из подземных вод по стволу водозаборной или разведочной скважины при ее плохой изо-

ляции от смежных водоносных горизонтов. Химические загрязнения в водоносных горизонтах могут распространяться на огромные расстояния.

Таблица 1
Распределение источников загрязнения подземных вод по территории Российской Федерации

Федеральный округ	Источники загрязнения				Всего
	Промышленные объекты	Сельскохозяйственные объекты	Коммунально-бытовые объекты	Прочие объекты	
Северо-Западный	118	29	39	18	204
Центральный	55	16	6	50	127
Южный	119	51	35	78	283
Северо-Кавказский	43	19	11	76	149
Приволжский	452	47	69	143	711
Уральский	95	4	5	22	126
Сибирский	605	68	56	149	878
Дальневосточный	73	8	37	26	144
Итого	1560	242	258	562	2622

Таблица 2
Распределение загрязняющих веществ по территории Российской Федерации

Федеральный округ	Загрязняющие вещества				
	Сульфаты, хлориды	Соединения азота	Нефтепродукты	Фенолы	Тяжелые металлы
Северо-Западный	30	92	73	13	16
Центральный	22	61	57	7	30
Южный	90	127	90	35	24
Северо-Кавказский	19	86	48	3	13
Приволжский	243	264	331	133	58
Уральский	28	46	58	5	25
Сибирский	95	302	492	69	85
Дальневосточный	6	40	39	15	37
Итого	533	1018	1188	280	288

Серьезную угрозу здоровью населения представляет биологическое загрязнение вод, вызываемое микроорганизмами, возникающими на участках длительной фильтрации загрязненных хозяйственно – бытовых вод, выгребных ям, скотных дворов и т.д. [5, 6, 7].

Не меньшую угрозу качеству подземных вод представляет тепловое загрязнение, связанное со сбросом отработанных тепловых технологических сточных вод.

В связи с ростом проблемы загрязнения подземных вод актуальной задачей становится мониторинг их состояния [8, 9]. Это позволяет выявлять не только ис-

точники загрязнения и изменение состава водных объектов, но обнаружить влияние этих изменений на развитие различных гидрологических и геологических (в том числе и эндогенных) процессов [10, 11]. Для осуществления вышесказанного необходимо создание эффективной системы мониторинга.

Заключение

Около 2 млрд человек, то есть примерно треть населения мира зависят от ресурсов подземных вод. В условиях развивающейся промышленности проблема сохранения водных запасов приобретает

глобальное значение и становится задачей всего человечества. Вот почему верно выражение Д.И. Менделеева о том, что «капля воды дороже алмаза». Но не всякая капля подходит под это выражение, а лишь та, которая хранит в себе истинные природные свойства, не тронутые антропогенным воздействием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорюк Е.Н. Влияние сточных вод химической промышленности на водные ресурсы округа Муром Владимирской области // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2012. – № 2. – С. 20–22.
2. Ошкин М.И., Полозова И.А., Голубева Ю.С., Желтобрюхов В.Ф. Геологические, гидрогеологические и инженерно-геологические исследования на участке расчистки русла реки Медведицы // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2011. – № 2. – С. 22–25.
3. Шарапов Р.В. Глобальные экологические катастрофы: миф или реальность? // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2011. – № 1. – С. 14–16.
4. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2010 г. – Вып. 34. – М.: Геоинформмарк, 2011. – 208 с.
4. Поспихал З. О необходимости аудиторских проверок гидросистем для устранения санитарного риска // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2009. – № 6. – С. 40–44.
5. Святенко А.И., Бучек И.Ю. Анализ загрязненности шахтных вод в карьерах открытой добычи железной руды // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2010. – № 7. – С. 44–48.
6. Сараненко И.И., Бахарев В.С. Некоторые аспекты диагностики экологического состояния санитарно-защитных зон // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2010. – № 7. – С. 41–44.
7. Шарапов Р.В. Принципы мониторинга подземных вод // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2012. – № 3. – С. 27–30.
8. Шарапов Р.В. Структура системы мониторинга подземных вод // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2012. – № 4. – С. 20–23.
9. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Система для экологического мониторинга водных объектов на базе метода геоэлектрического контроля // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2012. – № 2. – С. 36–38.
10. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Выявление функциональных зависимостей уровня электропроводности природных вод от уровня загрязненности // *Машиностроение и безопасность жизнедеятельности*. – 2012. – № 3. – С. 23–26.

УДК 630*431.4: 519.876

ВЛИЯНИЕ КРИЗИСОВ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОЛОМБАЛЬСКОГО ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА

Мазуркин П.М., Петрова К.И.

*Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru*

Соломбальский ЛДК (г. Архангельск) публикует с 2006 г. данные о своей деятельности на сайте <http://www.sldk.ru>. Крупные арендаторы лесного фонда как склада кругляка начинают ощущать конкуренцию со стороны не только других хозяйственников, но и разных причин уничтожения лесов пожарами, браконьерами и вредителями. Конечно же, Соломбальский ЛДК является примером для всей лесной промышленности страны: если бы вся Россия давала так же 65 % экспорта пиломатериалов, то лесные поселки давно стали бы жить по-человечески и ничуть не хуже, чем в Финляндии. Одно несомненно – за 30 лет перестройки в нашей стране появились зачатки и делаются попытки обоснования стратегий своего развития отдельными крупными лесными предприятиями. Для этого необходима предлагаемая в статье методика выявления и анализа закономерностей динамики поведения предприятия по разным показателям деятельности.

Ключевые слова: комбинат, деятельность, показатели, динамика, закономерности

INFLUENCE OF CRISES ON ACTIVITY OF SOLOMBALSKY WOOD-SAWING AND TIMBER COMBINE

Mazurkin P.M., Petrova K.I.

Volga State University of Technology, Yoshcar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

Solombalsky WSTC (Arkhangelsk) publishes information on the activity on a site <http://www.sldk.ru> since 2006. Large tenants of forest fund as warehouse of a round timber begin feeling the competition from the side of not only other business executives, but also the different reasons of deforestation as fires, poachers and wreckers. Certainly, Solombalsky WSTC is an example for all the forest industry of the country: if all Russia gave as 65 % of export of timber, forest settlements would began to live properly long ago and aren't worse at all, than in Finland. It is undoubtedly – there were rudiments and attempts of justification of strategy of the development are being made by the separate large forest enterprises for 30 years of reorganization in our country. The technique of identification and the analysis of regularities of dynamics of behavior of the enterprise for different indicators of activity offered in article is necessary for this purpose.

Keywords: combine, activity, indicators, dynamics, regularities

Леса являются ядром биосферы Земли [11] и поэтому должны не уничтожаться, а всемерно развиваться и расширяться. На снижение площади лесов влияет, прежде всего, хозяйственная деятельность [3]. В одноразовом использовании лесов на кругляк наиболее активны целлюлозно-бумажные комбинаты (ЦБК), а после них и лесопильно-деревообрабатывающие комбинаты (ЛДК). Особенно это характерно в России [4], где леса за три десятилетия сводятся на кругляк для зарубежных приграничных ЛДК и ЦБК.

В то же время за 30 лет не было построено ни одного крупного отечественного предприятия. При этом статистическая информация о деятельности действующих комбинатов отсутствует. В итоге каждый из них должен функционировать самостоятельно. Лесной кодекс и предлагаемая версия государственной лесной политики находятся далеко в стороне, при этом ратуют за экспансию зарубежных потребителей на кругляк, а не на изделия из него.

Концепция исследования. Основная цель научного исследования – выявление закономерностей [2] влияния крупного комбината на лесные земельные участки

[5] за десятилетия его деятельности. Для этого нужны многолетние данные [3], прежде всего по поставкам на лесную биржу предприятия кругляка. Это позволило бы оценить эволюцию территориальной экспансии крупного потребителя древесины, понять динамику его лесосырьевого поведения и наметить меры, если это необходимо, технологической диверсификации [8–10] с учетом прогнозов развития и роста лесных массивов [12] на окружающей территории.

Однако обоснование концепции затруднено отсутствием количественных данных.

Объект анализа. Государственная статистика не имеет таких данных, по видимому, они осознанно не накапливались для сокрытия иррационального лесопользования.

В Интернете мы просмотрели сайты у многих российских ЦБК и ЛДК. В итоге оказалось, что только Соломбальский ЛДК (г. Архангельск) публикует с 2006 г. данные о своей деятельности на сайте <http://www.sldk.ru>. Вторым фактором для принятия за объект анализа этого предприятия является то, что логистическая система обеспечения ЛДК кругляком находится в одной области.

Третий фактор – это понимание руководством [1] леса как природного ресурса, однако, как и всегда и всюду в нашей стране, только как древесного ресурса.

А по приоритетам ЮНЕСКО [3] древесина находится только на седьмом месте.

ОАО «Соломбальский ЛДК» – крупнейший производитель пиломатериалов на Европейском Севере России. Основное направление его производственной деятельности – выпуск экспортных пиломатериалов. Удельный вес экспортной продукции составляет более 65%. Сопутствующая продукция – тара, столярно-строительные изделия и технологическая щепка для ЦБК. Мощность предприятия по распилу сырья – до 700 тыс. м³ в год. Продукция комбината хорошо известна в Англии, Германии, Франции, Нидерландах, Египте и других странах.

Зарождение лесной политики. Крупные арендаторы лесного фонда как склада кругляка начинают ощущать конкуренцию со стороны не только других хозяйственников, но и разных причин уничтожения лесов [1]: «Между тем сегодня объем и по-

рядок изъятия древесины с лесного участка определяется на основании устаревших лесоустроительных материалов. Фактически же и запас леса, и его ежегодный прирост, могут быть меньше тех цифр, которые мы «держим в уме», за счет незаконных рубок, повреждения древостоев пожарами и вредителями». Конечно же, Соломбальский ЛДК является примером для всей лесной промышленности страны: если бы вся Россия давала так же 65% экспорта пиломатериалов, то лесные поселки давно стали бы жить по-человечески и ничуть не хуже, чем в Финляндии.

Но кругляк – это только первичная доктрина непрерывного пользования лесами с расширенным воспроизводством национальных лесных ресурсов [3–7], поэтому ускоренно нужно переходить на более высокотехнологичные доктрины выпуска лесной продукции [3], а к 2040 г. на пятом уровне технологического развития достичь нынешних успехов в Японии.

Исходные данные. Они обобщены за период 2006–2011 гг. и приведены в табл. 1.

Таблица 1
Технико-экономические показатели Соломбальского ЛДК

Год	Время t , лет	Показатели деятельности лесопильно-деревообрабатывающего комбината								
		Q_p , тыс. м ³	T , млн. руб.	R , млн. руб.	P , тыс. м ³	P_3 , тыс. м ³	V , м ³	Π , тыс. м ³	O , тыс. м ³	N , чел.
2006	0	532,896	1203,908	1314,885	244,415	234,039	10376	186,850	97,655	2048
2007	1	499,690	1505,023	1444,963	229,612	213,937	15675	165,475	94,731	1694
2008	2	552,138	1309,476	1365,439	267,644	259,227	8417	197,504	108,943	1564
2009	3	369,404	1022,458	1186,428	160,815	156,113	4702	139,384	73,055	1171
2010	4	515,766	1720,277	1702,354	228,523	220,821	7702	184,063	105,327	1202
2011	5	589,287	1865,385	1875,369	258,462	240,714	17748	211,648	121,606	1222

В табл. 1 были приняты следующие условные обозначения: – время с момента начала измерений, то есть с 2006 года, лет; Q_p – объем распиленного кругляка, тыс. м³; T – выпуск основной товарной продукции, млн. руб.; R – реализация продукции – всего, млн. руб.; P – пиломатериалы (товарный выпуск), тыс. м³; P_3 – экспортные пиломатериалы, тыс. м³; V – пиломатериалы на внутренний рынок, м³; Π – технологическая щепка (собственная), тыс. м³; O – объем опилок, тыс. м³; N – численность работников комбината, чел.

Методика анализа динамики. Методика моделирования динамических рядов

идентификацией устойчивых законов дана в статье [13], брошюре [14] и книге [3]. Причем в книге [3] по данным ФАО ООН дана ежегодная динамика с 1961 по 2004 гг. Но исходные данные по Соломбальскому ЛДК приведены только за шесть лет. Поэтому удастся идентифицировать только детерминированные закономерности, без учета волновых функций колебательного возмущения в поведении персонала предприятия.

Распиленный кругляк. Объем распиленного пиловочника (рис. 1) изменяется так:

$$Q_p = 520,57087 \exp(0,010399t^{1,55235}) - 5,78506 \cdot 10^{-8} t^{108,4094} \exp(-32,41048t). \quad (1)$$

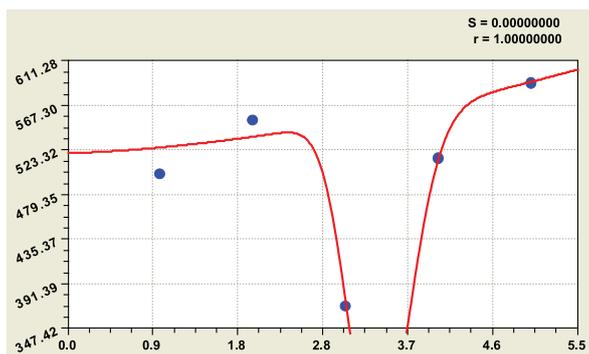


Рис. 1. Динамика объема распиленного кругляка

В 2009 и 2010 годах одновременно произошли два системных кризиса: *во-первых*, это глобальный экономический кризис с началом в 2008 г.; *во-вторых*, аномальная засуха 2010 г., начавшаяся с предыдущего года. Кризисную динамику показывает вторая составляющая уравнения (1) с отрицательным знаком. Если бы не было кризисов, то Соломбальский ЛДК увели-

чивал бы объем распиленного пиловочника до полной производственной мощности в 700 тыс. м³ в год по первой составляющей формулы (1), то есть по закону экспоненциального роста.

Основная товарная продукция. В денежном выражении объем основной товарной продукции Соломбальского ЛДК (рис. 2) изменялся по закономерности

$$T = 1296,9267 \exp(0,074429t) - 1440,9871t^{35,95486} \exp(-13,45946t). \quad (2)$$

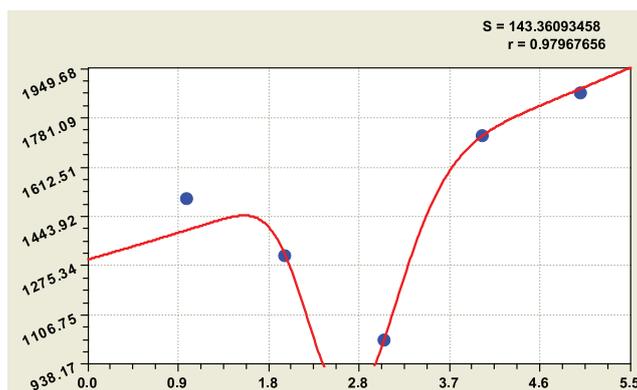


Рис. 2. Динамика товарной продукции комбината

Кризис товарной продукции в денежном выражении начался 2007 г., то есть раньше кризиса объема распиленного пиловочника. И руководство комбината вывело из экономического кризиса свое предприятие в 2010 году.

Таким образом, деревообрабатывающие предприятия не зависят от климатических кризисов и годичной сезонности, если имеют достаточно сезонного запаса древесного сырья в штабелях кругляка.

Реализация продукции. Объем реализации выше по сравнению с товарной продукцией. Такое превышение из-за не основной деятельности – это своеобразный экономический буфер или демпфер от действия колебательных возмущений внешнего и внутреннего рынка.

В денежном выражении по факту (рис. 3) нами получена закономерность вида

$$R = 1331,0680 \exp(0,068990t) - 509,64534t^{27,01711} \exp(-9,93474t). \quad (3)$$

Этот показатель четко совпадает с мировым экономическим кризисом и для Соломбальского ЛДК кризис происходил в 2008 и 2009 годах.

Коэффициент корреляции 0,9990 (в правом верхнем углу графиков) показывает сильнейшую тесноту факторной связи. Из графика на рис. 3 видно, что в 2011 году

комбинат вышел из кризиса реализации своей продукции. Но его уже подстерегают лесосырьевые ресурсы [1].

Пиломатериалы. Общий объем пиломатериалов (рис. 4) определяется динамикой

$$P = 242,08704 \exp(0,015949t) - 2,06697 \cdot 10^{-6} t^{89,44345} \exp(-26,88009t). \quad (4)$$

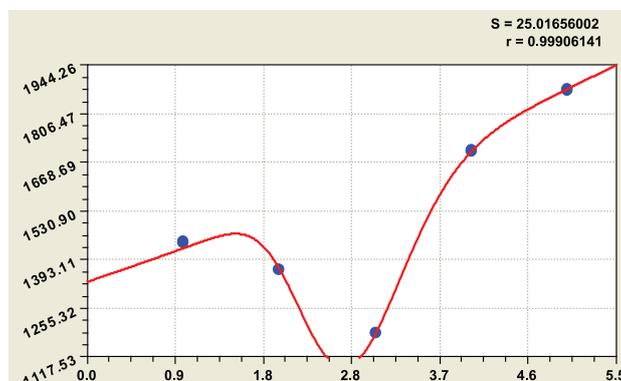


Рис. 3. Динамика реализации основной продукции

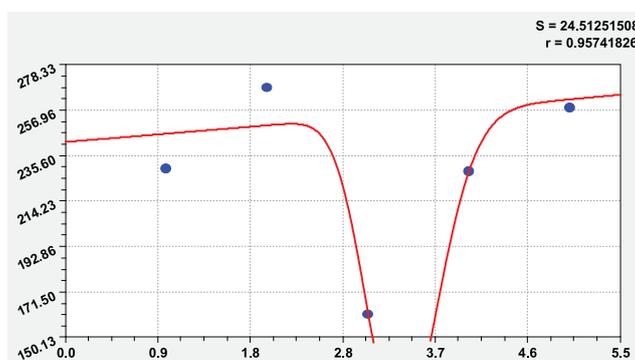


Рис. 4. Динамика объема пиломатериалов

По сравнению с рис. 1 кризисная картина одинаковая, но докризисный период 2006–2008 гг. колебательно более возмущенный.

Из-за малочисленности данных нам не удалось сравнить объем распиленного кругляка с поступлением на ЛДК древесины. В будущем нужно сравнить с расчетной ле-

сосекой и объемом заготовки кругляка по всей Архангельской области.

Экспортные пиломатериалы. Они относятся (рис. 5) к системному фактору (вектору развития) в поведении Соломбальского ЛДК по статистической двухчленной модели вида

$$P_3 = 209,1871 \exp(-0,0013524t^{6,69953}) + 30,56020t^{1,32756}. \quad (5)$$

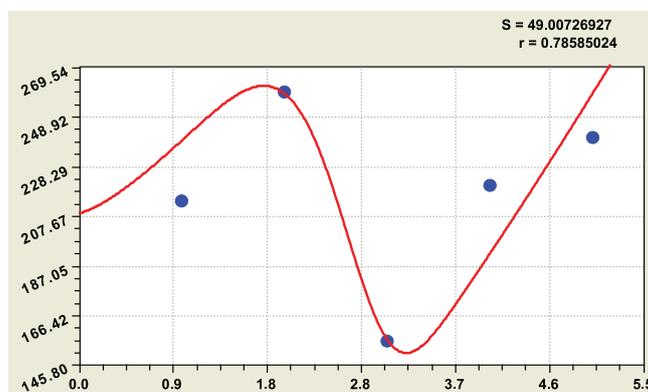


Рис. 5. Динамика объема экспортных пиломатериалов

Сразу по графику на рис. 5 заметна сильная динамичность показателя. При этом уровень экспорта пиломатериалов 2008 года, по-видимому, частично будет достигнут в 2012 г.

Первая составляющая тренда (5) показывает основное направление деятельности комбината и оно является естественной закономерностью. Но движение идет по закону экспоненциальной гибели, что опасно (из-за интенсивности спада 6,69953) для предприятия. За несколько лет нужно повернуть основной тренд по первой состав-

ляющей (5) на закон экспоненциального роста.

Вторая составляющая формулы (5) указывает на антропогенное воздействие, то есть указывает на показательный рост напряжения персонала. И это не может продолжаться долго. Поэтому нужны кардинальные меры в диверсификации экспорта пиломатериалов.

Пиломатериалы на внутренний рынок. Объем внутренних поставок пиломатериалов изменяется (рис. 6) происходил в динамике по двухчленной формуле

$$V = 11879,91 \exp(0,22499t) - 4016,3321t^{4,71537} \exp(-1,21136t). \quad (6)$$

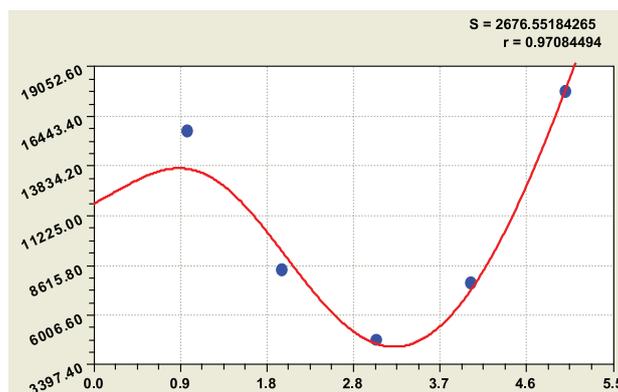


Рис. 6. Динамика поставок пиломатериалов на внутреннее потребление

Основной тренд по закону экспоненциального роста показывает естественное поведение персонала к расширению рынка потребления. Кризис 2008–2010 гг. преодолен в 2011 г. и даже уровень потребления стал даже выше докризисного уровня 2007 г.

Прогноз показывает тенденцию и стремление к резкому росту производства пиломатериалов на внутренний рынок России. И руководству комбината можно продумать

меры по расширению ареалу поставок пиломатериалов на юг страны. Это позволило бы гасить резкие колебания в экспортных процессах.

Технологическая щепка. Эта продукция, по-видимому, потребляется соседним ЦБК. Иначе невозможно объяснить резкое по амплитуде колебание с циклом в два года (рис. 7) снова по тренду с аномально изменяющейся первой составляющей по формуле

$$\text{Щ} = 177,0267 \exp(-0,041794t^{2,85794}) + 14,77058t^{1,66289}. \quad (7)$$

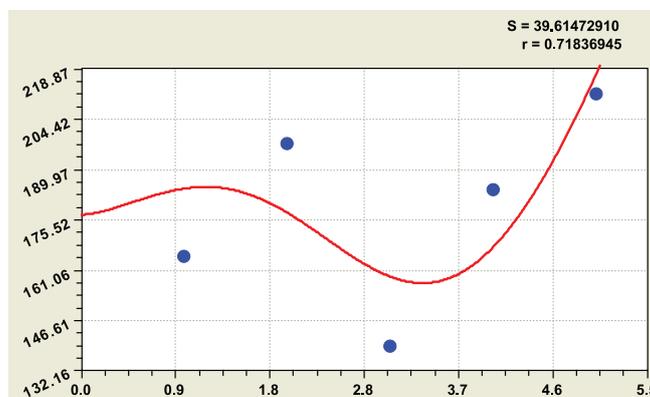


Рис. 7. Динамика выпуска технологической щепки

Этот цикл относится к биологическим объектам, чаще всего к возмущению растений как отклик на двухлетние изменения погоды. Когда люди не знают, что творят и при этом вообще не следят за своим поведением и производственными отношениями, такая цикличность чаще всего и происходит [2–5, 13].

Намечающийся спад амплитуды колебания (формулы колебаний можно будет получать в динамике не менее 10–12 лет) с 2010 года мы объясняем только укреплением производственных отношений с ЦБК,

потому что в отчетах на сайте ЛДК мы не нашли указаний на экспорт технологической щепы. Резкий рост производства щепы возможен только за счет использования лесосечных и иных отходов.

Опилки. Они пока воспринимаются как отходы, но теоретически относятся к видам продукции, которую нужно технологическими усовершенствованиями всемерно уменьшать. После структурно-параметрической идентификации была получена (рис. 8) формула

$$O = 95,95992 \exp(0,041250t^{1,09793}) - 1,10245 \cdot 10^{-9} t^{98,06371} \exp(-26,32704t^{1,05059}). \quad (8)$$

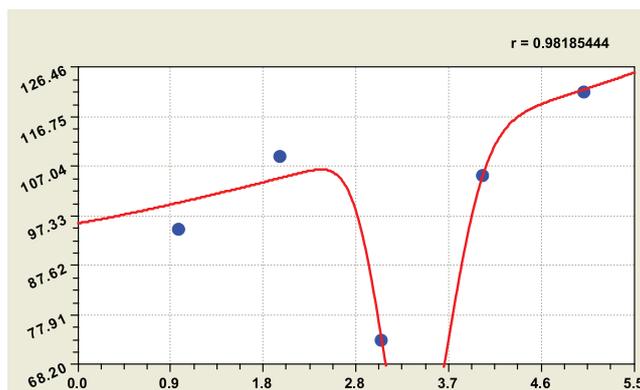


Рис. 8. Динамика производства опилок

Характер изменения объема поилок совпадает с динамикой объема распиленного кругляка. Такая пропорциональность указывает на то, что с 2006 года инноваций в технологическое оснащение распиловки кругляка не было.

При этом неизвестно дальнейшее использование опилок на комбинате, например, их можно было бы перерабатывать

на топливные гранулы для экспорта и внутреннего потребления.

Численность персонала. Пока в нашей стране этот важнейший показатель функционирования предприятий «не в теме» и поэтому отсутствует научно обоснованное управление персоналом, что видно (рис. 9) даже из конструкции уравнения

$$N = 2049,9939 \exp(-0,40925t) + 361,7203t^{0,58203}. \quad (9)$$

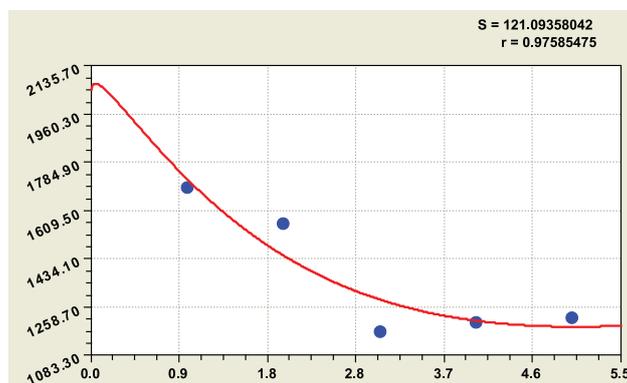


Рис. 9. Динамика численности персонала комбината

Четко заметны два существенно отличающихся этапа существования Соломбальского ЛДК за 2006–2011 гг:

1) с 2006 по 2009 гг. из-за экономического кризиса произошел резкий спад численности работников;

2) с 2009 г., по-видимому, по настоящее время, происходит медленный рост персонала комбината. Надеемся, так как анализ структуры и состава персонала не проводили, этот процесс вполне осознанный.

Иерархия показателей. Общее уравнение тренда для девяти показателей имеет вид $y = a_1 t^{a_2} \exp(-a_3 t^{a_4}) + a_5 t^{a_6} \exp(-a_7 t^{a_8})$, (10)

где y – показатель, в статье параметр деятельности (табл. 2) Соломбальского ЛДК; a_1, \dots, a_8 – параметры модели (10), полученные в предыдущих формулах.

При этом первая составляющая, как правило, показывает естественный процесс или явление, а второй член формулы (10) характеризует антропогенное влияние.

Таблица 2

Параметры общего уравнения (10) динамики показателей

Номер формулы	Основной тренд модели (10)				Вторая составляющая модели (10)				Коэфф. коррел.
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	
1. Q_p – объем распиленного кругляка, тыс. м ³									
(1)	520,57087	0	-0,010399	1,55235	-5,78506e-8	108,4094	32,41048	1	1,0000
2. R – реализация продукции – всего, млн. руб.									
(3)	1331,0680	0	-0,068990	1	-509,64534	27,01711	9,93474	1	0,9991
3. O – объем опилок, тыс. м ³									
(8)	95,95992	0	-0,041250	1,09793	-1,10245e-9	98,06371	26,32704	1,05059	0,9819
4. T – выпуск основной товарной продукции, млн. руб.									
(2)	1296,9267	0	-0,074429	1	-1440,9871	35,95486	13,45946	1	0,9797
5. N – численность работников Соломбальского ЛДК, чел.									
(9)	2049,9939	0	0,40925	1	361,7203	0,58203	0	0	0,9759
6. V – пиломатериалы на внутренний рынок, м ³									
(6)	11879,91	0	-0,22499	1	-4016,3321	4,71537	1,21136	1	0,9708
7. P – пиломатериалы (товарный выпуск), тыс. м ³									
(4)	242,08704	0	-0,015949	1	-2,06697e-6	89,44345	26,88009	1	0,9574
8. P_3 – экспортные пиломатериалы, тыс. м ³									
(5)	209,1871	0	0,0013524	0,69953	30,56020	1,32756	0	0	0,7859
9. Π – технологическая щепка (собственная), тыс. м ³									
(7)	177,0267	0	0,041794	2,85794	14,77058	1,66289	0	0	0,7184

Все приведенные девять закономерностей имеют сильную тесноту факторной связи с коэффициентом корреляции выше 0,7 и поэтому они могут быть применены в прогнозной математической модели функционирования Соломбальского ЛДК.

В дальнейшем нужно только увеличить основание прогноза, рассматривая деятельность комбината не менее чем за период с 2000 года.

Выводы

Одно несомненно – за 30 лет перестройки в нашей стране появились зачатки и делаются попытки обоснования стратегий своего развития отдельными крупными лесными предприятиями. Но этот передовой для России опыт рационализации лесного дела достигается не благодаря, а вопреки

[11] действующему лесному кодексу [6] (его статьи очень уж неопределенные к самому лесу и не конкретные для потребителей древесины от лесных деревьев), и тем более вопреки быстро принятым высшими чиновниками около 50 техническим регламентам и доктрине покорения природы советских времен.

Об этом, например, четко написано в статье [1].

В разделе «Управление лесами» лесного кодекса есть очень важный пункт: «Структура органов управления обеспечивает полноту реализации полномочий и выполнение функций с учетом природных и социально-экономических условий региона». Как отмечается в статье [1], к сожалению, по факту регионы получают недостаточно средств для качественного исполнения полномочий

по управлению лесами. Мы имеем серьезные примеры: огромные площади, пройденные огнем, большой ущерб от незаконных рубок, объемы лесовосстановления отстают от объемов лесопользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Львов Н.П. Чтобы лес был ресурсом, а не «черным ящиком» // Правда Севера. Архангельская областная газета. 28.08.2012. – URL: Правда Севера.mht (Дата обращения 29.12.2012).
2. Мазуркин П.М. Базовые критерии лесопользования // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 6. – С. 17–32.
3. Мазуркин П.М. Лесоаграрная Россия и мировая динамика лесопользования. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 334 с.
4. Мазуркин П.М. Лесная аренда и рациональное лесопользование. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 524 с.
5. Мазуркин П.М. Качество управления динамикой площади леса в Финляндии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 8. – С. 15–29.
6. Мазуркин П.М. «Кодекс кругляка» переделать в кодекс леса // Лесная газета. – 2010. – № 74(10124). Сентябрь, 28.
7. Мазуркин П.М. Коммерческая таксация лесных деревьев. 7 с. Портал WOOD.RU. – URL: <http://www.wood.ru/ru/loa728.html>.
8. Мазуркин П.М. Осознанные повороты в лесном деле Японии // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7. – С. 19–32.
9. Мазуркин П.М. Осознанные модернизации в лесном деле Японии и Финляндии // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 8. – С. 29–41.
10. Мазуркин П.М. Осознанные переходы на выпуск наукоемкой продукции в лесном деле Японии и Финляндии // Междунар. журнал прикл. и фонд. иссл. – 2010. – № 7. – С. 52–60.
11. Мазуркин П.М. Правильно применять слово «лес» // Лесная газета. – 2011. – № 4. – (10154) от 18 янв. и № 5 (10155) от 22 янв.
12. Мазуркин П.М. Рациональное природопользование: Лес и лесозаготовка (закономерности лесопользования): учеб. пос. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 76 с.
13. Мазуркин П.М., Бедертдинов Э.Н. Метод анализа многолетней динамики заготовки кругляка // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 11. – С. 67–72.
14. Мазуркин П.М., Порядина О.В. Эконометрическое моделирование: практикум. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. – 204 с.

УДК 630*431.4: 519.876

**ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОЛОМБАЛЬСКОГО
ЛЕСОПИЛЬНО-ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КОМБИНАТА**

Мазуркин П.М., Петрова К.И.

Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, kaf_po@mail.ru

Лес и лесопользование сложным образом связанные явления и процессы. Приходит осознание необходимости выявления закономерностей. Диверсификация существующих методов лесной таксации позволит выйти из тупика доктрины «кубатуры кругляка». Закономерности развития лесов напрямую влияют на способы и средства обработки и глубокой переработки заготовленного и извлеченного из данного лесного участка объемов древесины при наименьшем повреждении лесной биологической среды. Главным в нашей методологии факторного анализа становится применение закона Чарльза Дарвина о коррелятивной вариации. Но, при четком выделении параметров функционирования, возможен факторный анализ и технологии по данным динамики предприятия. Были выявлены 36 сильных бинарных отношений между девятью показателями деятельности Соломбальского ЛДК. Это позволит оперативно проводить оптимизацию процессов производства на следующий год. А закономерности могут итерационно уточняться.

Ключевые слова: показатели деятельности, факторный анализ, сильные связи

**FACTORIAL ANALYSIS OF INDICATORS OF ACTIVITY OF SOLOMBALSKY
WOOD-SAWING AND TIMBER COMBINE**

Mazurkin P.M., Petrova K.I.

Volga State University of Technology, Yoshcar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

Wood and forest exploitation are connected phenomena and processes in a complicated way. It is time to become aware of necessity to detect the regularities. Diversification of existing methods of forest valuation will allow to leave the doctrine deadlock of «a round timber cubic capacity». Regularities of development of the woods directly influence ways and means of processing and deep conversion of the volumes of wood prepared and taken from this wood plot at the smallest damage of the forest biological environment. Application of the law of Charles Darwin about a correlative variation becomes the main thing in our methodology of the factorial analysis. But, at accurate allocation of parameters of functioning, the factorial analysis and technologies according to dynamics of the enterprise is possible. 36 strong binary relations between nine indicators of activity of Solombalsky LDK were revealed. It will allow to perform optimization of processes of production quickly next year. And regularities can be specified iteratsionno.

Keywords: activity indicators, factorial analysis, strong communications

В мировой практике [2–6] лес и лесопользование сложным образом функционально связанные явления и процессы. При этом постепенно приходит осознание необходимости выявления фундаментальных закономерностей между параметрами лесных древостоев [3, 6] и даже параметрами отдельных деревьев в древостое [7, 8] естественного происхождения. Диверсификация существующих методов лесной таксации позволит выйти из тупика доктрины «кубатуры кругляка» [4, 5] и значительно расширить применение даже способов измерения объемов стволовой древесины в экологической таксации [9].

Закономерности развития и роста деревьев и их групп на выделах леса, а также древостоев на разных по рельефу лесных земельных участках должны знать, понимать и применять не только лесники и лесничие, но и работники предприятий, в частности, потребляющих стволовую древесину. Это исходит из фундаментального положения, что закономерности развития лесов и их компонентов напрямую влияют на способы и средства обработки и глубокой пере-

работки заготовленного и извлеченного из данного лесного участка объемов древесины при наименьшем повреждении лесной биологической среды.

Мы согласны с автора [1]: «Знать о лесах больше. Немного отвлекаясь от декларативной сути «Политики...», хочется сказать вот о чем: мы крайне мало знаем о том, чем пытаемся управлять, – о самом лесе. Как мы сегодня можем обсуждать и принимать лесную политику, если в большинстве регионов не имеем актуальных лесоустроительных материалов, то есть объективной картины качественных и количественных характеристик наших лесных территорий? Например, по оценке экологов, идет постоянная сильнейшая деградация лесов, что неизбежно приведет к потере не только экологических, но и хозяйственных функций».

Коррелятивная вариация. Главным в нашей методологии факторного анализа становится применение закона Чарльза Дарвина о коррелятивной вариации.

Под выражением «коррелятивная вариация» Ч. Дарвин понимал, что вся организация во время роста и развития внутренне

связана, и когда слабые вариации встречаются в какой-нибудь одной части и кумулируются путем естественного отбора, другие части оказываются модифицированными. ... модификации в строении, признаваемые систематиками за весьма важные, могут зависеть исключительно от законов вариации и корреляции ... Например, функциональная связность наблюдается в жизнедеятельности лесных деревьев и смежных древостоев. Не меньшая теснота коррелятивной вариации с арендуемыми лесными участками должна быть и внутри эффективной системы «лес – предприятие». Эта коррелятивная вариация должна изменчиво проявляться в поведении предприятий. На земельных участках, выделенных арендатору для лесных плантаций, предприятие вправе добиться такой пестроты коррелятивной вариации в своей технологической базе, которая приведет к максимальной продуктивности плантаций по объемам и качеству финансово спелой древесины.

Концепция факторного анализа. Методы факторного анализа в основном применяют в экономических исследованиях. Но, при четком выделении параметров функционирования, возможен полный факторный анализ и технологии по данным динамики предприятия.

Фактор – это обстоятельство, на языке изобретательства это *отличительный при-*

знак. Сопоставим определения трех слов «акт», «фактор» и «факт». Тогда становится понятным, что акт – это действие, факт – это результат действия, а фактор – это отличительный признак внутри действия или вне него. Один фактор может проявиться в последовательности действий как отличительный признак у многих организованных сообществ.

Объект факторного анализа. Соломбальский ЛДК (г. Архангельск) публикует с 2006 г. на сайте <http://www.sldk.ru> данные о своей деятельности [1], из которых выбрали девять параметров, характеризующих комбинат как поведенческую эргатическую систему.

ОАО «Соломбальский ЛДК» – крупнейший производитель пиломатериалов на Европейском Севере России. Основное направление производственной деятельности – выпуск экспортных пиломатериалов. Удельный вес экспортной продукции составляет более 65%. Сопутствующая продукция – тара, столлярно-строительные изделия и технологическая щепка для целлюлозно-бумажного производства. Мощность предприятия по распилу сырья – до 700 тыс. кубм в год. Продукция комбината хорошо известна в Англии, Германии, Франции, Нидерландах, Египте и других странах.

Исходные данные. Они были обобщены за 2006–2011 гг. и приведены в табл. 1.

Таблица 1
Технико-экономические показатели Соломбальского ЛДК

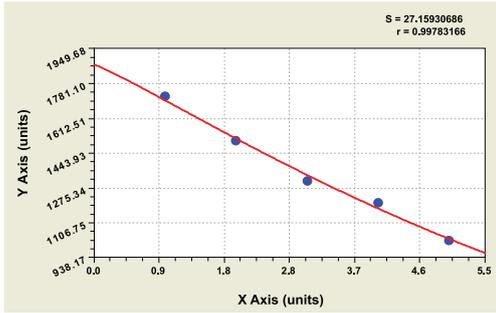
Год	Показатели деятельности лесопильно-деревообрабатывающего комбината								
	Q_p , тыс. м ³	T , млн. руб.	R , млн. руб.	P , тыс. м ³	P_3 , тыс. м ³	V , тыс. м ³	$Щ$, тыс. м ³	O , тыс. м ³	N , тыс. чел.
2006	532,896	1203,908	1314,885	244,415	234,039	10,376	186,850	97,655	2,048
2007	499,690	1505,023	1444,963	229,612	213,937	15,675	165,475	94,731	1,694
2008	552,138	1309,476	1365,439	267,644	259,227	8,417	197,504	108,943	1,564
2009	369,404	1022,458	1186,428	160,815	156,113	4,702	139,384	73,055	1,171
2010	515,766	1720,277	1702,354	228,523	220,821	7,702	184,063	105,327	1,202
2011	589,287	1865,385	1875,369	258,462	240,714	17,748	211,648	121,606	1,222

В табл. 1 были приняты следующие условные обозначения: Q_p – объем распиленного кругляка, тыс. м³; T – выпуск основной товарной продукции, млн. руб.; KK – реализация продукции – всего, млн. руб.; P – пиломатериалы (выпуск), тыс. м³; P_3 – экспортные пиломатериалы, тыс. м³; V – пиломатериалы на внутренний рынок, тыс. м³; $Щ$ – технологическая щепка (собственная), тыс. м³; O – объем опилок, тыс. м³; N – численность персонала, тыс. чел.

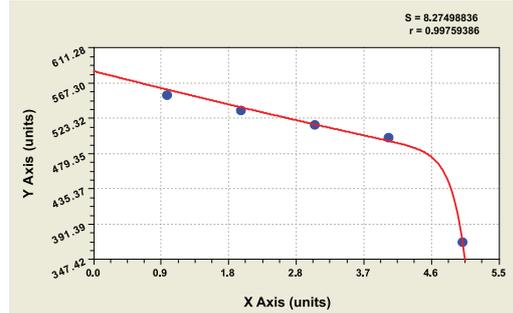
Проверка качества факторов. Проверка выполняется по закономер-

ностям рангового распределения значений у каждого фактора. При этом образуются так называемые монарные отношения между факторами (рис. 1), то есть отношение каждого фактора с самим собой.

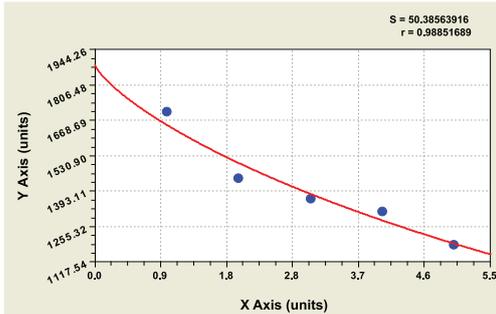
Направленность для роста ↑ или спада ↓ принимается по вектору «лучше → хуже». Из табл. 1 для «Соломбальский ЛДК» будут две группы параметров (табл. 2): а) рост ↑ для Q_p , T , R , P_3 и $Щ$; б) для оптимизации нужен спад ↓ параметров P , V , O и N .



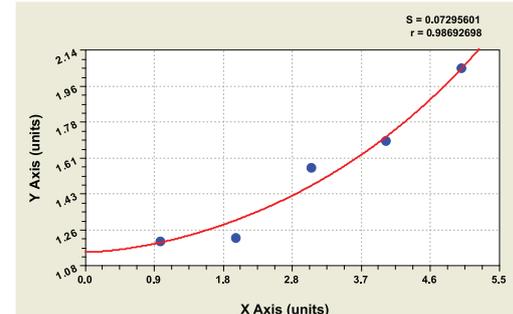
Основная товарная продукция



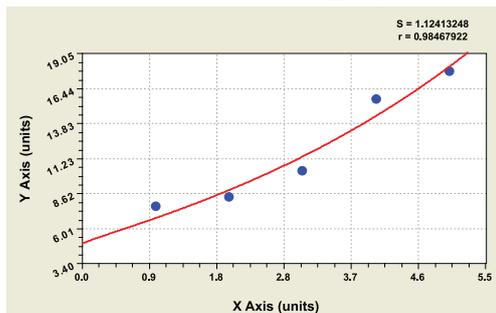
Объем распиленного кругляка



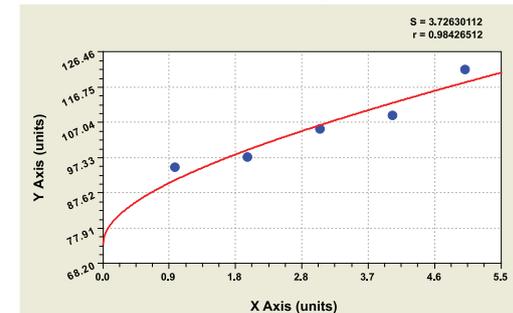
Реализация основной продукции



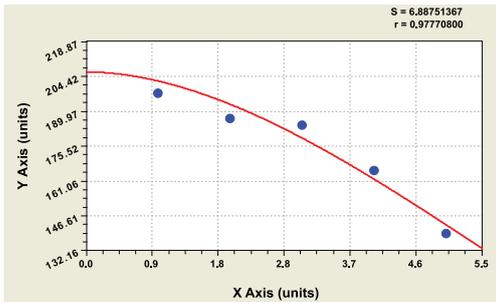
Численность персонала



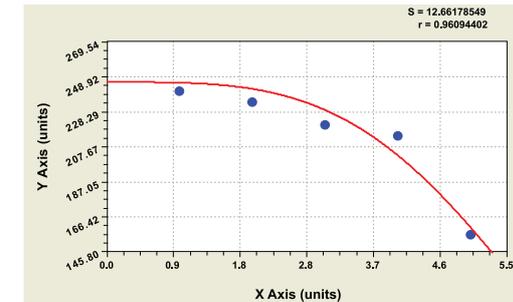
Пиломатериалы на внутр. нужды



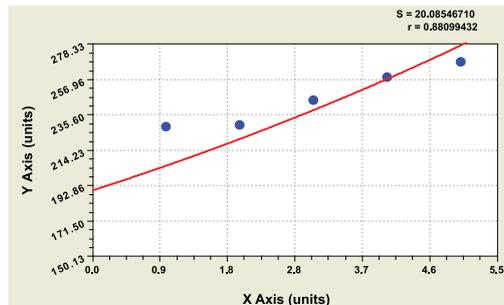
Объем древесных опилок



Объем технологической щепы



Экспортные пиломатериалы



Объем товарных пиломатериалов

Рис. 1. Графики ранговых распределений параметров функционирования Соломбальского ЛДК

Рейтинг ранговых распределений параметров

Место	Закономерность рангового распределения	r
1	$T = 1872,0058 \exp(-0,096890r^{1,13205})$	0,9978
2	$Q_p = 582,2218 \exp(-0,040323r) - 1,53884 \cdot 10^{-18} r^{28,38486}$	0,9976
3	$R = 1883,4652 \exp(-0,13164r^{0,77708})$	0,9885
4	$N = 1,15107 \exp(0,040852r^{1,64532})$	0,9869
5	$V = 4,91043 \exp(0,32918r^{0,85600})$	0,9847
6	$O = 73,60082 \exp(0,21498r^{0,48973})$	0,9843
7	$\Pi = 206,51123 \exp(-0,018807r^{1,84630})$	0,9777
8	$P_s = 245,75738 \exp(-0,0013851r^{3,56241})$	0,9609
9	$P = 190,12875 \exp(0,075697r)$	0,8810

Спад общего объема пиломатериалов заложен для возможности перехода на третий уровень технологического развития с началом производства древесных плит. На четвертом уровне необходимо выпускать целлюлозу и другие виды волокнистых древесных материалов [4].

В иерархии по таблице 2 добротности исходных данных показатель объема распиленных бревен имеет аномальную конструкцию рангового распределения с кризисной второй составляющей резкой интенсивности нарастания по показательному закону. Это указывает на возможный кризис в поступлении на комбинат достаточных объемов древесины [1].

Методика факторного анализа. Указанные девять факторов взаимно влияют друг на друга, образуя бинарные отношения. Методика факторного анализа дана в статьях [7, 8].

Полный факторный анализ включает предыдущие девять рейтинговые распределения и бинарные отношения между факторами. Общее количество формул будет равно $9^2 = 81$.

Данные табл. 1 обрабатывали в программной среде CurveExpert по модели

$$y = a_1 x^{a_2} \exp(-a_3 x^{a_4}) + a_5 x^{a_6} \exp(-a_7 x^{a_8}), \quad (1)$$

где y – показатель или зависимый фактор по табл. 1; x – объясняющая переменная или влияющий фактор; $a_1 \dots a_8$ – параметры модели (1), получаемые идентификацией в программной среде CurveExpert-1.38 или 1.40.

Рейтинг факторов. В табл. 3 приведены результаты факторного влияния. В двух последних столбцах приведен рейтинг по списку влияющих переменных, а по двум последним строкам – рейтинг факторов как показателей.

Таблица 3

Факторный анализ параметров функционирования Соломбальского ЛДК

Влияющий фактор	Зависимый показатель									Сумма коэффициент корреляции	Место I_x
	Q_p	T	R	P	P_s	V	Π	O	N		
Q_p , т. м ³	0,9976	0,6837	0,6704	0,9745	0,9546	0,5628	0,9813	0,9593	0,2699	7,0541	5
T , млн. р.	0,6998	0,9978	0,9901	0,5576	0,5048	0,6647	0,6670	0,8098	0,7816	6,6732	8
R , млн. р.	0,7577	0,9780	0,9885	0,6847	0,6659	0,6203	0,6972	0,8386	0,7086	6,9395	6
P , т. м ³	0,9729	0,6405	0,5602	0,8810	0,9930	0,6126	0,9290	0,8944	0,3907	6,8743	7
P_s , т. м ³	0,9640	0,6862	0,6036	0,9949	0,9609	0,6311	0,9152	0,8794	0,4358	7,0711	4
V , т. м ³	0,9964	0,6732	0,6280	0,9702	0,9669	0,9847	0,9931	0,9992	0,8163	8,0280	1
Π , т. м ³	0,9683	0,6581	0,7979	0,9615	0,9613	0,5380	0,9777	0,9713	0,6114	7,4455	2
O , т. м ³	0,9796	0,8045	0,8396	0,9505	0,9409	0,6203	0,9717	0,9843	0,0142	7,1056	3
N , т. чел.	0,3809	0,4007	0,4178	0,5527	0,5478	0,3150	0,2171	0,2922	0,9869	4,1111	9
Сумма Σ	7,7172	6,5227	6,4961	7,5276	7,4961	5,5495	7,3493	7,6285	5,0154	61,3024	-
Место I_y	1	6	7	3	4	8	5	2	9	-	0,7568

Коэффициент коррелятивной вариации для влияния девяти переменных на девять показателей будет равен $61,3024/9^2 = 0,7568$. Значение коррелятивной вариации сильное и оно показывает добротность подсистемы управления у Соломбальского ЛДК.

Этот критерий применяется при сравнении разных комбинатов, а также деятельности одного и того же предприятия в разные периоды времени.

На первом месте как влияющая переменная оказался объем пиломатериалов для внутреннего потребления. На втором месте находится объем технологической щепы, на третьем – объем опилок, а на четвертом – общий объем выпуска пиломатериалов. Таким образом, внутренние дела

комбината оказывают решающее влияние на его внешнее поведение. Поэтому опилки следует относить к выпускаемой продукции. Они зависят от качества лесопильных станков. Надо перейти от черновой обработки к чистовой распиловке пиловочника.

Как зависимый показатель на первом месте находится объем распиленного кругляка, на втором – объем опилок как измельченной части бревен, а на третьем – общий объем изготавливаемых на комбинате пиломатериалов. И только на четвертом месте – экспорт досок.

Выбор бинарных связей. Они определяются уровнем адекватности выявленных биотехнических закономерностей при коэффициенте корреляции не менее 0,7 (табл. 4).

Таблица 4
Сильные бинарные отношения между параметрами Соломбальского ЛДК

Влияющий фактор x	Зависимый показатель y							
	Q_p	T	R	P	P_3	Щ	O	N
Объем распиленного кругляка Q_p , т. м ³				0,9745	0,9546	0,9813	0,9593	
Товарная продукция T , млн. руб.			0,9901				0,8098	0,7816
Реализация продукции R , млн. руб.	0,7577	0,9780					0,8386	0,7086
Пиломатериалы (выпуск) P , т. м ³	0,9729				0,9930	0,9290	0,8944	
Экспортные пиломатериалы P_3 , т. м ³	0,9640			0,9949		0,9152	0,8794	
Пиломатериалы на вн. рынок V , т. м ³	0,9964			0,9702	0,9669	0,9931	0,9992	0,8163
Технологическая щепа $Щ$, т. м ³	0,9683		0,7979	0,9615	0,9613		0,9713	
Объем древесных опилок O , т. м ³	0,9796	0,8045	0,8396	0,9505	0,9409	0,9717		

Всего осталось 36 сильных бинарных факторных связей или $100 \cdot 36/81 = 44,44\%$. При этом исключился один влияющий фактор (количество работников) и один зависимый показатель (объем пиломатериалов на внутренний рынок). Эти строка и столбец исключены.

В табл. 5 остались пять почти однозначных бинарных отношений или 6,17%. Рассмотрим иерархию закономерностей по убыванию значений коэффициента корреляции (табл. 6).

Таблица 5
Бинары с коэффициентом корреляции $\geq 0,99$, тыс. м³

Влияющий фактор x	Зависимый показатель y				
	Q_p		P_3	Щ	O
Пиломатериалы (выпуск) P			0,9930		
Экспортные пиломатериалы P_3			0,9949		
Пиломатериалы на вн. рынок V	0,9964			0,9931	0,9992

Самой простой закономерностью по показательному закону является влияние $P \rightarrow P_3$. Тогда понятно [1], что основой производственных отношений является увеличение доли экспортных пиломатериалов. Но из влияния $P_3 \rightarrow P$ видно, что есть оптимум этой доли.

Однако дальнейшее технологическое развитие предприятия зависит от изменения закономерностей влияния объема пиломатериалов на внутреннем рынке, причем понимая под внутренним потреблением не само предприятие, а всю Архангельскую область и Россию.

Таблица 6

Почти однозначные бинарные отношения между параметрами Соломбальского ЛДК

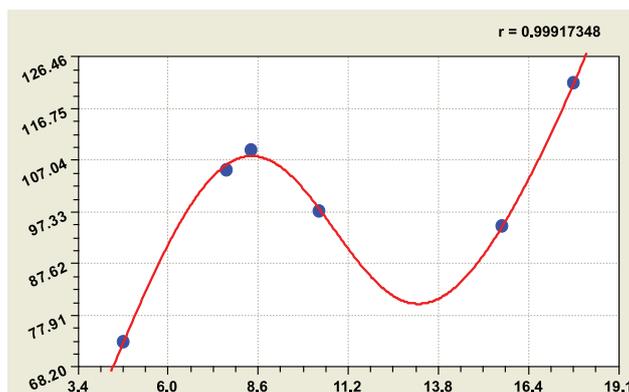
Влияние	Основной тренд модели (1)				Вторая составляющая модели (1)				Коэффициент корреляции
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	
$V \rightarrow O$	8,27173	0	-0,25824	0,81444	7,76694	1,26032	7,99410e-5	4,06056	0,9992
$V \rightarrow Q_p$	66,02738	0	-0,25231	0,75080	38,02996	1,15994	9,45410e-5	3,88076	0,9964
$P_3 \rightarrow P$	0,083173	1,55016	0,00022725	1,39639	0	0	0	0	0,9949
$V \rightarrow \Pi$	2,76451	0	-0,46786	0,77173	35,58261	0,83898	0,00012545	3,61223	0,9931
$P \rightarrow P_3$	1,11110	0,97195	0	0	0	0	0	0	0,9930

Рассмотрим каждую биотехническую закономерность по отдельности.

Влияние $V \rightarrow O$. Объем опилок зависит (рис. 1) в основном от условий вну-

тренного потребления пиломатериалов по двух членной биотехнической закономерности

$$O = 8,27173 \exp(0,25824V^{0,81444}) + 7,76694V^{1,26032} \exp(-7,99410 \cdot 10^{-5} V^{4,06056}). \quad (1)$$

Рис. 1. График влияния V (абсцисса) $\rightarrow O$ (ордината)

При применении технологии черновой распиловки рост объема опилок происходит по экспоненциальному закону. По второй составляющей модели (1) при объеме внутреннего потребления досок 8,5–9,0 тыс. м³ был максимум выхода опилок около 107 тыс. м³. По-видимому, была технологическая подготовка распиловочных станков, что при объеме V около 13,0 тыс. м³ привело к снижению объема опилок до 80 тыс. м³. Дальше влияние второй составляющей ис-

ключается и после $V > 15$ тыс. м³ происходит рост только по первой составляющей формулы (1). Для увеличения V , например, за счет распиловки давальческого пиловочника и поставки на юг России необходима кардинальная диверсификация технологий.

Влияние $V \rightarrow Q_p$. Объем кругляка во многом зависит (рис. 2) от технологической политики комбината в отношении реорганизации внутреннего потребления по формуле

$$Q_p = 66,02738 \exp(0,25231V^{0,75080}) + 38,02996V^{1,15994} \exp(-9,45410 \cdot 10^{-5} V^{3,88076}). \quad (2)$$

Рост объема распиленного кругляка устойчиво зависит от увеличения объемов поставок пиломатериалов на внутренний рынок. Стрессовое возбуждение по второй составляющей (2) является временным явлением на интервале V от 0 до 14 тыс. м³. Что-

бы заинтересовать поставщиков кругляка на комбинат, нужно всячески с ними развивать кооперацию. Например, резко увеличить объемы распиловки давальческого сырья. Тогда увеличится выход щепы из кусковых отходов и древесных опилок для топливных гранул.

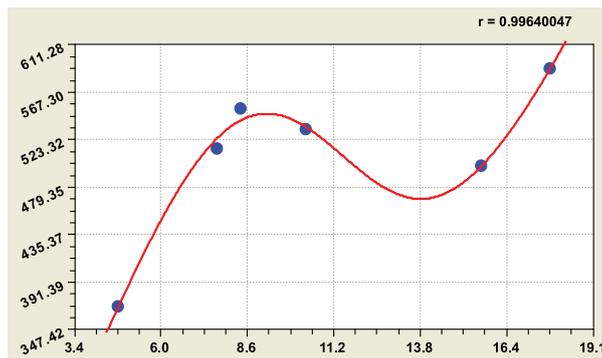


Рис. 2. График влияния V (абсцисса) $\rightarrow Q_p$ (ордината)

Влияние $P_3 \rightarrow P$. Это – главная тенденция поведения комбината. По формуле (рис. 3)

$$P = 0,083173P_3^{1,55016} \exp(-0,00022725P_3^{1,39639}). \quad (3)$$

происходит рост выпуска пиломатериалов, иногда и в ущерб внутреннему потреблению.

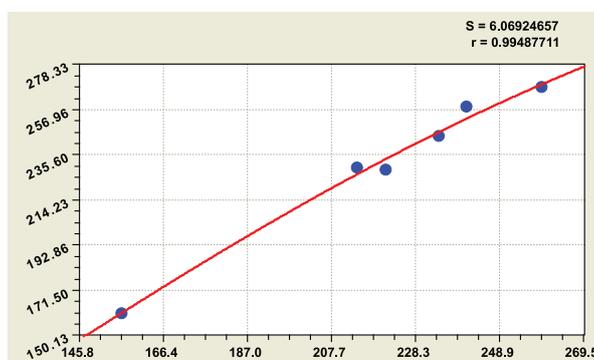


Рис. 3. График влияния P_3 (абсцисса) $\rightarrow P$ (ордината)

Расчеты в Excel показывают, что комбинат не может снизить экспорт меньше 140 тыс. м², а максимум экспорта теоретически может быть 280 тыс. м³. Но при этом на внутренне потребление будет выделено всего 5,5 тыс. м³.

Если на экспорт отправлять пиломатериалы по кооперации из давальческого пиловочника, то объем экспортных пиломатериалов может быть увеличен до

420 тыс. м (собственные 340 с внутренним потреблением 30 тыс. м³ и давальческие экспортные пиломатериалы в 110 тыс. м³). По-видимому, дальнейший рост будет ограничен производственной мощностью в 700 тыс. м³ [1] кругляка.

Влияние $V \rightarrow \text{Щ}$. Внутреннее потребление пиломатериалов влияет (рис. 4) на объемы производства технологической щепы по аналогичной двухчленной закономерности вида

$$\text{Щ} = 2,76451 \exp(0,46786V^{0,77173}) + 35,58261V^{0,83898} \exp(-0,00012545V^{3,61223}). \quad (4)$$

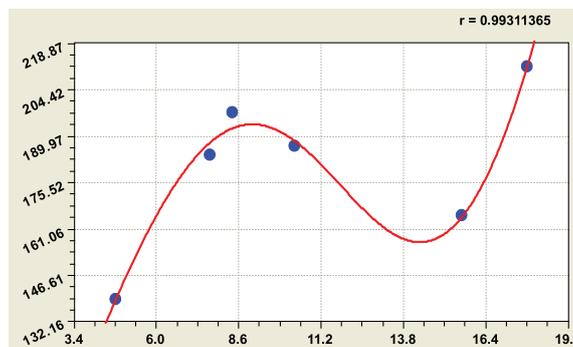


Рис. 4. График влияния (абсцисса) (ордината)

Для исключения второй составляющей модели (4) адаптационного возбуждения к внутренним потребностям в пиломатериалах необходимо соблюдать условие $V > 15$ тыс. м³.

По-видимому, кроме производства щепы, следует повысить разнообразие продукции в виде топливных гранул, брикетов и строительных материалов, например арболита, из низкокачественной щепы, коры и древесных опилок.

Влияние $P \rightarrow P_3$. Это влияние происходит (рис. 5) по показательному закону

$$P_3 = 1,11110P^{0,97195}. \quad (5)$$

Интенсивность роста 0,97195 меньше 1, поэтому рост выпуска экспортных пиломатериалов происходит с запаздыванием по объему. Заметим здесь, что отношение $\eta = P_3/P$ является коэффициентом полезного действия (КПД) и для Соломбальского ЛДК этот показатель определится простым математическим выражением вида

$$\eta = 1,11110P^{0,97195} / P = 1,11110P^{-0,02805}. \quad (6)$$

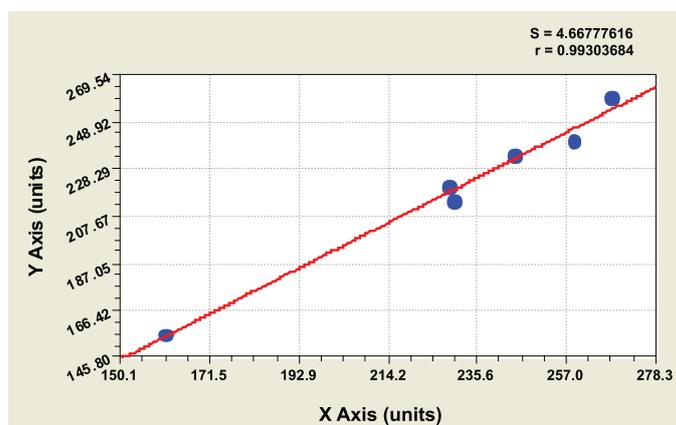


Рис. 5. График влияния (абсцисса)(ордината)

По формуле (5) получается, что минимально возможный объем выпуска пиломатериалов P_{\min} равен 40 тыс. м³. Это возможно из отборного пиловочника и тогда $\eta = 1$. При условии $P \geq 40$ получим из выражения (6) формулу

$$\eta = P^{-0,02805}, \quad (7)$$

дать выход экспортных пиломатериалов.

Например, при производственной мощности в 700 тыс. м³ пиломатериалов на экспорт направляется 647,2 и на внутренне потребление 52,8 тыс. м³ при КПД равном 0,925.

Такое напряжение трудно удержать при дальнейшем снижении качества кругляка.

Выводы

Результаты факторного анализа в статье имеют только методический характер из-за малого промежутка времени 2006 = 2011 гг. Для разработки прогнозных производственных рекомендаций нужны статистические данные за период не менее 10–12 лет, то есть с 2000 года. Однако методически ясно, что все 36 сильных бинарных отношений из табл. 4 вполне позволяют создать имитационную математическую модель, причем с рекуррентно вычисляемые закономерностями. Это позволит в ближайшем буду-

щем оперативно проводить оптимизацию процессов производства на следующий год. А закономерности будут итерационно уточняться по результатам функционирования после каждого года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Львов Н.П. Чтобы лес был ресурсом, а не «черным ящиком» // Правда Севера. Архангельская областная газета. 28.08.2012. – URL: Правда Севера.mht (Дата обращения 29.12.2012).
2. Мазуркин П.М. Базовые критерии лесопользования // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 6. – С. 17–32.
3. Мазуркин П.М. Геоэкономическая статистика сосны // Леса России и хозяйство в них. – 2009. – № 3. – С. 48–54.
4. Мазуркин П.М. Лесоаграрная Россия и мировая динамика лесопользования. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 334 с.
5. Мазуркин П.М. Лесная аренда и рациональное лесопользование. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 524 с.
6. Мазуркин П.М. Распределение фитомассы сосняка по пробным площадям // Леса России и хозяйство в них. – 2009. – № 3. – С. 22–31.
7. Мазуркин П.М. Факторный анализ таксационных показателей // Лесное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 39–40.
8. Мазуркин П.М. Факторный анализ таксационных показателей разновозрастного сосняка Сибири // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 12. – С. 41–48.
9. Мазуркин П.М., Светлакова Е.В. Экологическая оценка территории по ведомости перечета деревьев на лесосеке // Лесозащита: межвуз. сб. научн. тр. – Вып. 5. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – С. 77–82.

*«Экология и рациональное природопользование»,
Мальдивские острова, 15-22 февраля 2013 г.*

Химические науки

**ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД
ОТ ТОКСИЧНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ**

Пимнева Л.А.

*ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный
архитектурно-строительный университет»,
Тюмень, e-mail: l.pimneva@mail.ru*

Загрязнение водной среды ионами тяжелых металлов опасно для всей биосферы, а также свидетельствует о расточительном отношении к ресурсам. Со сточными водами гальванотехники теряется более 50% металлов, предназначенных для декоративных, защитных и других покрытий. Кроме того тяжелые металлы оказывают токсичное воздействие на живые и растительные организмы, имеют тенденцию к накоплению в пищевых цепочках, что усиливает их опасность для человека. Наиболее опасны ионные комплексные формы тяжелых металлов. Медь, марганец, кобальт, никель, цинк, кадмий, железо, хром относятся к группе токсичных тяжелых металлов. Это вызывает необходимость строгого контроля за их поступлением в окружающую среду, что требует на практике использования сравнительно недорогих, доступных методов их улавливания.

Промышленные сточные воды многих химических, текстильных, машиностроительных, электротехнических заводов, предприятий цветной металлургии и других отраслей промышленности в большей или меньшей степени загрязнены солями цветных и тяжелых металлов. Наиболее часто они загрязнены солями цинка, кадмия, меди, хрома, никеля, ртути, железа реже содержат кобальт, марганец. В сточных водах практически никогда не содержится только один вид катионов, а содержится смесь нескольких солей минеральных кислот. Чаще всего наряду с солью цветного металла содержатся соли железа, а также соляная кислота.

С каждым годом расширяется сфера использования редких металлов – это радиоэлектроника, металлургия, авиация, химическая промышленность. Высокая стоимость, сложность переработки редких металлов привели к необходимости получения тонких металлических пленок на поверхности деталей. Для этой цели в настоящее время в гальванической технике используются такие редкие металлы как индий, молибден, германий, галлий и таллий. Промывные воды, как правило, содержат достаточное количество этих элементов, что требует разработки новых способов их извлечения. Появилась необходимость решения ряда

технических, экономических и экологических проблем.

Эффективность и экономичность извлечения ионов цветных, тяжелых и редких металлов из сточных вод методом ионного обмена зависит от их концентрации в воде, рН, общей минерализации воды.

Гальваническое производство относится к разряду весьма опасных источников загрязнения окружающей среды. Существует необходимость рассматривать варианты бессточных систем водоиспользования с максимально возможным сокращением расхода свежей воды на промывку деталей.

Ионообменная очистка сточных вод от ионов металлов получает все большее распространение. С экономической точки зрения наиболее целесообразна ионообменная очистка не общего стока гальванического производства, а сточных вод, образующихся в отдельных технологических процессах и операциях и содержащих как можно меньше количества металлов и кислот. В этом случае переработка и возврат в производство концентрированных растворов, образующихся при регенерации ионитов и содержащих различные химические продукты, вызывает наименьшие трудности.

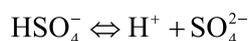
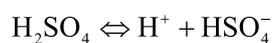
Ионообменные методы регенерации позволяют не только полностью извлекать цветные, тяжелые и редкие металлы из отработанных растворов, но также получать продукты регенерации в виде чистых солей металлов, пригодных для повторного использования в производстве с целью приготовления заново и корректировки работающих электролитов. Кроме того, получаемая после ионообменной обработки очищенная вода в большинстве случаев без дополнительной обработки может быть использована в качестве оборотной. Таким образом, использование ионообменных методов с целью регенерации металлов позволяет достичь практически безотходной технологии в гальванических производствах.

При обратимости ионного обмена процессы сорбции и десорбции являются взаимосвязанными. Условия, влияющие на процесс сорбции, оказывают влияние и на процесс десорбции, то есть определяют легкость и полноту десорбции ионов из катионита раствором того или иного электролита, расход и степень использования регенерирующего раствора. Скорость и полнота вымывания определяется не только свойствами сорбированного иона (заряд, размер, степень гидратации, способность образовывать ком-

плексные ионы), но и свойствами иона соли или кислоты элюента, его ионообменным средством к иониту данного типа, его концентраций.

В настоящей работе при исследовании процесса десорбции ионов металлов из фосфорнокислого катионита КФП-12 использованы растворы HCl, H₂SO₄, NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄. Процесс вымывания катионов металлов зависит от типа электролита, способности его вступать в реакции комплексообразования с сорбированными катионами, pH среды и концентрацией ионов металла в элюате.

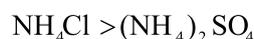
В водных растворах соляная и серная кислоты ведут себя как сильные электролиты, степень диссоциации 0,1 растворов соответственно равны 0,9 и 0,6. Серная кислота представляет собой двухосновную кислоту, ступенчатые константы диссоциации при температуре 25 °С (μ = 0) равны K₁ = 1·10³ и K₂ = 1,2·10⁻² [1]. Диссоциацию серной кислоты выражают уравнениями:



В зависимости от концентрации серной кислоты в растворах изменяется ионный состав [1]. Серная кислота в растворах менее диссоциирована в растворах, по сравнению с соляной кислотой. В таблице приведены данные по свойствам водных растворов соляной, серной кислот и их солей.

Приведенные данные по свойствам водных растворов кислот и солей показывает, что общим для них является вытесняющий катион H⁺ или NH₄⁺ (для солей). В результате разной степе-

ни диссоциации данных соединений наблюдается различие концентрации катионов и pH среды. Например, в ряду солей аммония степень диссоциации и, следовательно, концентрация свободных ионов аммония значительно уменьшается в ряду:



Отмеченные различия существенны и должны оказывать большое влияние на поведение катионов металлов при их вымывании из катионита КФП-12. Для катионов, связанных с функциональными группами катионита ионной связью определяющую роль в элюирующем растворе играет концентрация вытесняющего иона. Слабокислотный катионит КФП-12 обладает высоким средством к ионам водорода и низким к ионам аммония. Это обуславливает различие в вымывающей способности растворов минеральных кислот и аммонийных солей по отношению к ионам металлов, если последние не образуют хлоридных или сульфатных комплексов. В противном случае будет сказываться на вымывании прочность комплексных соединений. Например, медь (II), кобальт и никель образуют анионные хлоридные комплексы при концентрациях соляной кислоты соответственно: 4,0; 6,5 и 10–11 моль/дм³. Поведение катионов, связанных с ионогенной группой ионно-координационной связью, будет определяться pH среды и прочностью комплексов, образующихся при взаимодействии катиона металла с элюирующим раствором. В кислой среде возможно разрушение комплекса металла с ионогенной группой.

Коэффициенты активности соляной, серной кислот и их аммонийных солей в водных растворах при 25 °С [2]

Электролит	Коэффициент активности при концентрации электролита, моль/100 г					
	0,01	0,05	0,1	0,3	0,5	1,0
H ₂ SO ₄	0,544	0,340	0,266	0,183	0,156	0,132
HCl	0,905	0,831	0,796	0,777	0,789	0,871
(NH ₄) ₂ SO ₄	–	–	0,770	0,687	0,649	0,603
NH ₄ Cl	–	–	0,423	0,300	0,248	0,183

В этом случае катионы металла будут вымываться растворами кислот, но не будет наблюдаться вымывание растворами нейтральных солей. Необходимо добавить, что растворы минеральных кислот не всегда могут быть эффективными десорбентами. Это происходит в тех случаях, когда прочность комплексных соединений металла с ионогенной группой очень велика даже в кислых растворах. В этих случаях десорбирующий раствор должен содержать ион, который может взаимодействовать с сорбированным элементом с образованием более устойчивого комплексного соединения по сравнению с полимерным комплексом. Например, индий

десорбируется только растворами соляной кислоты. Эффективность соляной кислоты связана с образованием индийем анионных хлоридных комплексов.

Рассмотренные свойства соляной и серной кислот и их солей, как элюентов, с учетом комплексообразующих свойств катионита и способности сорбированных катионов элементов образовывать нейтральные или анионные комплексы, показывают, что различие в поведении катионов металлов на стадии десорбции должны проявляться при использовании растворов хлористого и сернокислого аммония. Способность ионогенных групп к протонированию

должна уравнивать поведение катионов, не образующих хлоридные или сульфатные комплексы, при десорбции катионита растворами соляной и серной кислот. Все отмеченное хорошо подтверждается экспериментальными данными.

Список литературы

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Справочник химика. – М.-Л.: Химия, 1966. – т. 2. – 234 с.

**«Современные наукоемкие технологии»,
Египет, 20-27 февраля 2013 г.**

Биологические науки

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛОДОВЫХ ВИНМАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ВЫБОРА ДРОЖЖЕЙ SACCHAROMYCES CEREVISIAE

Палагина М.В., Ширшова А.А.

ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный
университет», Владивосток,
e-mail: marina-palagina@yandex.ru

В последние годы винодельческие предприятия во всем мире в технологии виноматериалов широко применяют активные сухие дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* [1, 6]. Как известно, их применение наиболее технологично, поскольку исключает необходимость получения чистой культуры дрожжей, позволяет влиять на сохранение биологически активных веществ, содержащихся в сырье, и накопление ароматических продуктов вторичного брожения, определяющих букет готового вина [7]. В Дальневосточном регионе существует значительная сырьевая база для производства плодовых вин: культурные и дикорастущие плоды и ягоды [2, 8]. Дальневосточные дикоросы характеризуются оптимальным сбалансированным химическим составом, богаты витаминами, микроэлементами, ферментами, другими биологически активными веществами с широким спектром действия, которые могут восполнять дефицит ряда биологически активных веществ в организме человека, улучшать его основные физиологические функции, повышать иммунный статус [5].

В процессе приготовления вин обычно не все биологически активные вещества плодового сырья удается сохранить, поэтому важно выбрать расу дрожжей, применение, которой, позволит рационализировать этот процесс.

Таким образом, целью наших исследований явилось обоснование технологии виноматериалов из плодов дальневосточной смородины черной с учетом предварительного выбора активных сухих дрожжей.

Для выработки виноматериалов использовали следующее сырье: смородину черную, сорт «Богатая» (*Ribes nigrum*) согласно ГОСТ 6829-89. Данный сорт выведен на Дальневосточной опытной станции ВНИИР (г. Владивосток) путем скрещивания местной дикорастущей смородины и гибридов европейских сортов [3]; воду питьевую (СанПиН 2.1.4.1074–2001); сахар

песок (ГОСТ 21–94); аммоний фосфорнокислый двузамещенный (ГОСТ 3772–74); селекционированные сухие дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (расы LW317-29, LW317-30, LW 415-58 и CHA, фирмы «Erbisloeh», производства Германии). Качество сырья и вспомогательных материалов для приготовления вин соответствовало требованиям действующей нормативной документации и Гигиеническим требованиям к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078–2001, СанПиН 2.3.2.1280–2003).

После дробления ягод (до размера частиц 5–8 мм) отбирали аликвоты для теххимического контроля, исследовали сахара, титруемые кислоты и фенольные вещества (Гержилова, 2002), витамин С (ГОСТ 7047–55). Анализ химико-технологических показателей ягодного сырья выявил, что при низком уровне сахаров в смородине черной, количество органических кислот достаточно велико, однако, высокое содержание витамина С и фенольных веществ делает возможным использовать эту ягоду для получения плодовых виноматериалов даже при значительном разбавлении сула водой.

Для выбора рациональных параметров технологии виноматериалов из плодов черной смородины был проведен эксперимент по сбраживанию сула разными сухими дрожжами *S. cerevisiae*, производимыми фирмой «Erbisloeh» (Германия). В работе были использованы дрожжи *S. cerevisiae* следующих рас: LW317-29, LW317-30, LW415-58 и CHA. Эксперимент по сбраживанию сула проводили при температурах: 17, 22, 26 °С.

Раса LW317-29 (торговое название *Оеноферм Колор*, температура брожения 15–26 °С) обладает высокой устойчивостью к спирту и низкому пенообразованию. Раса LW317-30 (*Оеноферм Букет*, температура брожения 8–17 °С) особенно подходит для мягкого холодного брожения с сохранением аромата, при этом процесс брожения, а с ним и образование CO₂, замедляется. Раса LW415-58 (*Оеноферм Клостернойбург*, температура брожения 8–26 °С) позволяют получить качественные белые и красные виноматериалы, технология производства которых предусматривает настаивание и брожения сула на мезге. Раса CHA (*LittoLevure*, температура брожения 14–26 °С) используются для

производства высококачественных игристых вин, придает вину тонкие цветочные компоненты с легким фруктовым привкусом, с нерезкими дрожжевыми нотами и ореховыми ароматами.

В сусло вносили дрожжевую разводку, приготовленную согласно рекомендациям производителя (0,1 г дрожжей растворяли в 150 мл воды (28–30°C), выдерживали 15 мин, затем вносили в сусло). Через 24 часа, сусло отделяли от мезги. Так как было установлено, что ягоды смородины черной имели недостаточное количество сбраживаемых сахаров (9 г/дм³), а содержание кислот в них было высоко (30 г/дм³), сусло нуждалось в корректировке. Поэтому сусло разбавляли водой до требуемой кислотности и добавляли сахар (в виде сахарного сиропа концентрацией 75%). Для подавления спонтанной микрофлоры сусло сульфитировали аммонием фосфорнокислым двузамещенным из расчета 100 мг/дм³. Сусло бродило при температурах 17, 22 и 26°C до прекращения снижения содержания сахаров.

По окончании брожения виноматериалы осветляли воздействием низких температур (от 8 до 5°C в течение 5 суток) и снимали с осадка дрожжей. В полученных виноматериалах определяли следующие химико-технологические показатели: объемную долю этилового спирта (ГОСТ Р 51653–2000); массовую концентрацию сахаров (ГОСТ 13192–73); титруемых кислот (ГОСТ 51621–2000); фенольных веществ (Гержилова, 2002); остаточного экстракта (ГОСТ 51620–2000); витамина С (ГОСТ 7047–55).

При анализе полученных результатов было показано, что виноматериалы, сброженные дрожжами *S. cerevisiae* расы LW317-30 (Оеноферм Букет) при $t = 17...18^\circ\text{C}$, расы LW317-29 (Оеноферм Колор) и расы LW 415-58 (Оеноферм Клостернойбург) при $t = 21...22^\circ\text{C}$ отвечали требованиям ГОСТ 52836-2007 (содержание этилового спирта – 10,5–11,3%, сахаров – 0,3–4 г/дм³, титруемых кислот – 8–9 г/дм³, остаточного экстракта – 10,2–12,6 г/дм³. В виноматериалах, сброженных дрожжами расы *CHA* (LittoLevure) и в остальных вариантах эксперимента содержание остаточного экстракта было ниже требуемого ГОСТ 52836–2007.

Наибольшее содержание витамина С (6,1 мг%) и фенольных веществ (513 мг/дм³) было обнаружено в виноматериалах сброженных дрожжами *S. cerevisiae* расы LW317-30 (Оеноферм Букет, при $t = 17...18^\circ\text{C}$). В виноматериалах, сброженных дрожжами *S. cerevisiae* расы LW 415-58 (Оеноферм Клостернойбург, при $t = 21...22^\circ\text{C}$), содержание витамина С – 0,75 мг%, фенольных веществ – 432 мг/дм³. В виноматериалах, сброженных расой LW317-29 (Оеноферм Колор, при $t = 21...22^\circ\text{C}$), содержание витамина С – 0,6 мг%, фенольных веществ – 297 мг/дм³.

Таким образом, лучшие результаты по химико-технологическим показателям, главным образом, витаминам, в технологии виноматериалов из смородины черной сорта были получены при использовании дрожжей *S. cerevisiae* расы LW317-30 (Оеноферм Букет) при температуре 17...18°C. Полученный виноматериал был хорошо сложен, гармоничен, характеризовался прозрачностью с блеском, темно рубиновым цветом с гранатовыми тонами. Аромат – ягодный, с черносмородиновым и медовым тонами, вкус полный, с приятным послевкусием. Полученный виноматериал отвечал требованиям ГОСТ 52836–2007 и в дальнейшем был использован для приготовления новых вин.

Список литературы

1. Агеева, Н.М., Бойко, И.Е., Блягоз, Х.Р., Маркосов, В.А. Биохимические и микробиологические основы применения спонтанной микрофлоры в производстве вин. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2007. – 131 с.
2. Зориков П.С. Основные лекарственные растения Приморского края: учебное пособие. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 129 с.
3. Каталог сортовых полевых, овощных и плодово-ягодных культур, возделываемых в Приморском крае / под ред. А.К. Чайка. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 244 с.
4. Палагина М.В., Горбачева А.А., Захаренко Е.М., Тельтевская О.П. Новые виноматериалы из дальневосточного ягодного сырья для вин специальной технологии. // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 5. – С. 12–13.
5. Палагина М.В., Приходько Ю.В. Обоснование использования дальневосточных растений в качестве функциональных ингредиентов в технологии пищевых продуктов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2010. – № 4. – С. 24–26.
6. Соболев, Э.М. Технология натуральных и специальных вин. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгяя», 2004. – 400 с.
7. Тихонова А.Н., Стрибичева Л.И., Ежова Е.В., Качаева Н.Ю. Влияние штаммов активных сухих дрожжей на органолептику вина // Виноделие и виноградарство. – 2011. – № 1. – С. 23–25.

Медицинские науки

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ АДДИКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВ

Нагаева Д.В., Ахмадеев А.В.

Башкирский государственный университет,
Уфа, e-mail: mpha@ufanet.ru

Современные нейровизуализационные методы (компьютерная томография, магнитно-резонансная томография) позволяют проводить

раннюю диагностику многих заболеваний, а также выявлять группы риска в отношении болезней зависимости. Однако, они должны опираться на фундаментальные исследования, проводимые с использованием моделей заболеваний на экспериментальных животных. В ранее проведенных исследованиях, выполненных на крысах, была выявлена роль генотипа A_1/A_1 по локусу Taq 1A гена рецептора дофамина второго типа (DRD2) в ускорении темпов развития

толерантности к алкоголю и формирования психической зависимости. Также с помощью иммуноцитохимической реакции установлена локализация CART (cocaine-amphetamine-regulated transcript) пептида в ядрах миндалевидного комплекса мозга крысы (Ахмадеев, 2008). Целью данного сообщения является структурно-количественная характеристика МК крыс, различающихся по предпочтению алкоголя, выявленных после принудительной алкоголизации с помощью эксперимента с использованием двух поилок (с водой и 10% спиртом). Исследования проведены на 28 половозрелых крысах. Для измерения площади МК использовали высокоинформативные фронтальные срезы МК (Акмаев, Калимуллина, 1993), окрашенные крезилем фиолетовым по Нисслю и программу Image J 1.38 (USA). Результаты, статистически обработанные с помощью программы «Statistica 6», свидетельствуют о наличии асимметрии МК у самцов и самок предпочитающих алкоголь крыс (ПА) в отличие от не предпочитающих алкоголь (НА) крыс. У самцов ПА крыс площадь МК больше в левом полушарии, а у самок ПА крыс – в правом. Эти данные показывают, что при выявлении групп риска с помощью нейровизуализационных методов необходимо учитывать половую принадлежность обследуемых.

**РЕГЕНЕРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА:
ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ПРИМЕНЕНИЯ
КЛЕТОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Павлович Е.Р.

*НИИ Экспериментальной кардиологии РКНПК;
МБФ РНИМУ им. Н.И. Пирогова,
Москва, e-mail: erp114@rambler.ru*

В последние годы внимание медиков и биологов привлекают новые методы клеточной терапии ишемических и деструктивных поражений органов, основу которых составляют стабильные клеточные популяции (Бокерия, 2004; Ярыгин с соавт., 2005, 2006; Лебедев с соавт., 2008, 2010). При этом в качестве источников замещения поврежденных миоцитов сердца или нейронов и проводящих путей центральной нервной системы рассматриваются клетки пуповинной крови или мезенхимальные стволовые клетки, а также нейральные прогениторные клетки, что подробно освещено в ряде обзоров литературы (Стадников, Шевлюк, 2006; Гомазков, 2007; Охоботов с соавт,

2007; Forraz N., McGuckin, 2011; De Filippis, Binda, 2012; Naraguchi, et al., 2012). Предполагается направить клеточную дифференцировку по пути восстановления основных структурных составляющих этих органов для предотвращения формирования соединительнотканых рубцов (в сердце) или глиальных структур (в головном и спинном мозге), чтобы попытаться хотя бы частично воспроизвести утраченную при действии повреждающих факторов функцию. При этом экспериментаторы не всегда отдают себе отчет, в том, что в таких высокоспециализированных органах имеется тканевая и клеточная специфичность функционирующих структур, а также существуют взаимозависимые системы контроля жизнедеятельности основных клеточных элементов со стороны нервных и сосудистых систем регуляции. Так рабочий (сократительный) миокард сердца делится на компактный и трабекулярный и имеет специфические черты организации в разных камерах сердца и у разных видов животных (Румянцев, 1982). Проводящий миокард сердца состоит из ряда взаимоподчиненных узлов и пучков, регулирующих работу всех камер органа (Павлович, 1998; 2006). Различия проводящего и рабочего миокарда определяются как соотношением различных тканевых и клеточных компонентов, так и характером их кровоснабжения и типом их иннервации, имеющем возрастную, половую и видовую специфичность. Также и в спинном мозге имеются специфические черты организации серого и белого вещества в зависимости от уровня сегмента (его положении в органе) и принадлежности в конкретном рогу, канатику или пути у млекопитающих разного вида и возраста. Существует также опасность появления тератом или новообразований (Стадников, Шевлюк, 2006), которые будут развиваться самостоятельно и в обход нормального регенераторного морфогенеза каждого конкретного поврежденного органа, что только ухудшит его функциональное состояние. Поэтому применение новых клеточных технологий требует длительного доклинического испытания на лабораторных животных и помимо этических проблем (например при использовании эмбрионального материала), имеет еще и проблемы гностического характера, связанные с незнанием многих фундаментальных законов устройства живой материи и невозможностью предсказания отдаленных последствий медико-биологических экспериментов и прогнозирования результатов вмешательства в природные биосистемы.

«Иновационные технологии»,
Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-28 февраля 2013 г.

Технические науки

ВРЕМЕННЫЕ ДИСТРИБУТИВНЫЕ АСИНХРОННЫЕ АВТОМАТЫ

Кудряшова Е.С., Хусаинов А.А.,
Лошманов А.Ю.

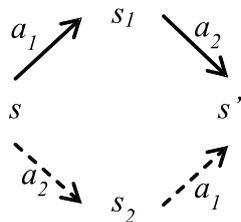
ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический университет»,
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: naj198282@mail.ru

Дистрибутивным асинхронным автоматом называется пятерка $(S, s_0, E, I, Tran)$, состоящая из множеств S и E , элемента $s_0 \in S$, отношения $Tran \subseteq S \times E \times S$ и семейства антирефлексивных симметричных отношений $I \subseteq (I_s)_{s \in S}, I_s \subseteq E \times E$. Должны быть выполнены следующие условия:

- i Если $(s, a, s') \in Tran$ и $(s, a, s'') \in Tran$, то $s' = s''$
- ii Для любых

$$s \in S, (a_1, a_2) \in I_s, (s, a_1, s_1) \in Tran, \\ (s_1, a_2, s') \in Tran,$$

существует такое $s_2 \in S$, что $(s, a_2, s_2) \in Tran$ и $(s_2, a_1, s') \in Tran$ (см. рисунок).



Аксиома (ii) для дистрибутивных асинхронных автоматов

Всякую асинхронную систему $(S, s_0, E, I, Tran)$ можно рассматривать как дистрибутивный асинхронный автомат, полагая $I_s = I$ для всех $s \in S$.

Определим сеть Петри как пятерку $(P, T, pre, post, M_0)$, состоящую из конечных множеств P и T , функций $M_0: P \rightarrow \mathbb{N}, pre: T \rightarrow \mathbb{N}^P, post: T \rightarrow \mathbb{N}^P$. Здесь \mathbb{N}^P обозначает множество всех функций $P \rightarrow \mathbb{N}$. Элементы $p \in P$ называются местами, $t \in T$ – переходами, $M \in \mathbb{N}^P$ – маркировками, а M_0 – начальной маркировкой. Определим отношение порядка на \mathbb{N}^P , полагая $M \leq M'$, если для всех $p \in P$ верно $M(p) \leq M'(p)$. Сумму и разность функций определим как $(M \pm M')(p) = M(p) \pm M'(p)$. Для $M, M' \in \mathbb{N}^P$ и $t \in T$ запись $M \xrightarrow{t} M'$ будет означать, что выполнены условия $M \geq pre(t)$ и $M' = M - pre(t) + post(t)$. В этом случае будем говорить, что маркировка M' получена из M с помощью срабатывания перехода t .

$$(s_0, 0, 0) \xrightarrow{eft(a_1)} (s_0, eft(a_1), eft(a_1)) \xrightarrow{a_1} (s_1, \#, eft(a_1)) \xrightarrow{eft(a_2)-eft(a_1)} (s_1, \#, eft(a_2)) \xrightarrow{a_2} (s_3, \#, \#)$$

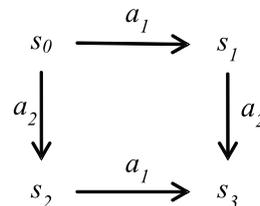
Пусть $(P, T, pre, post, M_0)$ – сеть Петри. Обозначим $t = \{p \in P: pre(t)(p) \neq 0\}$. Сеть Петри $(P, T, pre, post, M_0)$ определяет дистрибутивный асинхронный автомат $(S, s_0, E, I, Tran), S = \mathbb{N}^P, E = T, s_0 = M_0, Tran = \{(M, t, M') \in \mathbb{N}^P \times T \times \mathbb{N}^P$

существует $M \xrightarrow{t} M'\}$, для которого $I_m = \{(t_1, t_2) \in T \times T: M \geq pre(t_1) \text{ и } t_1 \cap t_2 = \emptyset\}$.

Временная сеть Петри это кортеж (N, eft, lft) , где N – сеть Петри, $eft: T \rightarrow \mathbb{N}, lft: T \rightarrow \mathbb{N}$ – функции, описывающие соответственно раннее и позднее время доступности переходов, которые удовлетворяют ограничению $eft(t) \leq lft(t)$ для каждого $t \in T$. Обобщим определение временной сети Петри. Обозначим через $\mathbb{R}_{\geq 0}$ множество всех неотрицательных вещественных чисел. Временным дистрибутивным асинхронным автоматом (A, eft, lft) называется дистрибутивный асинхронный автомат $A = (S, s_0, E, I, Tran)$ вместе с парой функций $eft: E \rightarrow \mathbb{R}_{\geq 0}, lft: E \rightarrow \mathbb{R}_{\geq 0} \cup \{\infty\}$, удовлетворяющих для всех $a \in E$ неравенству $eft(a) \leq lft(a)$.

Введем временные состояния. Определим отображение $S \times E \rightarrow S \sqcup \{*\}$, полагая $s \cdot a = s'$, если $(s, a, s') \in Tran$. Если таких $s' \in S$ не существует, то положим $s \cdot a = *$. Временным состоянием временного дистрибутивного асинхронного автомата (A, eft, lft) называется пара (s, h) , состоящая из $s' \in mS$ и функции $h: E \rightarrow \mathbb{R}_{\geq 0} \cup \{\#\}$, таких что $s \cdot a \in S \Rightarrow h(a) \leq lft(a)$ и $s \cdot a = * \Rightarrow h(a) = \#$. Каждое действие $a \in E$ имеет «часы». В начале работы временное состояние равно (s_0, h_0) , где $h_0(a) = 0$, если существует $s' \in S$ и переход $s \xrightarrow{a} s'$.

Рассмотрим асинхронную систему, состоящую из двух независимых действий a_1 и a_2 и четырех состояний



для которых известны $eft(a_i)$ и $lft(a_i), i \in \{1, 2\}$. Вычислим минимальное время выполнения операций, приводящих к состоянию s_3 . Временные состояния (s, h) будем рассматривать как тройки (s, τ_1, τ_2) . Пусть $eft(a_1) \leq eft(a_2)$. Тогда возможен следующий путь выполнения:

Легко видеть, что полученное время, равное сумме $eft(a_1) + eft(a_2) - eft(a_1)$ будет минимальным. Следовательно, в общем случае минимальное время будет равно $\max(eft(a_1), eft(a_2))$. Аналогично получим, что максимальное время выполнения действий будет равно $\max(lft(a_1), lft(a_2))$.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЦЕНОК НА ОСНОВЕ ЭНТРОПИИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ КРИПТОСТОЙКОСТИ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ

Сен Н.Д., Котляров В.П., Григорьев Я.Ю.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: naj198282@mail.ru

Объектом исследования являются методы криптографических преобразований данных. Предмет исследования – криптостойкость. Исходные данные представлены в виде цветного изображения в формате gif, 400×296 пикселей. Алгоритмы шифрования – гаммирование, DES, TripleDES, Rijndael; режимы шифрования – ECB, CBC, CFB. Поиск энтропии исходных и зашифрованных данных осуществляется по классической формуле Шеннона [2]. Выявлены два подхода к определению энтропии изображений (RGB):

– энтропия изображения находится как сумма энтропии каналов изображения;

– энтропия изображения вычисляется в зависимости от вхождений цветов в изображение.

В первом подходе [3] для расчета энтропии изображения $H(X)$ необходимо определить энтропию каждого из каналов изображения. Пусть вектор C – канал изображения X , $C = \{R, G, B\}$. Тогда энтропия канала изображения определяется по формуле Шеннона:

$$H(C) = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right),$$

где C – канал изображения X ; p_i – вероятность, определяемая как частное от деления количества появлений i -го байта ($i = 0...255$) в канале изображения C к числу байт канала C изображения X . Так как энтропия независимых источников равна сумме энтропии источников, то энтропия всего изображения $H(X)$ определяется как сумма энтропии каналов изображения:

$$H(X) = \sum H(C),$$

где C – канал изображения X , $C = \{R, G, B\}$.

В соответствии со вторым подходом энтропия изображения вычисляется по формуле Шеннона, однако вероятности определяются иным образом:

$$H(X) = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \left(\frac{1}{p_i} \right),$$

где X – изображение; p_i – вероятность, определяемая как частное от деления количества вхождений пикселя i -го цвета (RGB) к количеству пикселей изображения X .

Пусть $H_1(X)$ и $H_1(Y)$ – энтропии исходного и зашифрованного изображения, рассчитанные первым способом, а $H_2(X)$ и $H_2(Y)$ – вторым способом соответственно. Энтропия зашифрованного изображения, «зашумленного» ранее, рассчитанная первым и вторым способом – $H_{ga1}(Y)$ и $H_{ga2}(Y)$. Начальная энтропия $H_1(X) = 14,81$, $H_2(X) = 5,57$.

При использовании и первого, и второго способа расчета энтропии наблюдается схожая тенденция – шифрование в режиме ECB является наиболее «слабым», что подтверждается визуально. Наиболее «сильным» является шифрование DES, TripleDES, Rijndael в режиме CBC, при «зашумлении» исходных данных – Rijndael в режиме CBC. Энтропия $H_{ga1}(Y)$ и $H_{ga2}(Y)$ практически не меняется относительно $H_1(Y)$ и $H_2(Y)$, а в ряде случаев – значительно меньше. Таким образом, выполняемые преобразования над исходными данными существенно не добавляют вариации цвета изображения. Недостатком подхода является то, что энтропия не учитывает сложность формирования структуры данных и если изображение зашумлено, то оно всё равно формально обладает большим количеством информации [4]. Следовательно, оценивание на основе энтропии не является достаточным условием для принятия решений о стойкости криптопреобразований.

Список литературы

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М., 2002.
2. Shannon, C. E A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal, 1948.
3. Ковалев Д.С. Представление и сжатие данных // НГУ, спецкурс. – Режим доступа: <http://nsu.videosoft.org/2010/tasks/task1/>, свободный.
4. Бутенков С.А. энтропийный подход к оценке качества гранулирования многомерных данных // КИИ. – 2008.

О ПОРЯДКЕ, ПРАВИЛАХ И ОПЫТЕ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АУКЦИОНОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ НА ОСНОВЕ Ф3-94

Чудинов А.В., Трещёв И.А., Григорьева А.Л.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, e-mail: naj198282@mail.ru

Люди не так ясно понимали механизмы контроля за процессом проведения аукционов. Но со временем, как и везде, в этой области многие придумали обходные пути, для того, чтобы закупать товары и услуги у predeterminedного до аукциона поставщика. Придумывались хитрые технические задания, менялись цены в ходе вскрытия конвертов поставщиков, усложнялись условия осуществления конкурсов.

В итоге в большинстве случаев стороннему поставщику выиграть аукцион было практически невозможно. Открытый аукцион в электронной форме – это тот же самый аукцион, но только в виртуальном его исполнении, и участникам нет необходимости присутствовать на аукционе физически. Участникам не надо присылать заявки на бумажных носителях в адрес заказчика, нет необходимости, в случае победы в торгах, оформлять бумажные договоры и высылать их почтой.

Вся техническая информация для проведения аукциона, сам аукцион с предложением цен и конечные договора предоставляются в электронной форме. Это накладывает определенные требования на участников торгов, которые должны пройти обязательные процедуры по аккредитации. Организаторы же должны создать все условия для проведения электронных аукционов. Заказчикам, которые собираются объявить аукцион для государственных нужд и на государственные деньги, теперь необходимо сделать следующее:

1. Получить ЭЦП (электронную цифровую подпись) в уполномоченном удостоверяющем центре Федерального казначейства, по месту регистрации предприятия. Выдача ЭЦП производится на безвозмездной основе. Для этого нужно в центр регистрации предоставить определенный пакет документов.

2. Проверить ЭЦП на сайте электронной площадке. Зарегистрироваться на одном или нескольких из сайтов, электронных площадок.

3. Заключить договор с электронной площадкой на обслуживание. Договор заключается на безвозмездной основе (единожды).

4. Установить программное обеспечение для работы с электронной площадкой.

5. Разместить на электронной площадке техническое задание и извещение о проведении аукциона.

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) – это реквизит электронного документа, получаемый посредством его кодирования с помощью закрытого ключа. Всегда можно проверить принадлежность подписи владельцу сертификата ключа ЭЦП. Использование ЭЦП защищает документ от внесения изменений после того, как документ подписан.

Поставщикам для участия в аукционах необходимо сделать почти все то же самое, за малым исключением:

1. Необходимо получить ЭЦП в удостоверяющих центрах (УЦ) электронной площадки,

для каждой из площадок они разные. Если ЭЦП уже есть, необходимо проверить ЭЦП на сайте электронной площадки. Получение ЭЦП для поставщиков является платной услугой.

2. Пройти процедуру авторизации ЭЦП (Крипто-Про 3.6.6497, LISSI 1.3.6., ViPNetCSP 3.2.4).

3. Пройти процедуру аккредитации, предоставив определенный пакет документов.

4. Перечислить на счет оператора электронной площадки денежные средства для обеспечения заявки участия в аукционе.

5. Далее поставщик может участвовать в аукционе.

Технические задания (задания на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг) – ключевой раздел конкурсной документации и документации об аукционе, в котором должны быть предельно подробно определены стоящие перед исполнителем задачи, а также объемы и перечень товаров, работ, услуг, являющихся предметом конкурса или аукциона. Техническое задание должно содержать требования: к качеству, техническим характеристикам товара, работ, услуг; к их безопасности; функциональным характеристикам (потребительским свойствам) товара; к размерам, упаковке, отгрузке товара; к результатам работ и иные показатели, связанные с определением соответствия поставляемого товара, выполняемых работ, оказываемых услуг потребностям заказчика.

В конкурсной документации (документации об аукционе) должен быть приведен полный и конечный перечень товаров, работ, услуг, которые будет поставлять, выполнять или оказывать победитель торгов, так как на этапе исполнения контракта изменению могут подлежать только количественные и объемные показатели в пределах ограничений, накладываемых нормами Закона № 94-ФЗ. Хотелось бы отметить, что ТЗ должно соответствовать не только нормам закона № 94-ФЗ, но и антимонопольному законодательству. Иными словами не ограничивать конкуренцию, т.е. на рынке должно быть два или более товаров от разных производителей.

Список литературы

1. О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд : федер. закон от 21.07.2005 г. № 94-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2011.

2. Гречка Э. Новые правила проведения государственных закупок // GBI-MAGAZINE.RU: Журнал ЖБИ и конструкции. 2010. – URL: <http://www.gbi-magazine.ru/index.php/n3-2010-/245-2010-07-22-16-20-06> (дата обращения: 25.03.2012)

«Технические науки и современное производство»,
Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.

Химические науки

**ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЛИ**

Федоров А.Я., Мелентьева Т.А.,
Мелентьева М.А.

Тульский институт управления и бизнеса
им. Н.Д. Демидова;

Тульский педагогический университет
им. Л.Н. Толстого;

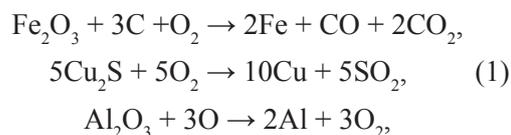
Российская музыкальная академия им. Гнессиных,
Тула, e-mail: afedal520@yandex.ru

Из всех изверженных из земных недр пород наиболее широко распространены базальты – эффузионные образования, связанные с базальтовым магматизмом. Семейство базальтов петрологами обычно подразделяются на два больших типа: толеиновые базальты и щелочные оливиновые базальты. Толеиновые базальты состоят из двух пироксенов (авгита и бедного кальцием собственно пироксена) и плагиоклаза. В них также может присутствовать оливин. Щелочные оливиновые базальты отличаются наличием только одного пироксена (авгивита) в парагенезисе с плагиоклазом и оливином. Они особенно характерны для океанических островов. Толеитовые базальты главным образом встречаются в глубоководных частях океанов, вдоль океанических хребтов, а также в форме покровных базальтов на материке. Континентальные телеиты имеют несколько более высокое содержание кальция и кремнезема по сравнению с океаническими телеитами.

В регионах распространение древней и современной вулканической деятельности в настоящее время доказана тесная и пространственная связь базальтов и андезитов как эффузионных образований с их интрузивными аналогами в виде габброидов и диоритов. Общность химических составов этих вулканических пород

и интрузивных пород указывает на единство их глубинного происхождения [1].

Многие металлургические процессы основаны на переработке железосодержащих пород. Они основаны на восстановлении металлов из руд, где они содержатся преимущественно в виде окислов или сульфидов с помощью термических и электролитических реакций. Наиболее характерные химические реакции имеют вид:



где Fe_2O_3 , Al_2O_3 – оксиды железа и алюминия; Cu_2S – сульфид меди; С – углерод; O_2 – молекулярный кислород; О – атомарный кислород; Fe, Cu, Al – получаемые металлы; CO – оксид углерода; CO_2 – диоксид углерода; SO_2 – диоксид серы. Технологическая цепь в черной металлургии включает производство окатышей и агломератов, доменное, сталеплавильное, прокатное, ферросплавное, литейное производство и другие вспомогательные производства [2–4]. Все металлургические переделы сопровождаются интенсивным загрязнением среды (таблица). В коксохимическом производстве дополнительно выделяются ароматические углеводороды, фенолы, аммиак, цианиды и целый ряд других веществ. Черная металлургия потребляет большое количество воды. Хотя промышленные нужды на 80–90% удовлетворяются за счет систем оборотного водоснабжения, забор свежей воды и сброс загрязненных стоков достигают очень больших объемов, соответственно порядка 25–30 м³ и 10–15 м³ на 1 т продукции полного цикла. Со стоками в водные объекты поступают значительные количества взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, соединений тяжелых металлов.

Газовые выбросы основных переделов черной металлургии в кг/т соответствующего продукта

Выбросы	Производство			
	Агломерационное	Доменное	Сталепл.	Прокат.
Пыль	20–25	100–110	13–32	0,1–0,2
CO	20–50	500–600	0,4–0,6	0,7*
SO ₂	3–25	0,2–0,3	4–35	0,4*
NO ₂			0,3–3	0,5*
H ₂ S		10–60		

Примечание. * кг/м² поверхности металла.

Технологии химической промышленности со всеми ее отраслями (неорганическая химия, нефтегазохимия, лесохимия, оргсинтез, фармакологическая химия, микробиологическая промышленность и др.) содержат множество незамкнутых материальных циклов. Основными источниками вредных эмиссий являются процессы производства неорганических кислот и щелочей, синтетического каучука, минеральных удобрений, ядохимикатов, пластмасс, красителей, растворителей, моющих средств, крекинг нефти. Кроме того, являются процессы очистки технологического газа [5]. В техногенных потоках поллютантов ключевое место занимают транспортирующие среды – воздух и вода.

Обычно химический процесс получения металлов заключается в восстановлении данного металла – обычно оксида или сульфида – до свободного металла. В качестве восстановителя обычно применяют уголь, чаще всего в виде кокса (КМЗ, РМЗ) [6].

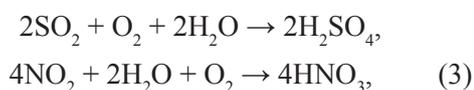
Россия занимает невыгодное географическое положение по отношению к трансграничному переносу аэрополлютантов. В связи с преобладанием западных ветров значительную долю загрязнения воздушного бассейна Европейской территории России (ЕТР) дает аэрогенный перенос из стран Западной и Центральной Европы и ближнего зарубежья.

Для интегральной оценки состояния воздушного бассейна применяют индекс суммарного загрязнения атмосферы:

$$I_m = \sum_{i=1}^m (q_i \cdot A_i)^{C_i}, \quad (2)$$

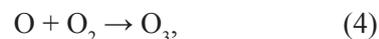
где q_i – средняя за год концентрация в воздухе i -го вещества; A_i – коэффициент опасности i -го вещества, обратный ПДК этого вещества; C_i – коэффициент, зависящий от класса опасности вещества. I_m является упрощенным показателем и рассчитывается обычно для $m = 5$ – наиболее значимых концентраций веществ, определяющих загрязнение воздуха. В эту пятерку чаще других попадают такие вещества как бензопирен, формальдегид, фенол, аммиак, диоксид азота, сероуглерод, пыль. Индекс I_m изменяется от долей единицы до 15–20 – чрезвычайных условий загрязнения.

По ряду показателей, в первую очередь по массе и распространенности вредных эффектов, атмосферным загрязнителем номер один является диоксид серы. Поступление в атмосферу больших количеств SO_2 и окислов азота приводит к заметному снижению pH атмосферных осадков. Это происходит из-за вторичных реакций в атмосфере, приводящих к образованию сильных кислот. В этих реакциях участвует кислород и пары воды, а также частицы техногенной пыли в качестве катализатора:

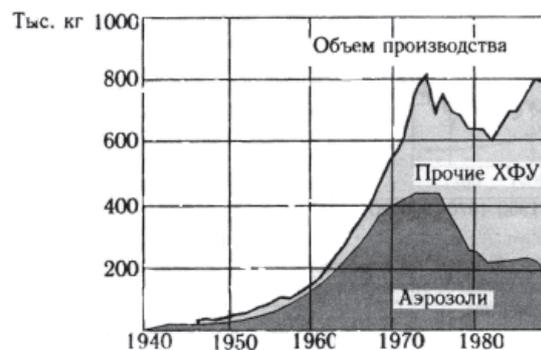


где H_2SO_4 , HNO_3 – серная и азотная кислоты. В атмосфере оказывается и ряд промежуточных продуктов указанных реакций. Растворение кислот в атмосферной влаге приводит к выпадению кислотных дождей. В промышленных районах и в зонах атмосферного заноса окислов серы и азота pH дождевой воды колеблется от 3 до 5. Кислотные осадки особенно опасны в районах с кислыми почвами и низкой буферностью природных вод. Это приводит к неблагоприятным изменениям в водных экосистемах. Природные комплексы Южной Канады и Серной Европы уже давно ощущают действие кислых осадков.

В 70-х годах появились сообщения о региональных снижениях озона в стратосфере. Особенно заметной стала сезонно пульсирующая озоновая дыра над Антарктидой площадью более 10 млн км², где содержание O_3 за 80-е годы уменьшилось почти на 50%. Поскольку ослабление озонового экрана чрезвычайно опасно для всей наземной биоты и для здоровья людей, эти данные привлекли внимание ученых, а затем всего общества. Большинство специалистов склоняется к мнению о техногенном происхождении озоновых дыр. Наиболее обоснованно предположение, согласно которому главной причиной является попадание в верхние слои атмосферы техногенного хлора и фтора, а также других атомов и радикалов, способных чрезвычайно активно присоединять атомарный кислород, тем самым конкурируя с реакцией:



где O_3 – озон. Занос активных галогенов в верхние слои атмосферы опосредован летучими хлорфторуглеродами (ХФУ) типа фреонов, которые, будучи в обычных условиях инертными и нетоксичными, под действием коротковолновых ультрафиолетовых лучей в стратосфере распадаются. Хлорфторуглероды обладают рядом полезных свойств, обусловивших широкое их применение в холодильных установках, кондиционерах, аэрозольных баллончиках, огнетушителях и др. (рисунок). С 1950 г. объем мирового производства ХФУ ежегодно возрастал на 7–10%.



Мировое производство хлорфторуглеродов

В последующем были приняты международные соглашения, обязывающие стран – участниц сократить использование ХФУ. США еще в 1978 г. ввели запрет на использование ХФУ – аэрозолей. Но расширение других областей применения ХФУ снова привело к росту их мирового производства. Переход промышленности к новым озоносберегающим технологиям связан с большими финансовыми затратами. В последние десятилетия появились и другие, чисто технические пути заноса активных разрушителей озона в стратосферу: ядерные взрывы в атмосфере, выбросы сверхзвуковых самолетов, запуски ракет и космических кораблей многократного использования. Не исключено, однако, что часть наблюдаемого ослабления озонового экрана Земли связана не с техногенными

выбросами, а с вековыми колебаниями аэрохимических свойств атмосферы и независимыми изменениями климата.

Список литературы

1. Ивашов П.В. Ландшафтно-геохимические исследования на базальтовых массивах. – М.: Из-во «Дальнаука», 2003. – 323 с.
2. Акимова Т.А., Кузьмин А.П., Хаскин В.В. Экология. – М.: Из-во «ЮНИТИ», 2001. – 343 с.
3. Мазур И.И. Курс инженерной экологии. – М.: Из-во «Высшая школа», 1999. – 446 с.
4. Экология; под ред. Терехиной Л.А. – Тула: Из-во «ТГПУ», 2004. – 221 с.
5. Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А. Процесс очистки технологического газа. – Тула: Из-во «ТулГУ» Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности», 2009. – Вып. 3. – С. 47–52.
6. Федоров А.Я., Мелентьева Т.А., Мелентьева М.А. Моделирование металлургических процессов. – М.: Из-во «Академия Естественных наук», 2011. – С. 56–58.

**«Управление производством и природными ресурсами»,
Австралия, 26 марта - 6 апреля 2013 г.**

Технические науки

**ГЛАЗУРОВАНИЕ СТЕНОВЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
АВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ МЕТОДОМ
ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ**

¹Бессмертный В.С., ²Ильина И.А.,
²Бондаренко Н.И., ¹Антропова И.А.,
²Клименко В.Г.

¹Белгородский университет кооперации,
экономики и права, Белгород;

²Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова, Белгород

Стеновые строительные материалы автоклавного твердения, в частности силикатный кирпич, являются одним из востребованных строительных материалов. С целью повышения их эстетико-потребительских свойств на промышленных предприятиях в настоящее время широко используется объемное окрашивание. Однако, данная традиционная технология повышает себестоимость конечного продукта за счет использования относительно дорогостоящих красителей и удлинения технологической стадии изготовления за счет введения в массу красителей и их усреднения.

Более эффективной является технология глазурования силикатного кирпича, предусматривающая плавление его лицевой поверхности факелом низкотемпературной плазмы. При этом на лицевой поверхности образуется привлекательный глазурный слой цвета морской волны. Путем предварительной пропитки поверхностного слоя различными солями металлов можно получить различные цветовые оттенки.

Однако данная технология обладает рядом недостатков. При высокотемпературной обработке лицевой поверхности силикатного кирпича плазменным факелом в его поверхностных слоях

происходят процессы дегидратации. Термоудар приводит к образованию микротрещин. Данные процессы существенно влияют на снижение прочности сцепления покрытия с подложкой.

С целью устранения последствий дегидратации в поверхностном слое силикатного кирпича и устранения последствий термоудара нами предложено производить оплавление лицевой поверхности сразу после формования до автоклавной обработки конечного продукта.

Это способствует залечиванию образовавшихся микротрещин и практическому устранению последствий дегидратации в поверхностном слое силикатного кирпича. В результате такой важнейший эксплуатационный показатель, характеризующий надежность и долговечность, как прочность сцепления покрытия с подложкой возрастает в 1,7–1,9 раза.

Технология предусматривает следующие операции: прессование полуфабриката → установка на пластинчатый конвейер полуфабрикатов → обдув (подогрев) отходящими газами лицевой поверхности полуфабрикатов → набрызгивание на лицевую поверхность полуфабрикатов водных растворов жидкого стекла с растворами солей → плазменное оплавление лицевой поверхности → автоклавная обработка полуфабрикатов с глазурованной поверхностью → сортировка готовых изделий.

Морозостойкость изделий, которую определяют по стандартной методике, составляла 35 циклов замораживания–оттаивания.

Испытания на истираемость показали, что покрытие удовлетворяет требованиям стандартов. По величине водостойкости глазурованное покрытие относится к III гидролитическому классу.

Разработанная технология рекомендуется к широкому промышленному внедрению.

*Медицинские науки***ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ОШИБОК
ПРИ ЗАКРЫТЫХ ТРАВМАХ СЕЛЕЗЕНКИ**

Масляков В.В., Авраменко А.В.

*НГОУ ВПО «Саратовский филиал Самарского
медицинского института» «РЕАВИЗ», Саратов,
e-mail: maslyakov@inbox.ru*

Диагностика закрытых повреждений селезенки нередко вызывает определенные затруднения. Часто это связано с отсутствием ярко выраженной картины повреждения, особенно у лиц, находящихся в состоянии алкогольного опьянения, при утаивании факта травмы, а также вследствие тяжелого состояния пострадавшего при сочетанных и множественных травмах. Известно, что диагноз внутрибрюшного кровотечения в первые 1–2 часа после госпитализации без применения дополнительных методов исследования удается поставить лишь в 45% наблюдениях.

Целью исследования явилось изучение основных причин, приведших к задержке хирургического вмешательства у больных с закрытыми травмами селезенки. Для достижения цели проведен анализ исходов лечения 472 пациентов, оперированных по поводу закрытой травмы живота, приведшей к разрыву селезенки. Из 472 больных, госпитализированных с закрытыми травмами живота, сочетанные и множественные повреждения отмечены у 280 (59,3%) человек, изолированные повреждения – у 192 (40,7%). При использовании только УЗИ в 2,1% наблюдений, диагностические ошибки допущены у 4-х больных, что привело к задержке с операцией на пять часов. Считаем,

что неинвазивная диагностика полезна при двухфазных разрывах селезенки. На нашем материале инвазивные методы обследования успешно использованы в 447 (94,7%) наблюдениях. При этом лапароскопия с методикой «шарящего катетера» применен в 154 (32,6%) случаях, а лапароскопия – у 293 (59,9%) больных. Обращает на себя внимание, что из 472 пациентов с закрытыми повреждениями селезенки у 238 (50,4%), хирургическое вмешательство выполнено позже 6 часов. Наиболее распространенной причиной запоздалых хирургических вмешательств явилась поздняя обращаемость больных за медицинской помощью – 203 человека. Среди других причин, приведших к задержке с операцией, можно отметить сокрытие больным факта травмы. На нашем материале подобная причина диагностического затруднения зарегистрирована в семи случаях. Лишь 17 наблюдений, в которых операция также была задержана, можно считать врачебной ошибкой. В четырех случаях это связано с неверным толкованием данных ультразвукового исследования. У 8 больных, находящихся в коматозном состоянии вследствие черепно-мозговой травмы, диагностические ошибки обусловлены невозможностью сбора анамнеза.

Таким образом, наши исследования показывают, что диагностика закрытых повреждений селезенки в ряде случаев вызывает определенные затруднения. Выход из сложной диагностической ситуации связан с применением инвазивных методов исследования. Абсолютным показанием к их выполнению служат множественные и сочетанные повреждения, а также коматозное состояние больного.

*Технические науки***АНАЛИЗ УСТАНОВКИ СЕЛЕКТИВНОЙ
ОЧИСТКИ МАСЕЛ ФЕНОЛОМ**

Раджаб Мохамед, Леденёв С.М.

*Волгоградский государственный технический
университет, Волгоград, e-mail: leon_rajab@mail.ru*

В связи с повышением требований к качеству смазочных масел, возрастанием роли экологических проблем при производстве и применении масел появилась необходимость усовершенствования процессов селективной очистки масляного сырья с целью увеличения глубины очистки и улучшения экологических свойств реагентов и товарных масел.

На установке селективной очистки масел фенолом типа А-37/1 производится экстрактор с внутренними контактными устройствами выполненные в виде клапанных тарелок. Данная

конструкция экстрактора позволяет получать стабильный уровень качества остаточного рафинада с выходом до 70%.

Проведенный структурно-функциональный анализ действующей установки позволил выделить основные подсистемы и их функции, сформировать технические требования к работе данной системы, а так же предложить пути совершенствования её работы. Известно [1], что эффективность протекания процесса селективной очистки в значительной степени зависит от применяемого растворителя. В связи с этим одним из вариантов путей совершенствования работы установки может быть замена фенола на N-метилпирролидон (N-МП), который обладает более высокой селективностью и растворяющей способностью по сравнению с фенолом. Меньшие вязкость и эмульгируемость смеси N-МП — масло обеспечивает более быстрое

расслоение фаз по сравнению с этим процессом при фенольной очистке, что повышает производительность экстракционных колонн. *N*-МП не образует азеотропных смесей при кипении с водой, что упрощает его регенерацию и снижает энергозатраты, не требуется использовать антирастворитель (воду) при экстракции. Кроме того важным преимуществом *N*-МП является его низкая токсичность.

Таким образом, замена растворителя на действующей установке селективной очистки масел позволит повысить качество получаемых базовых масел, решает ряд экологических проблем и приведет к улучшению технико-экономических показателей.

Список литературы

1. Новый справочник химика и технолога. Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ. – Т.3. – Ч.1. – СПб., 2002. – 988 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАДИИ ПОДГОТОВКИ ПРОПАНА НА УСТАНОВКЕ ДЕАСФАЛЬТИЗАЦИИ ГУДРОНА

Саклаков Р.Н., Харитонов И.А.,
Анищенко О.В.

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: roman-s.89@mail.ru

Процесс деасфальтизации гудрона предназначен для удаления асфальто-смолистых веществ из гудрона с целью получения остаточного компонента базовых масел.

На основании структурно-функционального анализа установки деасфальтизации гудрона пропаном было выявлено, что одной из главных проблем данного процесса являются большие затраты на эксплуатацию. Главным образом, данная проблема имеет место на стадии подготовки пропана.

На данной стадии происходит охлаждение и сжатие отделенного от продукта пропана.

Основная часть паров пропана, отделенных от продукта в паровых испарителях, охлаждается и конденсируется в шести параллельно работающих конденсаторах. Данные конденсаторы представляют собой кожухотрубные теплообменники с плавающей головкой. Такая конструкция обеспечивает компенсацию температурных деформаций и предохраняет корпус и трубки от повреждений, но вместе с тем имеет существенный недостаток. Сама плавающая головка сравнительно быстро изнашивается вследствие коррозии и воздействия высоких давлений и приходит в негодность, в результате чего перестает обеспечивать компенсацию температурных деформаций.

Также использование шести аппаратов требует повышенных затрат охлаждающей воды.

В качестве решения данных проблем можно предложить использование более надежных и эффективных пластинчатых теплообменников фирмы Альфа Лаваль.[1] Конструкция данных теплообменников обеспечивает высокое расчетное давление, что обеспечивает их прочность и надежность. К преимуществам пластинчатого теплообменника над кожухотрубным также относятся более высокий коэффициент теплопередачи при аналогичной потере давления, простота обслуживания, менее трудоемкий монтаж, возможность регулировать поверхность теплообмена путем добавления или уменьшения количества пластин.

Применение пластинчатых теплообменников на стадии охлаждения пропана вместо кожухотрубных позволит уменьшить количество аппаратов и снизить общие затраты на функционирование стадии подготовки пропана процесса деасфальтизации гудрона.

Список литературы

1. Пат. 2455604 Р.Ф., МПК F28D9/00. Пластинчатый теплообменник / Х. Ларссон [и др.]; патентообладатель: Альфа Лаваль Корпорейт АБ. – заявлено 04.04.2008; опубликовано 10.07.2012.

Химические науки

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ

Потёмкин И.П., Леденев С.М.

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: john_potemkin@mail.ru

Процессы гидроочистки нефтяных дистиллятов являются одними из наиболее распространенных на нефтеперерабатывающих предприятиях. В соответствии со стандартом требований к качеству автобензинов Евро-5, введенный с 1 января 2009 года, содержание серы в них не должно превышать 10 ppm. Кроме того, проведение процесса риформинга бензиновых фракций на би- и полиметаллических катализаторах требует ограничения содержания серы в сырье

до 10⁻⁴% (масс.). В связи с этим получаемые прямогонные бензиновые фракции подвергаются предварительной гидроочистке.

Установка каталитического риформинга ПР-22-35-11/1000 мощностью 1 млн т в год с блоком вторичной ректификации и предварительной гидроочисткой предназначена для получения на каталитической системе S-120 высокооктанового компонента товарных автомобильных бензинов (октановое число – 98 пунктов) из бензиновой фракции 105–185 °С.

Для определения способов интенсификации данного промышленного процесса был проведен структурно-функциональный анализ работы установки, позволивший выявить основные проблемы и способы их решения, а так же положительные и отрицательные результаты функ-

ционирования технологической схемы. Проведенный анализ показал, что промышленная реализация процесса сопряжена с дезактивацией катализаторов, происходящей в результате многих причин, главной из которых является отложение механических примесей, кокса, смол между гранулами катализатора и, как следствие, снижение активности его работы.

В результате проведенного патентно-информационного поиска путей совершенствования процесса подготовки сырья риформинга, предлагается заменить действующую каталитическую систему гидроочистки на алюмокобальтмолибденовый катализатор НКЮ-100. Замена каталитической системы позволит не только понизить содержание сернистых соединений в исходной бензиновой фракции до 0,1–0,3 ppm, но и позволит проводить дезактивацию катализатора с минимальной скоростью [1].

Список литературы

1. Олтырев А.Г. Закономерности производства и применения катализаторов промышленных процессов гидроочистки и риформинга бензиновых фракций: автореф. дис. ... – М., 2009. – 24 с.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ЗАМЕНЕ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА УСТАНОВКЕ ГИДРООЧИСТКИ МАСЕЛ НА НПЗ

Ульянова О.И., Зотов Ю.Л., Рябов А.Л.

ФГБОУ «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград,
e-mail: oksa1690@mail.ru

На установке гидроочистки масел типа Г-24/1 масляного и нефтехимического производства для подачи 15%-го раствора моноэтаноламина (МЭА) в абсорбер в настоящее время используются поршневые паровые насосы марки ПДГ 25/45. Его основные достоинства – это взрывобезопасность, надежность в работе, плавное регулирование подачи и давления на выходе, простота конструкции и обслуживания. Насосы ПДГ особенно хороши в тех случаях, когда имеется дешевый пар, отсутствует электроэнергия или по каким-либо причинам ее

применить нельзя. Насос ПДГ используемый на производстве в настоящее время потребляет при расходе МЭА $Q = 12,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ 900 кг/ч пара. При цене пара 830 руб. за 1000 кг, затраты на пар составляют 747 руб. в час, или 17928 руб. в сутки.

Проведенный нами анализ показал, что для подачи МЭА можно подобрать центробежный герметичный насос типа БЭН. Например, насос БЭН-805, мощностью $N_{\text{дв}} = 55 \text{ кВт}$. При замене насоса ПДГ на БЭН сократятся расходы на обслуживание насоса и расходы энергопотребления. При стоимости электроэнергии 2,40 руб. за 1 кВт, стоимость потребленной электроэнергии составит 132 руб. в час или сутки 3168 руб. в сутки. Кроме того насос центробежный по своим характеристикам и назначению ничем не уступает паровому. Он предназначен для перекачивания в стационарных условиях нейтральных, химически активных, агрессивных, токсичных, горючих и содержащих вредные вещества всех классов опасности жидкостей (в том числе сжиженных газов), пары которых могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Сведем полученные данные в таблицу.

Сравнительные данные для действующего насоса и предлагаемого

Марка насоса	ПДГ 25/45	БЭН-805
Подача МЭА, м ³ /ч	12,5	12,5
Затраты на пар/электроэнергию, руб. в час	747,0	132,0
Затраты на пар/электроэнергию, руб. в сутки	17928,0	3168,0

Приведенные данные позволяют рекомендовать замену насоса для подачи раствора моноэтаноламина (МЭА) в абсорбер на установке гидроочистки масел типа Г-24/1 масляного и нефтехимического производства НПЗ.

Список литературы

1. Специальные насосы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nasos.info/catalog.php?mode=cat&type=49&page=7> (дата обращения: 07.12.12).

**В журнале Российской Академии Естествознания
«Современные наукоемкие технологии» публикуются:**

Журнал публикует обзорные и теоретические статьи, материалы международных научных конференций (тезисы докладов) по:

- 1. Физико-математическим наукам.**
- 2. Химическим наукам.**
- 3. Геолого-минералогическим наукам.**
- 4. Техническим наукам.**

Редакция журнала просит авторов при направлении статей в печать руководствоваться изложенными ниже правилами. Работы, присланные без соблюдения перечисленных правил, возвращаются авторам без рассмотрения.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

По техническим наукам принимаются статьи по следующим направлениям:

- 05.02.00 Машиностроение и машиноведение
- 05.03.00 Обработка конструкционных материалов в машиностроении
- 05.04.00 Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение
- 05.05.00 Транспортное, горное и строительное машиностроение
- 05.09.00 Электротехника
- 05.11.00 Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы
- 05.12.00 Радиотехника и связь
- 05.13.00 Информатика, вычислительная техника и управление
- 05.16.00 Металлургия
- 05.17.00 Химическая технология
- 05.18.00 Технология продовольственных продуктов
- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем
- 05.21.00 Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева
- 05.22.00 Транспорт
- 05.23.00 Строительство
- 05.26.00 Безопасность деятельности человека

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

1. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

2. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

3. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

4. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной статьи – не более 10 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

5. Объем статьи не должен превышать 8 страниц формата А4 (1 страница – 2000 знаков, шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1,5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы.

6. При предъявлении рукописи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющейся в библиотеках.

7. К рукописи должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках.

Реферат объемом до 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты.

Реферат подготавливается на русском и английском языках.

Используемый шрифт – курсив, размер шрифта – 10 пт.

Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.

8. Обязательное указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

9. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

10. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

11. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

12. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

13. В редакцию по электронной почте edition@rae.ru необходимо предоставить публикуемые материалы, сопроводительное письмо и копию платежного документа. Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

14. Рукописи статей, оформленные не по правилам не рассматриваются. Присланные рукописи обратно не возвращаются. Не допускается направление в редакцию работ, которые посланы в другие издания или напечатаны в них.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 615.035.4

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

¹Шварц Ю.Г., ¹Артанова Е.Л., ¹Салеева Е.В., ¹Соколов И.М.

¹ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздрава России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированное в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульта в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS

¹Shvarts Y.G., ¹Artanova E.L., ¹Saleeva E.V., ¹Sokolov I.M.

¹Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B.Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalized relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

Список литературы

1....

Список литературы

Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и пристатейных списков литературы)

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T. P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369-385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412.

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.У. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

Диссертации

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис.... канд. полит, наук. – М.. 2002. – С. 54-55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион, конф. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьянских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125-128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL: <http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL: <http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткие сообщения представляются объемом не более 1 стр. машинописного текста без иллюстраций. Электронный вариант краткого сообщения может быть направлен по электронной почте edition@rae.ru.

ФИНАНСОВЫЕ УСЛОВИЯ

Статьи, представленные членами Академии (профессорами РАЕ, членами-корреспондентами, действительными членами с указанием номера диплома) публикуются на льготных условиях. Члены РАЕ могут представить на льготных условиях не более одной статьи в номер.

Для членов РАЕ стоимость одной публикации – 350 рублей.

Для других специалистов (не членов РАЕ) стоимость одной публикации – 1250 рублей.

Публикация для аспирантов бесплатно (единственный автор).

Краткие сообщения публикуются без ограничений количества представленных материалов от автора (300 рублей для членов РАЕ и 400 рублей для других специалистов). Краткие сообщения, как правило, не рецензируются. Материалы кратких сообщений могут быть отклонены редакцией по этическим соображениям, а также в виду явного противоречия здравому смыслу. Краткие сообщения публикуются в течение двух месяцев.

Оплата вносится перечислением на расчетный счет.

Получатель ИНН 5837035110 КПП 583701001 ООО «Издательство «Академия Естествознания»	Сч. №	40702810822000010498
	БИК	
Банк получателя АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва	Сч. №	30101810500000000976

Назначение платежа: Издательские услуги. Без НДС. ФИО.

Публикуемые материалы, сопроводительное письмо, копия платежного документа направляются по адресу:

– г. Москва, 105037, а/я 47, АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ, редакция журнала «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (для статей)

или

– по электронной почте: edition@rae.ru. При получении материалов для опубликования по электронной почте в течение семи рабочих дней редакцией высылается подтверждение о получении работы.

☎ (499)-7041341, (8452)-477677,

(8452)-534116

Факс (8452)-477677

✉ stukova@rae.ru;

edition@rae.ru

<http://www.rae.ru>;

<http://www.congressinform.ru>

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№ п/п	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул. Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул. Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул. Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николаямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул. Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул. Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п. 10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20, комн. 401.

УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

ДЛЯ ВАШЕГО УДОБСТВА ПРЕДЛАГАЕМ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ
ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Стоимость подписки

На 1 месяц (2012 г.)	На 6 месяцев (2012 г.)	На 12 месяцев (2012 г.)
720 руб. (один номер)	4320 руб. (шесть номеров)	8640 руб. (двенадцать номеров)

Заполните приведенную ниже форму и оплатите в любом отделении сбербанка.

✂

Извещение	СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>		
	ООО «Издательство «Академия Естествознания»		
	<small>(наименование получателя платежа)</small>		
	ИНН 5837035110	40702810822000010498	
	<small>(ИНН получателя платежа)</small>	<small>(номер счёта получателя платежа)</small>	
	АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва		
	<small>(наименование банка получателя платежа)</small>		
	БИК 044525976	30101810500000000976	
	КПП 583701001	<small>(№ кор./сч. банка получателя платежа)</small>	
	Кассир	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____			
Подписка на журнал « _____ »			
<small>(наименование платежа)</small>			
Сумма платежа _____ руб. _____ коп.		Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.	
Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201_г.	
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
Подпись плательщика _____			
Квитанция		СБЕРБАНК РОССИИ <i>Форма № ПД-4</i>	
		ООО «Издательство «Академия Естествознания»	
	<small>(наименование получателя платежа)</small>		
	ИНН 5837035110	40702810822000010498	
	<small>(ИНН получателя платежа)</small>	<small>(номер счёта получателя платежа)</small>	
	АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва		
	<small>(наименование банка получателя платежа)</small>		
	БИК 044525976	30101810500000000976	
	КПП 583701001	<small>(№ кор./сч. банка получателя платежа)</small>	
	Кассир	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____			
Подписка на журнал « _____ »			
<small>(наименование платежа)</small>			
Сумма платежа _____ руб. _____ коп.		Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.	
Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201_г.	
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
Подпись плательщика _____			

✂

Копию документа об оплате вместе с подписной карточкой необходимо выслать по факсу 845-2-47-76-77 или **E-mail: stukova@rae.ru**

Подписная карточка

Ф.И.О. ПОЛУЧАТЕЛЯ (ПОЛНОСТЬЮ)	
АДРЕС ДЛЯ ВЫСЫЛКИ ЗАКАЗНОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ (ИНДЕКС ОБЯЗАТЕЛЬНО)	
НАЗВАНИЕ ЖУРНАЛА (укажите номер и год)	
Телефон (указать код города)	
E-mail, ФАКС	

ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по **E-mail: stukova@rae.ru**.

Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):

Для физических лиц – 615 рублей

Для юридических лиц – 1350 рублей

Для иностранных ученых – 1000 рублей

ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА

Информация об оплате способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
Сканкопия платежного документа об оплате	
ФИО получателя полностью	
Адрес для высылки заказной корреспонденции индекс обязательно	
ФИО полностью первого автора запрашиваемой работы	
Название публикации	
Название журнала, номер и год	
Место работы	
Должность	
Ученая степень, звание	
Телефон (указать код города)	
E-mail	

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 845-2-47-76-77.

По запросу (факс 845-2-47-76-77, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (РАЕ)

РАЕ зарегистрирована 27 июля 1995 г.

в Главном Управлении Министерства Юстиции РФ в г. Москва

Академия Естествознания рассматривает науку как национальное достояние, определяющее будущее нашей страны и считает поддержку науки приоритетной задачей. Важнейшими принципами научной политики Академии являются:

- опора на отечественный потенциал в развитии российского общества;
- свобода научного творчества, последовательная демократизация научной сферы, обеспечение открытости и гласности при формировании и реализации научной политики;
- стимулирование развития фундаментальных научных исследований;
- сохранение и развитие ведущих отечественных научных школ;
- создание условий для здоровой конкуренции и предпринимательства в сфере науки и техники, стимулирование и поддержка инновационной деятельности;
- интеграция науки и образования, развитие целостной системы подготовки квалифицированных научных кадров всех уровней;

– защита прав интеллектуальной собственности исследователей на результаты научной деятельности;

– обеспечение беспрепятственного доступа к открытой информации и прав свободного обмена ею;

– развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций различных форм собственности, поддержка малого инновационного предпринимательства;

– формирование экономических условий для широкого использования достижений науки, содействие распространению ключевых для российского технологического уклада научно-технических нововведений;

– повышение престижности научного труда, создание достойных условий жизни ученых и специалистов;

– пропаганда современных достижений науки, ее значимости для будущего России;

– защита прав и интересов российских ученых.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АКАДЕМИИ

1. Содействие развитию отечественной науки, образования и культуры, как важнейших условий экономического и духовного возрождения России.

2. Содействие фундаментальным и прикладным научным исследованиям.

3. Содействие сотрудничеству в области науки, образования и культуры.

СТРУКТУРА АКАДЕМИИ

Региональные отделения функционируют в 61 субъекте Российской Федерации. В составе РАЕ 24 секции: физико-математические науки, химические науки, биологические науки, геолого-минералогические науки, технические науки, сельскохозяйственные науки, географические науки, педагогические науки, медицинские науки, фармацевтические науки, ветеринарные науки, экономические науки, философские науки, проблемы развития ноосферы, экология животных, исторические науки, регионоведение, психологические науки, экология и здоровье населения, юридические науки, культурология и искусствоведение, экологические технологии, филологические науки.

Членами Академии являются более 5000 человек. В их числе 265 действитель-

ных членов академии, более 1000 членов-корреспондентов, 630 профессоров РАЕ, 9 советников. Почетными академиками РАЕ являются ряд выдающихся деятелей науки, культуры, известных политических деятелей, организаторов производства.

В Академии представлены ученые России, Украины, Белоруссии, Узбекистана, Туркменистана, Германии, Австрии, Югославии, Израиля, США.

В состав Академии Естествознания входят (в качестве коллективных членов, юридически самостоятельных подразделений, дочерних организаций, ассоциированных членов и др.) общественные, производственные и коммерческие организации. В Академии представлено около 350 вузов, НИИ и других научных учреждений и организаций России.

ЧЛЕНСТВО В АКАДЕМИИ

Уставом Академии установлены следующие формы членства в академии.

1) профессор Академии

2) коллективный член Академии

3) советник Академии

4) член-корреспондент Академии

5) действительный член Академии (академик)

6) почетный член Академии (почетный академик)

Ученое звание профессора РАЕ присваивается преподавателям высших и средних учебных заведений, лицеев, гимназий, колледжей, высококвалифицированным специалистам (в том числе и не имеющим ученой степени) с целью признания их достижений в профессиональной, научно-педагогической деятельности и стимулирования развития инновационных процессов.

Коллективным членом может быть региональное отделение (межрайонное объединение), включающее не менее 5 человек и выбирающее руководителя объединения. Региональные отделения могут быть как юридическими, так и не юридическими лицами.

Членом-корреспондентом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, внесшие значительный вклад в развитие отечественной науки.

Действительным членом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, ученое звание профессора и ранее избранные членами-корреспондентами РАЕ, внесшие выдающийся вклад в развитие отечественной науки.

Почетными членами Академии могут быть отечественные и зарубежные специалисты, имеющие значительные заслуги в развитии науки, а также особые заслуги перед Академией. Права почетных членов Академии устанавливаются Президиумом Академии.

С подробным перечнем документов можно ознакомиться на сайте www.rae.ru

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Региональными отделениями под эгидой Академии издаются: монографии, материалы конференций, труды учреждений (более 100 наименований в год).

Издательство Академии Естествознания выпускает шесть общероссийских журналов:

1. «Успехи современного естествознания»
2. «Современные наукоемкие технологии»
3. «Фундаментальные исследования»

4. «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований»

5. «Международный журнал экспериментального образования»

6. «Современные проблемы науки и образования»

Издательский Дом «Академия Естествознания» принимает к публикации монографии, учебники, материалы трудов учреждений и конференций.

ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ФОРУМОВ

Ежегодно Академией проводится в России (Москва, Кисловодск, Сочи) и за рубежом (Италия, Франция, Турция, Египет, Та-

иланд, Греция, Хорватия) научные форумы (конгрессы, конференции, симпозиумы). План конференций – на сайте www.rae.ru.

ПРИСУЖДЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО

СЕРТИФИКАТА КАЧЕСТВА РАЕ

Сертификат присуждается по следующим номинациям:

- Лучшее производство – производители продукции и услуг, добившиеся лучших успехов на рынке России;
- Лучшее научное достижение – коллективы, отдельные ученые, авторы приоритетных научно-исследовательских, научно-технических работ;

• Лучший новый продукт – новый вид продукции, признанный на российском рынке;

• Лучшая новая технология – разработка и внедрение в производство нового технологического решения;

• Лучший информационный продукт – издания, справочная литература, информационные издания, монографии, учебники.

Условия конкурса на присуждение «Национального сертификата качества» на сайте РАЕ www.rae.ru.

С подробной информацией о деятельности РАЕ (в том числе с полными текстами общероссийских изданий РАЕ) можно ознакомиться на сайте РАЕ – www.rae.ru

105037, г. Москва, а/я 47,
Российская Академия Естествознания.
E-mail: stukova@rae.ru
edition@rae.ru