

**НАУКА. ТЕХНИКА.
ТЕХНОЛОГИИ**
(политехнический вестник)

**SCIENCE. ENGINEERING.
TECHNOLOGY**
(polytechnical bulletin)

№ 3

2015

НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

2015, № 3

**(печатная версия научного
мультидисциплинарного журнала
«Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)»**

<http://id-yug.com>

Основан в 2013 г.

ISSN 2309-3250 (print) ISSN 2309-3269 (on-line)

Свидетельство о регистрации СМИ:

ПИ № ФС77-53093 от 07 марта 2013 г.

Эл № ФС77-53092 от 07 марта 2013 г.

**Лицензионный договор Научная Электронная Библиотека (НЭБ)
(Российский индекс научного цитирования)
№ 446-07/2013 от 30 июля 2013 г.**

SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY

(polytechnical bulletin)

2015, № 3

**(printing version of the scientific multidisciplinary magazine
«Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin)»**

<http://id-yug.com>

It is founded in 2013.

ISSN 2309-3250 (print) ISSN 2309-3269 (on-line)

Certificate on registration of mass media:

ПИ № ФС77-53093 of March 07, 2013.

Эл № ФС77-53092 of March 07, 2013.

**License contract Scientific Electronic Library (SEL)
(Russian index of scientific citing)
№ 446-07/2013 of July 30, 2013.**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ----- EDITOR-IN-CHIEF

БЕРЕЖНОЙ Сергей Борисович,

член-корреспондент Инженерной академии РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета машиностроения и автосервиса, заведующий кафедрой технической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

BEREZHNOY Sergey Borisovich,

Corresponding member of Engineering academy Russian Federation, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of mechanical engineering and car service, Head of the department of technical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: ----- DEPUTY CHIEF EDITORS:

КАСЬЯНОВ Геннадий Иванович,

Заслуженный деятель науки РФ, заслуженный изобретатель РФ, заслуженный деятель науки Кубани, академик Российской инженерной академии, академик Российской академии продовольственной безопасности, профессор кафедры технологии продуктов питания животного происхождения (КубГТУ).

KASYANOV Gennady Ivanovich,

Honored worker of science of the Russian Federation, honored inventor of the Russian Federation, honored worker of science of Kuban, academician of the Russian engineering academy, academician of the Russian academy of food security, professor of chair of technology of food of an animal origin (KubSTU).

ФОМЕНКО Олег Яковлевич,

кандидат технических наук, доцент,
директор ООО «Издательский Дом – Юг».

FOMENKO Oleg Yakovlevich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Director of JSC «Publishing House – South».

АНТОНИАДИ Дмитрий Георгиевич,

действительный член Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, директор института нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), заведующий кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ.

ANTONIADI Dmitry Georgiyevich,

Full member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Director of institute of oil, gas and power of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Head of the department of oil and gas business of a name professor G.T. Vartumyan (KubSTU).

АТРОЩЕНКО Валерий Александрович,

член-корреспондент Российской академии естествознания, доктор технических наук, профессор, декан факультета компьютерных технологий и автоматизированных систем, заведующий кафедрой информатики и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

ATROSHCHENKO Valery Aleksandrovich,

Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Engineering, Professor, Dean of faculty of computer technologies and the automated systems, Head of the department of informatics and computing systems of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

БАБУШКИН Виктор Михайлович,

член-корреспондент академии аграрного образования, член-корреспондент Международной академии аграрного образования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кадастра и мониторинга земель ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (НГМА).

BABUSHKIN Victor Mikhailovich,

Corresponding member of academy of agrarian education, Corresponding member of the International academy of agrarian education, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of chair of the inventory and monitoring of lands of federal public budgetary educational institution of higher education «Novocherkassk state meliorative academy» (NSMA).

БЛЕДНОВА Жесфина Михайловна,

Федеральный эксперт научно технической сферы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой динамики и прочности машин ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

BLEDNOVA Zhesfina Mikhaelovna,

Federal expert of scientifically technical sphere, Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of dynamics and durability of cars of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ГЛАДИЛИН Александр Васильевич,

член-корреспондент Российской академии естественных наук, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и технологии управления Института экономики и управления ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

GLADILIN Alexander Vasilyevich,

Corresponding member of the Russian academy of natural sciences, Doctor of Economics, Professor, Professor of department of economy and technology of management of Institute of economy and management of federal public autonomous educational institution of higher education «North Caucasian federal university» (NCFU).

ДОМБРОВСКИЙ Александр Николаевич,

академик Российской академии транспорта, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры организации перевозок и дорожного движения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), вице-президент банка «Акрополь».

DOMBROVSKY Alexander Nikolaevich,

Academician of the Russian academy of transport, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of chair of the organization of transportations and traffic of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Vice-president of Akropol bank.

КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович,

кандидат биологических наук, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

KAZEEV Kamil Shagidullovich,

Candidate of Biology, Doctor of geographical sciences, Professor, Professor of department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич,

кандидат географических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

KOLESNIKOV Sergey Ilyich,

Candidate of geographical sciences, Doctor of agricultural sciences, Professor, Head of the department of ecology and environmental management of faculty of biological sciences of federal public autonomous educational institution of higher education «Southern federal university» (SFU).

КОРЕНА Елена Павловна,

член-корреспондент Международной академии высшей школы, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности государственного научного учреждения «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии).

KORNENA Elena Pavlovna,

Corresponding member of the International academy of the higher school, Doctor of Engineering, Professor, Deputy director for scientific and innovative activity of the public scientific institution «Krasnodar Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Production of the Russian Academy of Agricultural Sciences» (PSI KRISP Rosselkhozakademii).

МОСКВИЧ Вадим Константинович,

кандидат технических наук, профессор кафедры транспортных сооружений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), декан факультета автомобильно-дорожных и кадастровых систем ФГБОУ ВПО КубГТУ.

MOSKVICH Vadim Konstantinovich,

Candidate of Technical Sciences, Professor of chair of transport constructions of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Dean of faculty of automobile and road and cadastral systems.

ПОЛИДИ Александр Анатольевич,

член международного альянса бизнес-консультантов Восточной Европы, бизнес-тренер Академии менеджмента Нижней Саксонии, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Кубани, профессор кафедры экономики и финансового менеджмента ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

POLIDI Alexander Anatolyevich,

Member of the International Alliance of Business Consultants of Eastern Europe, Business coach of Academy of management of Lower Saxony, Doctor of Economics, Professor, Honored economist of Kuban, Professor of department of economy and financial management of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

СИМАНКОВ Владимир Сергеевич,

действительный член Международной академии наук прикладной радиоэлектроники, член Южной секции содействия развитию экономической науки отделения экономики РАН, доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), научный руководитель НТЦ РАН.

SIMANKOV Vladimir Sergeyeovich,

Full Member of the International academy of Sciences of applied radio electronics, Member of the Southern section of assistance to development of economic science of office of economy of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering, Professor of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU), Research Supervisor of scientific and technological center of the Russian Academy of Sciences (STC RAS).

СМЕЛЯГИН Анатолий Игоревич,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

SMELYAGIN Anatoly Igorevich,

Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of theoretical mechanics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

СТРЕЛЬНИКОВ Виктор Владимирович,

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), координатор международной экологической программы ТЕМПУС — STREAM по теме «Совершенствование системы экологического образования с элементами ОВОС и экологического менеджмента в России»

STRELNIKOV Victor Vladimirovich,

Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the department of applied ecology of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), the coordinator of the international ecological program TEMPUS — STREAM on the subject «Improvement of System of Ecological Education with the AIE Elements and Ecological Management in Russia».

ТРУФЛЯК Евгений Владимирович,

доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), начальник управления науки и инноваций КубГАУ.

TRUFLYAK Evgeny Vladimirovich,

Doctor of Engineering, Professor of chair of processes and cars in agrobusiness of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state agricultural university» (KubSAU), Head of department of science and innovations of KubSAU.

ТУЛЕШОВ Амандык Куатович,

академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик Проектной академии «KAZGOR», член-корреспондент Академии наук высшей школы Казахстана, действительный член Международной инженерной академии, доктор технических наук, профессор, заместитель председателя комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

TULESHOV Amandyk Kuvatovich,

Academician of National engineering academy of the Republic of Kazakhstan, Academician of Design academy «KAZGOR», Corresponding Member of Academy of Sciences of the higher school of Kazakhstan, Full Member of the International engineering academy, Doctor of Engineering, Professor, Vice-chairman of committee of science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

УРТЕНОВ Махамет Али Хусеевич,

доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» (КубГУ).

URTENOV Makhamet Ali Huseevich,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of the department of applied mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state university» (KubSU).

УСАТИКОВ Сергей Васильевич,

доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

USATIKOV Sergey Vasilyevich,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Professor of department of the general mathematics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЧЕРНЫХ Анатолий Иосифович,

кандидат технических наук, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

CHERNYKH Anatoly Iosifovich,

Candidate of Technical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of department of philosophy of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЧЕШЕВ Анатолий Степанович,

академик Российской академии естественных наук, академик Академии аграрного образования, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования и кадастра ФГБОУ ВПО Ростовский Государственный строительный университет (РГСУ).

CHESHEV Anatoly Stepanovich,

Academician of the Russian academy of natural sciences, Academician of Academy of agrarian education, Doctor of Economics, Professor, Head of the department of economy of environmental management and inventory of federal public budgetary educational institution of higher education «Rostov state construction university» (RSCU).

ШАЗЗО Аслан Юсуфович,

действительный член Международной академии энергоинформационных наук, член-корреспондент Международной академии промышленной экологии, доктор технических наук, профессор, директор Института пищевой и перерабатывающей промышленности (ИПиПП) (КубГТУ).

SHAZZO Aslan Yusufovich,

Full Member of the International academy of power information sciences, Corresponding Member of the International academy of industrial ecology, Doctor of Engineering, Professor, Director of Institute of food and processing industry (IFPI) (KubSTU).

ШАЗЗО Рамазан Измаилович,

академик Международной академии холода, член-корреспондент Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор технических наук, профессор.

SHAZZO Ramazan Izmailovich,

Academician of the International academy of cold, Corresponding Member of the Russian academy of agricultural sciences, Doctor of Engineering, Professor.

ШАПОШНИКОВА Татьяна Леонидовна,

кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

SHAPOSHNIKOVA Tatyana Leonidovna,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the department of physics of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

ЯСЬЯН Юрий Павлович,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти и газа ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

YASYAN Yury Pavlovich,

Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of technology of oil and gas of federal public budgetary educational institution of higher education «Kuban state technological university» (KubSTU).

УЧРЕДИТЕЛЬ

ООО «Издательский Дом — Юг»

FOUNDER

JSC «Publishing House — South»

**АДРЕС РЕДАКЦИИ И
ИЗДАТЕЛЯ:**

Россия, 350042, Краснодарский край,
г. Краснодар, ул. Московская, 2

**ADDRESS OF EDITION
AND PUBLISHER:**

Russia, 350042, Krasnodar Krai,
Krasnodar, Moskovskaya St., 2

ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ

Гусева Марина Николаевна
Тел.: +7(938) 40-98-882

MANAGER OF EDITION

Guseva Marina Nikolaevna
Ph.: +7(938) 40-95-013

e-mail: guseva.set@yandex.ru, set@id-yug.com

ДИРЕКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА

Фоменко Олег Яковлевич
Тел.: +7(918) 41-50-571

DIRECTOR OF PUBLISHING HOUSE

Fomenko Oleg Yakovlevich
Ph.: +7(918) 41-50-571

e-mail: olfomenko@yandex.ru, set@id-yug.com

<http://id-yug.com>

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

BRANCH SCIENTIFIC AND APPLIED RESEARCHES

Физико-математические науки Physical and mathematical sciences

А.И. Смелягин

Применение новых аксиом и следствий для исследования механических систем вращательного движения 19

A.I. Smelyagin

Application of new axioms and consequences for research of mechanical systems of the rotary motion

М.П. Булат, В.Н. Бесчастных

Численное исследование колодки с серповидным соплом 28

M.P. Bulat, V.N. Beschastnyih

Numerical study of pads with sickle nozzle

Т.Е. Ильина, В.Н. Бесчастных

Методика расчета моментов на свободно поворачивающихся сегментах гибридного воздушного подшипника 33

T.E. Ilina, V.N. Beschastnyih

Method of calculation torque on the freely rotatable segments of the hybrid air bearing

В.В. Упырев

Интенсивность отраженного разрыва в интерференции догоняющих скачков 39

V.V. Upyrev

Intensity of the reflected discontinuity in the interference of unidirectional shock waves

Науки о земле Sciences about the earth

А.С. Самойлов

Индикаторные методы контроля скорости фильтрации при разработке нефтяных месторождений 45

A.S. Samoylov

Indicator methods of the checking to velocities to filtering at development of oil fields

Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян

Анализ гидродинамических исследований насосных скважин Восточно-Сургутского нефтяного месторождения 59

E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan

Analysis of the hydrodynamic studies of wells pumping of Vostochno-Surgutskoe oil field

Е.О. Петрушин, А.С. Арутюнян
Определение влияния геологических и технологических факторов
на производительность горизонтальных скважин на примере морского
нефтяного месторождения Кравцовское Д-6 81

E.O. Petrushin, A.S. Arutyunyan
Determining the impact of geological and technological factors on the productivity of
horizontal wells on the example of an offshore oil field Kravtsovskoye D-6

Материаловедение и нанотехнологии

Materials science and nanotechnologies

Е.Е. Ильина
Упрочнение металлов периодическим волновым воздействием 100

E.E. Ilna
Hardening of metals by periodic wave influence

Строительство. Транспорт

Construction. Transport

Е.В. Соловьева, М.А. Сельвиан
Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций
зданий и сооружений 108

E.V. Solovyova, M.A. Selvian
Improving the energy efficiency of building envelopes and structures

Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, М.П. Миронова
Особенности системы обслуживания перевозок пассажиров
по заказам в регионе 117

T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, M.P. Mironova
Features of the system of maintenance of transport orders in the region

Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, А.О. Недашковская
Особенности системы транспортного обслуживания производственных
предприятий в регионе 120

T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, A.O. Nedashkovskaya
The peculiarities of the system of transport service of production enterprises in the region

Экономика и управление по отраслям

Economy and management on branches

Ю.А. Клещенко, Р.М. Третьяков
Новые принципы государственно-частного партнерства по разработке и
выполнению Федеральной целевой программы по освоению
Черноморского побережья Российской Федерации 123

Yu.A. Kleshchenko, R.M. Tretjakov
The new principles of public-private partnership on development and
implementation of the Federal target program for development of
the Black Sea coast of the Russian Federation

Ю.А. Клещенко Системный подход к развитию и комплексной застройке курортной зоны Черноморско-Азовского побережья Российской Федерации	129
Yu.A. Kleshchenko System approach to development and complex building of a resort zone of the Black Sea and Azov coast of the Russian Federation	
Ф.Г. Руденко, Р.М. Третьяков Основные принципы управления качеством вооружения в жизненном цикле	136
Ph.G. Rudenko, R.M. Tretjakov The basic principles of quality management of arms in life cycle	
Ю.А. Клещенко, Р.М. Третьяков Инвестиционная стратегия привлечения внебюджетных и государственных бюджетных средств для строительства объектов инфраструктуры Черноморского побережья Краснодарского края и Автономной республики Крым	140
Yu.A. Kleshchenko, R.M. Tretjakov Investment strategy of attraction of extrabudgetary and public budgetary funds for construction of facilities of infrastructure of the Black Sea coast of Krasnodar Krai and Autonomous Republic of Crimea	
Ю.А. Клещенко, А.Ю. Лукашевич Основы государственной стратегии комплексной застройки городов и муниципальных образований Краснодарского края с полным обустройством социальной инфраструктурой	144
Yu.A. Kleshchenko, A. Yu. Lukashevich Bases of the state strategy of complex building of the cities and municipalities of Krasnodar Krai with full arrangement by social infrastructure	
Ф.Г. Руденко Совершенствование организации производства на предприятиях оборонного комплекса с использованием принципов «интегрированных организационных структур» и «инновационных территориальных кластеров»	151
Ph.G. Rudenko Improvement of the organization of production at the enterprises of defense industry with use of the principles of «the integrated organizational structures» and «innovative territorial clusters»	
Ю.А. Клещенко, Е.Н. Ширков Системный подход и принципы методологии освоения земель Автономной Республики Крым для решения социально-экономических проблем всех слоев населения	156
Yu.A. Kleshchenko, E.N. Shirkov System approach and the principles of methodology of land development of the Autonomous Republic of Crimea for the solution of social and economic problems of all segments of the population	

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ**

**TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT**

Г.И. Касьянов

Технология биоразрушаемой упаковки для пищевых продуктов 165

G.I. Kasyanov

Technology of the biodegraded packing for foodstuff

**ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ
И ПРИКЛАДНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**



**BRANCH SCIENTIFIC
AND APPLIED
RESEARCHES**

УДК 531.8

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ АКСИОМ И СЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

APPLICATION OF NEW AXIOMS AND CONSEQUENCES FOR RESEARCH OF MECHANICAL SYSTEMS OF THE ROTARY MOTION

Смелягин Анатолий Игоревич

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой теоретической механики.
Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(861) 251-87-05
asmelyagin@yandex.ru

Smelyagin Anatoly Igorevich

Doctor of technical Sciences, Professor,
Head of Department of
theoretical mechanics.
Kuban State University of Technology
Ph.: +7(861) 251-87-05
asmelyagin@yandex.ru

Аннотация. Используя новые аксиомы, принципы, следствия, теоремы и уравнения движения материальных объектов природы проведено исследование двухступенчатого цилиндрического редуктора. Результаты исследования доказывают адекватность полученных ранее моделей реальным механическим системам, у которых все тела совершают только вращательные движения. Это позволяет рекомендовать новые аксиомы, принципы, следствия, теоремы, и уравнения механики к широкому практическому применению для исследования, как материальных тел, так и механических систем у которых тела только вращаются.

Annotation. Using new axioms, principles, effects, theorems and equations of motion of material objects of nature studied two-stage helical gear. The research results prove the adequacy of earlier models of the actual mechanical system, in which all the body make only the rotational movement. This allows you to recommend the new axioms, principles, effects, theorems and equations of mechanics to a wide practical application for research as material bodies and mechanical systems which rotate the body only.

Ключевые слова: движение, теорема, принцип, уравнение, следствие, сила, момент, энергия, соэнергия, скорость, ускорение, время, материальное тело, механическая система, механика, масса, момент инерции.

Keywords: motion, a theorem the principle of the equation, consequently, force, moment, energy soenergy, velocity, acceleration, time, material body, mechanical system, mechanics, kinetostatics, mass, moment of inertia.

Введение

Основные положения механики о движении материальных объектов впервые были сформулированы великим английским ученым И. Ньютоном в «Математических началах натуральной философии» [1]. Заметим, что современные трактовки законов Ньютона многообразны, хотя по смыслу и содержанию совершенно идентичны [2–5].

Анализ оригинальных и современных формулировок аксиом или законов движения И. Ньютона в [6–10] показал, что они:

- описывают движение только абстрактных материальных объектов – материальных точек;
- пригодны только для тел, совершающих поступательное движение;
- не учитывают вращательное движение, а, следовательно, не применимы к телам, которые совершают вращательное или сложное движение.

В [9] сформулированы основные аксиомы, принципы и следствия для материальных объектов природы, а в [10] выведены и сформулированы теоремы, принципы и уравнения механики для реальных объектов природы – материальных тел.

В [11, 12] показана эффективность и целесообразность применения новых аксиом и следствий из них для исследования сложных движений материальных тел и их систем.

Рассмотрим практическое применение приведенных в [9] аксиом и следствий из них при исследовании движений механических систем (редуктора, коробки скоростей, вариаторы), у которых тела совершают только вращательные движения.

Исследуем, например, движение валов и зубчатых колес, например, двухступенчатого редуктора (рис. 1).

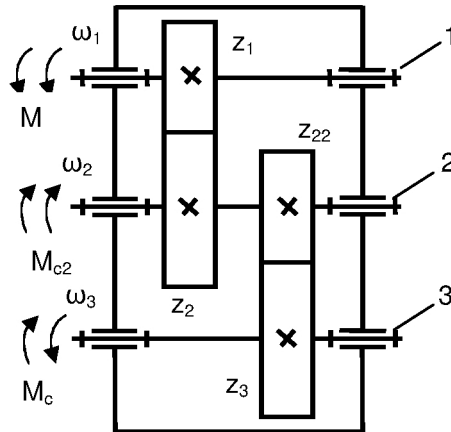


Рисунок 1 – Расчетная схема:

1 – входной вал; 2 – промежуточный вал; 3 – выходной вал;
4 – z_1, z_2, z_{22}, z_3 , соответственно, число зубьев зубчатых колес

При расчете редуктора считаем, что валы невесомаы, а установленные на них зубчатые колеса представляют собой сплошные однородные диски и имеют, соответственно, массы m_1, m_2, m_{22}, m_3 , числа зубьев z_1, z_2, z_{22}, z_3 , и радиусы r_1, r_2, r_{22}, r_3 . Пусть на входной вал 1 действует постоянный движущий момент $M = \text{const}$, а к промежуточному валу 2 и выходному валу 3 приложены, соответственно, постоянные моменты сопротивления ($M_{c2} = \text{const}, M_c = \text{const}$). Движение валов редуктора исследуем при следующих начальных условиях, что при $t = 0$ начальная скорость входного вала и угол его поворота равны нулю ($\omega_0 = 0, \varphi_0 = 0$).

Исследование движения валов редуктора проведем с помощью выведенных и сформулированы в [10] теорем, принципов и уравнений механики для реальных объектов природы – материальных тел. А именно, в данной работе для исследования движения колесницы воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии модифицированным уравнением Лагранжа II рода, общим уравнением динамики.

Теорема об изменении кинетической энергии

В [8] показано, что энергия является основным, первичным понятием определяющим движение и взаимодействие материальных объектов.

В [10] доказана теорема об изменении кинетической энергии материального тела, которая утверждает, что *изменение кинетической энергии тела при его перемещении равно работе сил и моментов сил, действующих на него на этом перемещении.*

То есть

$$T - T_0 = A, \quad (1)$$

где $A = A_F + A_M$ – работа сил и моментов сил, действующих на механическую систему, на исследуемом перемещении; T и T_0 – кинетическая энергия исследуемой механической системы в конечном и начальном положении, соответственно.

При принятых начальных условиях $t = 0, \omega_0 = 0, \varphi_0 = 0$ кинетическая энергия исследуемого редуктора в начальном положении равна нулю, то есть

$$T_0 = 0. \quad (2)$$

Кинетическая энергия редуктора определится как

$$T = T_1 + T_2 + T_3, \quad (3)$$

где T_1, T_2, T_3 – кинетические энергии, соответственно, входного, промежуточного и выходного валов.

Найдем эти энергии.

Так как все валы редуктора совершают вращательное движение, то их кинетическая энергия определится

$$T_1 = \frac{I_1 \cdot \omega_1^2}{2}, \quad (4)$$

$$T_2 = \frac{(I_2 + I_{22}) \cdot \omega_2^2}{2}, \quad (5)$$

$$T_3 = \frac{I_3 \cdot \omega_3^2}{2}, \quad (6)$$

где $I_1, I_2, I_{22}, I_3, \omega_1, \omega_2, \omega_3$ – соответственно, моменты инерции зубчатых колес и угловые скорости валов редуктора, соответственно.

Так как зубчатые колеса представляют собой однородные диски, то их моменты инерции будут

$$I_1 = \frac{1}{2} \cdot m_1 \cdot r_1^2, \quad (7)$$

$$I_2 = \frac{1}{2} \cdot m_2 \cdot r_2^2, \quad (8)$$

$$I_{22} = \frac{1}{2} \cdot m_{22} \cdot r_{22}^2, \quad (9)$$

$$I_3 = \frac{1}{2} \cdot m_3 \cdot r_3^2. \quad (10)$$

Передаточные числа, выраженные через числа зубьев зубчатых колес и угловые скорости валов определяются

$$i_{12} = \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (11)$$

$$i_{23} = \frac{Z_3}{Z_{22}}, \quad (12)$$

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2}, \quad (13)$$

$$i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3}. \quad (14)$$

Приравняв между собой (11) и (13), а так же (12) и (14), после преобразований получим

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_2}, \quad (15)$$

$$\omega_3 = \omega_1 \cdot \frac{Z_1 \cdot Z_{22}}{Z_2 \cdot Z_3}. \quad (16)$$

Подставив (4), (5) и (6) в (3) с учетом (7–16), найдем кинетическую энергию редуктора

$$T = \frac{\omega_1^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{2} m_1 \cdot r_1^2 + \frac{1}{2} (m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2) \cdot \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \cdot r_3^2 \cdot \left(\frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3} \right)^2 \right), \quad (17)$$

Обозначим

$$I_{пр} = \frac{1}{2} m_1 \cdot r_1^2 + \frac{1}{2} (m_1 \cdot r_1^2 + m_2 \cdot r_2^2) \cdot \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \cdot r_3^2 \cdot \left(\frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3} \right)^2, \quad (18)$$

где $I_{пр}$ – приведенный момент инерции редуктора.

С учетом (18) кинетическая энергия редуктора (17), будет

$$T = \frac{I_{пр} \cdot \omega_1^2}{2}, \quad (19)$$

Определим работу действующих на валы редуктора моментов сил.

На входной вал редуктора (рис. 1) действует постоянный движущий момент M , а к промежуточному валу 2 и выходному валу 3 приложены, соответственно, постоянные моменты сопротивления M_{c2} и M_c . Следовательно, работа A определится

$$A = \sum A_i = A_1 + A_2 + A_3, \quad (20)$$

где A_1, A_2, A_3 – работы, соответственно, моментов M, M_{c2} и M_c .

Работы моментов валов редуктора определяются

$$A_1 = M \cdot \varphi_1, \quad (21)$$

$$A_2 = M_{c2} \cdot \varphi_2, \quad (22)$$

$$A_3 = M_c \cdot \varphi_3, \quad (23)$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ – углы поворота, соответственно, входного, промежуточного и выходного валов.

Связь между углами поворота валов имеет вид

$$\varphi_2 = \varphi_1 \frac{z_1}{z_2}, \quad (24)$$

$$\varphi_3 = \varphi_1 \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3}. \quad (25)$$

С учетом (21–25), работа (20) моментов, действующих на валы редуктора, определится

$$\sum A_i = \varphi_1 \cdot \left(M - M_{c2} \cdot \frac{z_1}{z_2} - M_c \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3} \right). \quad (26)$$

Так как выражение, стоящее в скобках (26) постоянно по величине, то обозначим его B

$$B = M - M_{c2} \cdot \frac{z_1}{z_2} - M_c \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3}. \quad (27)$$

С учетом (27), работа, действующих на редуктор моментов определится

$$A = B \cdot \varphi_1. \quad (28)$$

Для исследования движения валов редуктора, подставим (2), (19) и (28) в (1), в результате получим

$$\frac{I_{пр} \cdot \omega_1^2}{2} = B \cdot \varphi_1. \quad (29)$$

Из (29) найдем угловую скорость входного вала редуктора

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{2B}{I_{пр}}} \varphi_1. \quad (30)$$

Представим (30) в виде

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \sqrt{\frac{2B}{I_{пр}}} \varphi_1. \quad (31)$$

После интегрирования (31), найдем закон движения входного вала редуктора

$$\varphi_1 = \frac{B \cdot t^2}{2I_{пр}} + C, \quad (32)$$

где C – постоянная интегрирования.

При принятых начальных условиях, что при $t = 0$ начальная скорость входного вала и угол его поворота равны нулю ($\omega_0 = 0, \varphi_0 = 0$), то $C = 0$.

С учетом, что $C = 0$ закон движения входного вала (32) примет вид

$$\varphi_1 = \frac{B \cdot t^2}{2I_{пр}}. \quad (33)$$

Подставив (33) в (30), найдем угловую скорость колесницы.

$$\omega_1 = \frac{B \cdot t}{I_{пр}}. \quad (34)$$

Итак, скорость и закон движения входного вала редуктора определены. Если необходимо знать законы движения промежуточного и выходного валов то, необходимо найденные значения φ_1 и ω_1 подставить в (24) и (25).

Модифицированное уравнение Лагранжа II рода

Для частного случая движения механической системы, когда $m = \text{const}, I = \text{const}$ и при скоростях тел, не зависящих от обобщенных координат, в [10] были получены уравнения, которые имеют следующий вид

$$m_{прi} \cdot u_i = Q_i, \quad (35)$$

где $m_{прi}$ – приведенная мера инерции (масса, момент инерции) i -го тела; Q_i – обобщенная сила; u_i – соответствующее движению ускорение; $u_i = a$ и $u_i = \varepsilon$ при поступательном и вращательном движении, соответственно.

Применим (35) для исследования двухступенчатого цилиндрического редуктора. Так как для рассматриваемого редуктора $I_{пр} = \text{const}$ (см. (18)), то, воспользуемся модифицированным уравнением Лагранжа для исследования редуктора (рис. 1). Найдем угловую скорость и закон перемещение входного вала редуктора.

Так как входной вал совершает вращательное движение, то, в соответствии с (35), его движение будет описываться уравнением

$$I_{\text{пр}} \cdot \varepsilon_1 = Q, \quad (36)$$

где $I_{\text{пр}}$ – приведенный момент инерции редуктора; $\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt}$ – угловое ускорение входного вала; $Q = \frac{\delta A}{\delta \varphi_1}$ – обобщенная сила; $\delta \varphi_1$ – виртуальное перемещение входного вала; δA – работа моментов, действующих на валы редуктора, на виртуальном перемещении.

Представим (36) в виде

$$I_{\text{пр}} \cdot \frac{d\omega_1}{dt} = Q. \quad (37)$$

Для определения обобщенной силы, сообщим валам редуктора виртуальные перемещения (на рис. 1 виртуальные перемещения не показаны).

Работа валов на виртуальном перемещении в соответствии с (26) определится

$$\delta A = \left(M - M_{c2} \cdot \frac{z_1}{z_2} - M_c \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3} \right) \cdot \delta \varphi_1. \quad (38)$$

Обобщенная сила Q с учетом (38) будет

$$Q = M - M_{c2} \cdot \frac{z_1}{z_2} - M_c \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3}. \quad (39)$$

С учетом (27) обобщенная сила определится

$$Q = B. \quad (40)$$

Подставив (40) в (37), получим дифференциальное уравнение движения (вращения) входного вала редуктора

$$I_{\text{пр}} \cdot \frac{d\omega_1}{dt} = B. \quad (41)$$

Разделив переменные и проинтегрировав (41), найдем, соответственно, угловую скорость и закон движения входного вала редуктора

$$\omega_1 = \frac{B}{I_{\text{пр}}} \cdot t + C_1, \quad (42)$$

$$\varphi_1 = \frac{B}{2I_{\text{пр}}} \cdot t^2 + C_1 t + C_2, \quad (43)$$

где C_1, C_2 – постоянные интегрирования.

При принятых начальных условиях, что при $t = 0$ $\omega_0 = 0$ и $\varphi_0 = 0$

$$C_1 = 0, \quad (44)$$

$$C_2 = 0. \quad (45)$$

С учетом (44) и (45), угловая скорость и закон движения входного вала редуктора, соответственно, определяются

$$\omega_1 = \frac{B}{I_{\text{пр}}} \cdot t, \quad (46)$$

$$\varphi_1 = \frac{B}{2I_{пр}} \cdot t^2. \quad (47)$$

Сравнивая между собой угловые скорости и законы движения входного вала редуктора, найденные с помощью теоремы об изменении кинетической энергии (33), (34) и с помощью модифицированного уравнения Лагранжа II рода (46), (47), видно, что они полностью совпадают между собой. Это свидетельствует о правильности следствий и теорем, полученных в [9] и [10].

Следовательно, полученные в [10] теоремы и уравнения являются корректным и поэтому они могут быть рекомендованы для исследования механических систем, у которых звенья (материальные тела) совершают только вращательные движения.

Общее уравнение динамики

В [10] на базе новых аксиом и следствий движения материальных объектов природы получено общее уравнение динамики, которое имеет вид

$$\sum \delta A_i + \sum \delta A_{\varphi_i} = 0, \quad (48)$$

где $\sum \delta A_i$ – работа активных сил и моментов сил на виртуальном перемещении;
 $\sum \delta A_{\varphi_i}$ – работа моментов сил инерции на виртуальном перемещении.

Из (1) следует, что *сумма работ активных и инерционных сил и моментов сил на возможном перемещении равна нулю.*

Исследуем движение валов редуктора с помощью общего уравнения динамики (1). Для чего сообщим валам редуктора (рис. 1) виртуальные перемещения (на рис. 1 виртуальные перемещения не показаны).

Работа моментов на виртуальном валов определится

$$M \delta \varphi_1 - M_{c2} \delta \varphi_2 - M_c \delta \varphi_3 - M_{\varphi 1} \delta \varphi_1 - M_{\varphi 2} \delta \varphi_2 - M_{\varphi 3} \delta \varphi_3 = 0, \quad (49)$$

где $\delta \varphi_1, \delta \varphi_2, \delta \varphi_3$ – виртуальные перемещения входного, промежуточного и выходного валов, соответственно.

Так как в исследуемой механической системе имеется жесткая кинематическая связь между валами, то виртуальные перемещения валов будут

$$\delta \varphi_2 = \delta \varphi_1 \cdot \frac{Z_1}{Z_2}, \quad (50)$$

$$\delta \varphi_3 = \delta \varphi_1 \cdot \frac{Z_1 \cdot Z_{22}}{Z_2 \cdot Z_3}. \quad (51)$$

Найдем моменты сил инерции.

Моменты сил инерции входного $M_{\varphi 1}$, промежуточного $M_{\varphi 2}$ и выходного $M_{\varphi 3}$ валов, соответственно, определяются

$$M_{\varphi 1} = I_1 \cdot \varepsilon_1, \quad (52)$$

$$M_{\varphi 2} = (I_2 + I_{22}) \cdot \varepsilon_2, \quad (53)$$

$$M_{\varphi 3} = I_3 \cdot \varepsilon_3, \quad (54)$$

где $\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt}$, $\varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt}$, $\varepsilon_3 = \frac{d\omega_3}{dt}$ – соответственно, угловые ускорения входного, промежуточного и выходного валов.

Угловые ускорения валов связаны между собой следующим образом

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}, \quad (55)$$

$$\varepsilon_3 = \varepsilon_1 \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3}. \quad (56)$$

С учетом (7–10) и (55, 56), момент сил инерции валов определяются

$$M_{\phi 1} = I_1 \cdot \varepsilon_1, \quad (57)$$

$$M_{\phi 2} = (I_2 + I_{22}) \cdot \varepsilon_1 \cdot \frac{z_1}{z_2}, \quad (58)$$

$$M_{\phi 3} = I_3 \cdot \varepsilon_1 \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3}. \quad (59)$$

Подставив найденные значения моментов (57–59), в (2), и учитывая (7–10) и (50, 51), получим

$$\left(M - M_{c2} \cdot \frac{z_1}{z_2} - M_c \cdot \frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3} \right) \delta \varphi_1 - \left(\frac{1}{2} m_1 \cdot r_1^2 + \left(\frac{1}{2} m_2 \cdot r_2^2 + \frac{1}{2} m_{22} \cdot r_{22}^2 \right) \cdot \left(\frac{z_1}{z_2} \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \cdot r_3^2 \cdot \left(\frac{z_1 \cdot z_{22}}{z_2 \cdot z_3} \right)^2 \right) \cdot \varepsilon_1 \delta \varphi_1 = 0, \quad (60)$$

После преобразования (60) с учетом (18) и (27), получим

$$I_{np} \cdot \frac{d\omega_1}{dt} = B. \quad (61)$$

Видно, что дифференциальное уравнение (61) совпадает с уравнением (41) и, следовательно, оно моделирует вращение входного вала редуктора.

Сравнивая между собой дифференциальные уравнения движения валов редуктора, найденные с помощью модифицированного уравнения Лагранжа II рода и общее уравнение динамики, видно, что они полностью совпадают между собой. Это свидетельствует о правильности следствий и теорем, полученных в [9] и [10] и в частности подтверждает правильность найденного в [10] общего уравнения динамики.

Выводы

Применение полученных ранее новых аксиом, принципов, следствий, теорем и уравнений движения материальных объектов природы (твердых тел) для исследования механических систем, которые имеют в своем состав только вращающиеся тела, дало одинаковые результаты. Следовательно, они адекватны реальным объектам и поэтому их можно рекомендовать для практического применения.

Литература:

1. Ньютон Исаак. Математические начала натуральной философии. – М. : Наука, 1989. – 688 с.
2. Голубев Ю.Ф. Основы теоретической механики. 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ, 2000. – 720 с.
3. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики. – Киев : Наук. Думка, 1989. – 864 с.
4. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. – М. : Высш. шк., 1990. – 607 с.
5. Кухлинг Х. Справочник по физике / Перевод с нем. – М. : МИР, 1983. – 520 с.
6. Смелягин А.И. Объекты, для которых сформулированы аксиомы или законы классической механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 1. – С. 21–25.

7. Смелягин А.И. Аксиомы или законы движения сформулировал И. Ньютон // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 11–16.
8. Смелягин А.И. Основные, первичные понятия механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 17–26.
9. Смелягин А.И. Аксиомы движения материальных тел // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – №3. – С. 19–34.
10. Смелягин А.И. Теоремы, принципы и уравнения механики // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. № 4. – С. 21–29.
11. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий из них для исследования движений материальных тел // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 1. – С. 19–27.
12. Смелягин А.И. Применение новых аксиом и следствий для исследования движений механических систем // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 2. – С. 19–26.

References:

1. Isaac Newton. Mathematical Principles of Natural philosophy. – M. : Nauka, 1989. – 688 p.
2. Golubev Y.F. Basics of theoretical mechanics. 2nd ed. – M. : MGU, 2000. – 720 p.
3. Kuzmichev V.E. Laws and formulas of physics. – Kiev : Science Dumka, 1989. – 864 p.
4. N. Nikitin. Course of theoretical mechanics. – M. : Higher sh., 1990. – 607 p.
5. Kuhling H. Handbook of physics. – Translated from the German. – M. : Mir, 1983. – 520 p.
6. Smelyagin A.I. Objects for which the axioms or laws of classical mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – № 1. – P. 21–25.
7. Smelyagin A.I. Axioms or laws of motion formulated by Newton // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – № 2. – P. 11–16.
8. Smelyagin A.I. Basic, primary concepts of mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – № 2. – P. 17–26.
9. Smelyagin A.I. The axioms of motion of material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – № 3. – P. 19–34.
10. Smelyagin A.I. Theorems, principles and equations of mechanics // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – № 4. – P. 21–29.
11. Smelyagin A.I. Application of new axioms and their consequences for the study of the motion of material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 1. – P. 19–27.
12. Smelyagin A.I. Practical use of new axioms and corollaries for research motion of material bodies // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 2. – P. 19–26.

УДК 628.1

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛОДКИ С СЕРПОВИДНЫМ СОПЛОМ NUMERICAL STUDY OF PADS WITH SICKLE NOZZLE

Булат Михаил Павлович

аспирант кафедры Холодильных машин и
низкопотенциальной энергетики.
Университет ИТМО
Тел.: +7(9211) 427-20-91
bulat_mh@mail.ru

Бесчастных Владимир Николаевич

Кандидат технических наук, главный конструктор.
ООО «ЦТТ «Кулон»
Тел.: +7(812) 680 17 08
vbes2@yandex.ru

Bulat Michail Pavlovich

Postgraduate.
ITMO University
Ph.: +7(921) 427-20-91
bulat_mh@mail.ru

Beschastnyih Vladimir Nikolaevich

Candidate of engineering, chief designer.
TTC «Kulon» Ltd
Тел.: +7(812) 680 17 08
Ph.: vbes2@yandex.ru

Аннотация. Цель данной работы – проведение численного исследования параметров колодки газового подшипника с серповидным соплом системы подачи газа в зазор. Сейчас в мире наиболее распространены газодинамические подшипники, отличающиеся низкой грузоподъемностью, неустойчивостью к перегрузкам и невысоким ресурсом. Такие подшипники имеют в своей конструкции покрытие, изнашивающееся при каждом пуске или остановке ротора, поскольку силы, удерживающие вал в воздухе, появляются при достижении определенной скорости вращения. Это делает целесообразным разработку нового типа подшипников, свободных от указанных недостатков. Гибридный подшипник, сочетающий в себе технологии газостатического и газодинамического, рассматривается в данной статье. Исследуется геометрия с серповидным соплом, повторяющим изолинии решения уравнения Рейнольдса.

Ключевые слова: газостатический подшипник, газодинамический подшипник, гибридный подшипник, колодка гибридного подшипника, грузоподъемность.

Annotation. The purpose of this work – numerical investigations of parameters of the gas bearing pads with falciform nozzle in gas supply system in the gap. Nowadays the most common in the world gas-dynamic bearings are characterized by their low bearing capacity, instability at overloads and low resource. These bearings have coating in their construction which wearing off with every start or stop of the rotor, because the forces that hold the shaft in the air appear only upon attaining a certain speed. This makes development of a new type of bearing, free from these drawbacks expedient. Hybrid bearings, that combines the technology of gas-static and gas-dynamic bearings, is considered in this article. The geometry of a falciform nozzle, repeating contours solving the Reynolds equation is studied.

Keywords: gas-static bearing, gas-dynamic bearing, hybrid gas bearing, bearing capacity.

Введение

В течение последних лет исследователи по всему миру активно занимаются разработкой подшипников на газовой смазке. Такой возросший интерес связан с тем фактом, что традиционные методы повышения эффективности работы турбомашин практически исчерпали себя – потребовалось новое техническое решение. Были даже созданы работоспособные устройства в составе газотурбинных установок малой мощности, однако в связи со сложностью масштабирования, перенести эти разработки на тяжелые роторы до сих пор не удалось. Тем не менее, газовые подшипники остаются перспективным решением для систем с быстро вращающимися роторами.

Эффект применения подшипников на газовой смазке вместо шариковых и роликовых на авиационных и силовых газотурбинных двигателях (ГТД) состоит в: усилении пожарной безопасности в связи с отсутствием масляной системы, уменьшении массы двигателя, повышении ресурса его работы с одновременным снижением общих экономических затрат, особенно эксплуатационных. При этом существенно расширяются перспективы создания высокооборотных двигателей с более высокими удельными показателями [1], также высоко эффективных криогенных и газоразделительных машин [2].

В настоящий момент в мире наиболее распространены газодинамические подшипники (ГДП), подъемная сила в которых создается за счет эффекта Бернулли при раскрутке ротора до высоких скоростей. Именно этот тип опор нашел свое применение на рынке газотурбинной техники. К сожалению, ГДП из-за своего принципа действия обладают рядом недостатков, например, низкой грузоподъемностью, низким ресурсом. Следовательно, при проектировании газовых подшипников приходится решать задачу обеспечения высокой эксплуатационной надежности работы в условиях вибраций и перегрузок, существенного повышения грузоподъемности, а также увеличение ресурса.

Наиболее перспективным для решения поставленных задач из общего семейства газовых подшипников является применение газостатического подшипника (ГСП), однако для него, в отличие от газодинамического подшипника, требуется система управления, регулирующая положение вала и не допускающая его касания со статором, а также постоянный поддув газа, что снижает экономичность ГТД.

ГСП достаточно широко используется в лабораторных столах, весах и других приборах, где требуется прецизионная точность перемещений при сравнительно большой грузоподъемности.

Хотя вопрос колебаний ротора в подшипниках на газовой смазке достаточно изучен [3, 4], используемая газостатическая схема подшипника не нашла до сих пор широкого применения на крупных объектах с быстро вращающимися валами из-за нерешенности вопроса быстрого действия традиционных систем управления, подающих воздух в зазор между статором и ротором. Оригинальным решением в данной ситуации может стать гибридный подшипник с самоустанавливающимися по углу атаки сегментами, сочетающий в себе преимущества ГСП и ГДП, и не нуждающийся в системе управления. У сегментов положение оси с помощью расчетов подбирается таким образом, что развернувшись на нужный угол атаки, сегмент занимает устойчивой положение, т.е. он обладает свойством статической устойчивости по углу атаки. При возникновении перегрузки сегменты поворачиваются автоматически под действием аэродинамических сил, что является следствием изменения величины зазора между сегментами и валом. Такое движение также должно быть устойчивым, т.е. сегмент должен быть динамически устойчивым по перегрузке.

Пример расчета такого подшипника рассмотрен в данной статье.

Методика расчета

Объектом исследования является радиальный гибридный газовый подшипник. Общий подход к расчету гибридных подшипников приведен в [5], примеры расчетов в приложении к сегментным подшипникам – в [6, 7]. В нашей задаче исследование велось следующим образом:

Геометрия расчетной области приведена на рисунке 1, исходные данные на рисунке 2.

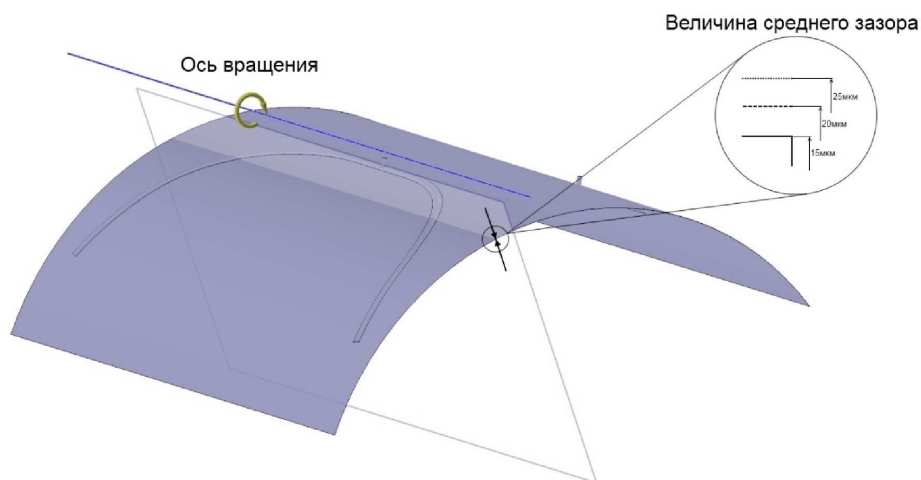


Рисунок 1 – Геометрия расчетной области представляет собой зазор между валом и поверхностью подшипника

Расчет производился по ламинарной модели. Разностная сетка состоит из тетраэдральных элементов. Ранг сетки в радиальном направлении принят на уровне 1 мм, в окружном направлении 1–2 мм, в осевом (перпендикулярно зазору) 2 мкм. В местах резкого изменения сечений было выполнено сгущение расчетной сетки.

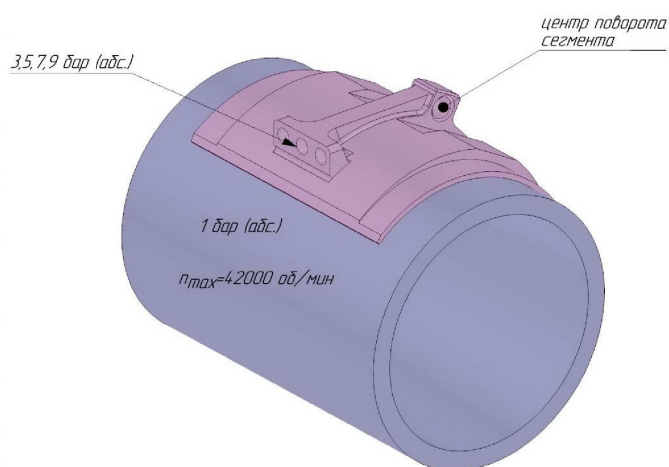


Рисунок 2 – Условия задачи

Начальные условия:

- Рабочая среда – воздух.
- Температура воздуха – 20 °С.
- Частота вращения упорного диска (диапазон) – 0–42 000 об/мин.

Граничные условия:

- Давление на периметре сегмента – 1 бар (абс)
- Давление питающего воздуха – 3, 5, 7, 9 бар (абс)
- Условия непротекания на стенках

Результаты расчетов и анализ

Значения, полученные в результате расчетов для среднего зазора в 25 мкм, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты численных расчетов радиального подшипника

№	Условный средний зазор, мкм	Зазор по выходной кромке h , мкм	Зазор по входной кромке, мкм	Частота вращения диска, об/мин	Давление подачи, атм	Расход, г/с	Подъемная сила, Н	Момент, Нм
1	25	20	30	42000	3	0,21	172	-0,53
2					5	0,32	250	-0,85
3					7	0,43	335	-1,14
4					9	0,55	396	-1,48
5	25	15	35	42000	3	0,20	219	0,09
6					5	0,32	276	-0,12
7					7	0,44	355	-0,22
8					9	0,55	417	-0,40
9	25	10	40	42000	3	0,21	295	0,98
10					5	0,33	348	0,89
11					7	0,44	413	0,85
12					9	0,56	457	0,70

На графике (рис. 3) приведены результаты расчетов зависимостей грузоподъемности опоры от давления и расхода подаваемого воздуха для трех различных углов атаки. С увеличением угла атаки подъемная сила растет, тогда как расход остается неизменным, т.е. в большей степени проявляется эффект Бернулли. С увеличением угла атаки вращающий момент на сегменте вначале поворачивает его в сторону увеличения угла атаки, но сам момент постепенно уменьшается, пока не будет достигнуто положение равновесия, когда момент равен нулю. При продолжении вращения сегмента момент становится отрицательным и стремится вернуть сегмент в устойчивое положение.

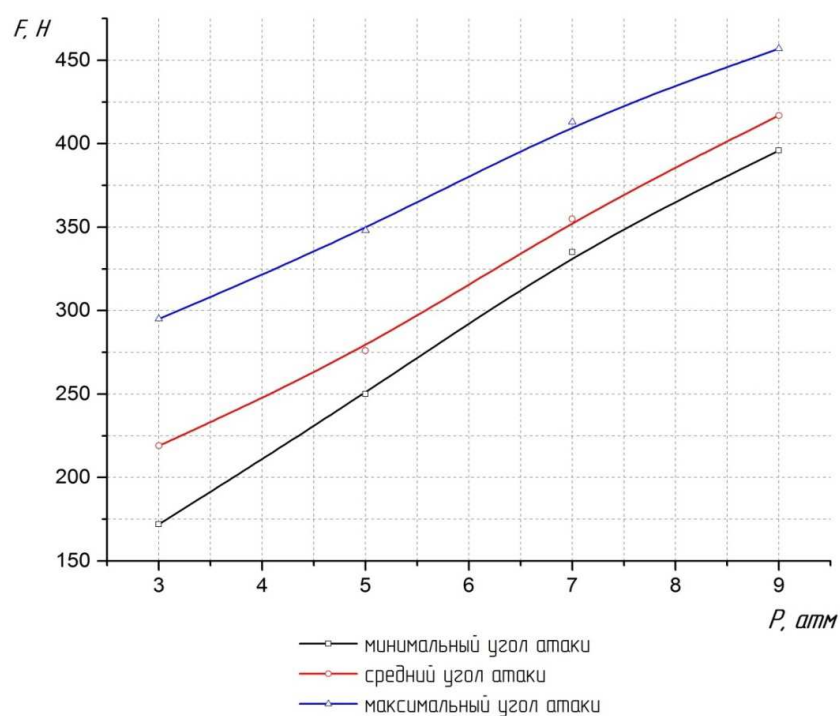


Рисунок 3 – Изменение грузоподъемности в зависимости от давления подачи

Заключение

Приведены сведения о возможном применении подшипников на газовой смазке в современной технике. Описаны преимущества использования гибридных подшипников над распространенными ГСП и ГДП. Кратко приведена методика и описан порядок расчета гибридного газового подшипника с самоустанавливающимися сегментами и серповидным соплом, распределяющим воздух по поверхности. Приведены результаты расчетов, выполнен анализ, в ходе которого было доказано наличие эффекта саморегулирования в данной конструкции подшипника.

Литература:

1. Бесчастных В.Н., Булат П.В. Практика проектирования газовых подшипников для холодильных машин. Часть II. Проектирование и методика расчета гибридных подшипников // Холодильная техника. – 2015. – № 8. – С. 17–20.
2. Смирнова О.С., Булат П.В., Продан Н.В. Применение управляемых газо- и гидростатических подшипников в турбонасосных агрегатах многофазовых комбинированных ЖРД // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4 (Ч. 2). – С. 335–39. – URL : <http://www.rae.ru/fs/pdf/2013/4-2/31193.pdf>
3. Булат П.В., Усков В.Н. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть I. Постановка задачи // Вестник международной академии холода. – 2012. – № 3. – С. 3–7. – URL : <http://vestnikmax.com/vestnikmax.ru/?q=ru/node/413>

4. Булат П.В., Усков В.Н. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть II. Колебания давления в соплах питающей системы на сверхкритическом режиме работы // Вестник международной академии холода. – 2013. – Ч. 2 (В. 1). – С. 57–60. – URL : <http://vestnikmax.com/vestnikmax.ru/?q=ru/node/349>
5. Булат П.В. Практика проектирования газовых подшипников для холодильных машин. Часть I. Обзор газовых подшипников // Холодильная техника. – 2015. – № 8. – С. 2–6.
6. Бесчастных В.Н., Равикович Ю.А. Определение статической грузоподъемности сегментного газостатического подшипника // Вестник МАИ. – 2009. – Т. 16. – № 1. – С. 91–98.
7. Листопадов И.В., Шершнева Б.Б., Моделирование сегментного газового подшипника // ANSYS Solutions. Русская редакция. – Зима 2006. – С. 43–45.

References:

1. Beschastnykh V.N., Bulat P.V. Practice of design of gas bearings for refrigerators. Part II. Design and method of calculation of hybrid bearings // Refrigerating equipment. – 2015. – № 8. – P. 17–20.
2. Smirnova O.S., Bulat P.V., Prodan N.V. Use of the operated gazo- and hydrostatic bearings in turbo-pump units of the reusable combined ZhRD // Basic researches. – 2013. – № 4 (Ch. 2). – P. 335–39. – URL : <http://www.rae.ru/fs/pdf/2013/4-2/31193.pdf>
3. Bulat P.V., Uskov V.N. About research of an oscillating motion of gas subweight of a rotor turbo-refrigerator and the detandernykh of cars. Part I. Problem definition // Bulletin of the international academy of cold. – 2012. – № 3. – P. 3–7. – URL : <http://vestnikmax.com/vestnikmax.ru/?q=ru/node/413>
4. Bulat P.V., Uskov V.N. About research of an oscillating motion of gas subweight of a rotor turbo-refrigerator and the detandernykh of cars. Part II. Fluctuations of pressure in nozzles of the feeding system on a supercritical operating mode // Bulletin of the international academy of cold. – 2013. – Ch. 2 (V. 1). – P. 57–60. – URL : <http://vestnikmax.com/vestnikmax.ru/?q=ru/node/349>
5. Bulat P.V. Practice of design of gas bearings for refrigerators. Part I. Review of gas bearings // Refrigerating equipment. – 2015. – № 8. – P. 2–6.
6. Beschastnykh V.N., Ravikovich YU.A. Determination of static loading capacity of the segment gas-static bearing // MAI bulletin. – 2009. – V. 16. – № 1. – P. 91–98.
7. Listopadov I.V., Shershnev B.B. Modeling of the segment gas bearing // ANSYS Solutions. Russian edition. – Winter, 2006. – P. 43–45.

УДК 531.8, 628.1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОМЕНТОВ НА СВОБОДНО ПОВОРАЧИВАЮЩИХСЯ СЕГМЕНТАХ ГИБРИДНОГО ВОЗДУШНОГО ПОДШИПНИКА

METHOD OF CALCULATION TORQUE ON THE FREELY ROTATABLE SEGMENTS OF THE HYBRID AIR BEARING

Ильина Тамара Евгеньевна

аспирант кафедры Холодильных машин и низкпотенциальной энергетики.

Университет ИТМО

Тел.: +7(911) 138-91-15

Tamara.e.ilina@gmail.com

Бесчастных Владимир Николаевич

кандидат технических наук, главный конструктор.

ООО «ЦТТ «Кулон»

Тел.: +7(812) 680-17-08

vbes2@yandex.ru

Ilina Tamara Evgenevna

Postgraduate student, the Faculty of Refrigerating machines and low potential energy.

ITMO University

Ph.: +7(911) 138-91-15

Tamara.e.ilina@gmail.com

Beschastnyih Vladimir Nikolaevich

Candidate of engineering, chief designer.

TTC «Kulon» Ltd

Тел.: +7(812) 680-17-08

Ph.: vbes2@yandex.ru

Аннотация. Целью данной работы является подробное описание методики определения моментов на свободно поворачивающемся сегменте гибридного воздушного подшипника. В статье коротко рассмотрены типы существующих газовых подшипников и их принцип действия. Показана необходимость в расчете равновесного положения сегмента. Приведен пример расчета равновесного положения и равнодействующей силы действующей на сегмент.

Ключевые слова: газовый подшипник, гибридный газовый подшипник, устойчивое положение сегмента, крутящий момент.

Annotation. In this paper detailed description of method for determining the torque on freely rotating segment of the hybrid air bearing is given. The paper contains a brief description of the types of existing gas bearings and their operating principle. Necessity for calculating the equilibrium position of segment is shown. Example calculation of the equilibrium position and the resultant force acting on the segment is shown.

Keywords: gas bearing, hybrid gas bearing, steady position of segment, torque.

Постановка задачи

В последние годы существенно возрос интерес к подшипникам скольжения на газовой смазке. Использование газовых подшипников связано с повышением эффективности двигателей различного назначения, газотурбинных энергетических машин, турбохолодильных агрегатов [1].

Проблеме подшипников на газовой смазке посвящены фундаментальные труды Шейнберга [2] и Константинеску [3], Риппела [4], Грессема и Пауэлла [5]. А так же работы Котляра [6], Заблоцкого [7], Лойцянского и Степанянца [8], [9], [10].

Различают газостатические (ГСП), газодинамические (ГДП) и гибридные подшипники [11], которые отличаются принципом создания подъемной силы.

В газодинамических подшипниках подъемная сила создается за счет взаимодействия движущихся частей вала и подшипника с вязким тонким слоем. Эксплуатация таких подшипников на высокооборотных машинах связана с большим риском износа твердых смазывающих покрытий в условиях высоких температур, что может привести к пожару. Однако главный их недостаток – небольшая грузоподъемность, ограниченная подъемной силой, создаваемой за счет эффекта Бернулли.

Газостатические подшипники для создания подъемной силы требуют постоянной подачи рабочего газа в зазор между корпусом подшипника и ротором и поэтому являются неэкономичными. Помимо этого для ГСП характерно наличие различных колебательных режимов связанных с рассогласованием расхода газа, поступающего в смазочный зазор и истекающего из него [12, 13].

Наиболее перспективными являются гибридные подшипники [14], совмещающие оба принципа создания подъемной силы. Гибридные подшипники требуют подачи рабочего газа лишь в моменты пуска и останова ротора, в остальное время они работают по принципу газодинамических подшипников.

Наличие сразу двух принципов создания подъемной силы в гибридном подшипнике обусловлено применением в конструкции подшипника самоустанавливающихся сегментов (колодок), которые крепятся к корпусу посредством сферического шарнира (рис. 1).

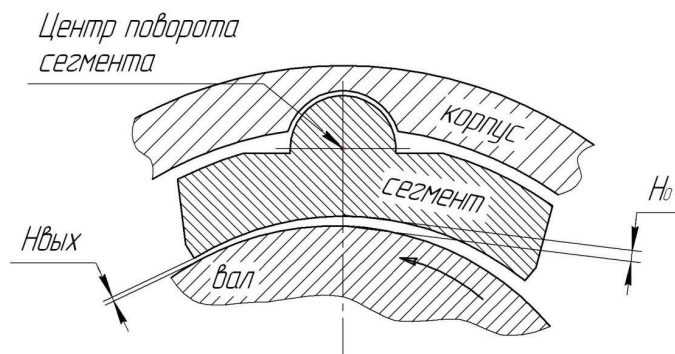


Рисунок 1 – Схема расположения сегмента и вала

Конструкция корпуса гибридного подшипника такова, что каждая колодка со сферическим шарниром является самоустанавливающейся, т.е. под воздействием перепада давления и разворачивающего момента она устанавливается на определенный угол по отношению к поверхности вала. При отсутствии нагрузки и вращения вала сегменты располагаются эквидистантно поверхности вала.

Под действием внешней силы вал смещается относительно центра опоры. В результате средние зазоры на сегментах становятся разными. В том месте, где имеется минимальный зазор, возникают наибольшие силы давления в смазочном слое. Наоборот, в месте наибольшего зазора возникают наименьшие силы. В результате векторного сложения сил от всех сегментов возникает суммарная реакция подшипника, компенсирующая внешнюю силу.

Шарнир позволяет сегментам поворачиваться под действием газовых сил и занимать положение равновесия, при котором крутящий момент становится равным нулю.

Одной из задач проектирования гибридного газового подшипника является нахождение такого расположения оси вращения, которое будет обеспечивать устойчивое положение сегмента, когда при изменении частоты вращения сегмент самостоятельно поворачивается на заданный угол и сохраняет устойчиво это положение. Для этого необходимо уметь рассчитывать силы и моменты на свободно поворачивающемся сегменте гибридного воздушного подшипника.

Методика расчета

В соответствии с принципом определения равновесного положения сегмента, сформулированного в [15], опишем более подробно методику расчета устойчивого положения сегментов:

Для выбранной геометрии сегмента подшипника задается зазор между валом и сегментом H_0 в месте расположения шарнира.

Для выбранных параметров создаются 3-D модели с разной клиновидностью зазора – с разным значением $H_{\text{вых}}$ (часто достаточно двух моделей для одного значения H_0).

После с использованием современных программных продуктов выполняется построение расчетной сетки и численный расчет течения в смазочном зазоре, в результате которого мы получаем: крутящий момент в центре вращения и равнодействующую силу давлений, действующие на сегмент.

Строим диаграммы сил и моментов в зависимости от выходного зазора для каждого текущего $H_{\text{вых}}$.

По этим диаграммам методом линейной интерполяции определяем выходной зазор (H_{op}), при котором наступает равновесное положение сегмента и равнодействующую сил давления ($F_{к0}$), действующую на сегмент в положении равновесия.

Результаты расчета и анализ

Проведем расчеты 3 типов сегментов газостатического подшипника:

- с контурным подводом газа через 3 ряда отверстий,
- с подводом газа через 3 продольные микроканавки,
- с подводом газа через поперечную микроканавку.

1. Выбираем значения H_0 для выбранных типов сегментов: 20, 30, 40, 50, 60 и 80 мкм.

2. Для каждого выбранного H_0 назначаем по 2 значения $H_{вых}$ и создаем модели с разной клиновидностью.

3. Выполняем построение расчетной сетки и газодинамические расчеты течения. В результате получаем: крутящий момент в центре вращения и равнодействующую силу давлений, действующие на сегмент. Результаты расчетов 3-х типов сегментов представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 – Результаты расчета сегмента радиального подшипника с контурным поддувом газа через кольцевые сопла

Средний зазор H_0 , мкм	20		30		40		50		60		80	
Выходной зазор $H_{вых}$, мкм	10	15	10	20	10	20	10	20	15	30	20	40
Момент в шарнире M_z , Нм	-5,76	5,87	-7,27	1,03	-7,62	0,46	-7,72	-1,7	-4,32	0,01	-2,75	1,08
Равнодействующая сил давления, Н	1901	1804	1512	1373	1172	1103	946	880	695	689	523	493

Таблица 2 – Результаты расчета сегмента радиального подшипника с поддувом газа через три продольные микроканавки

Средний зазор H_0 , мкм	20		30		40		50		60		80	
Выходной зазор $H_{вых}$, мкм	10	15	10	20	10	20	10	20	15	30	20	40
Момент в шарнире M_z , Нм	-5,41	0,33	-6,5	1,03	-7,81	-0,3	-7,84	-2,18	-3,9	0,04	-2,7	0,78
Равнодействующая сил давления, Н	2468	2195	2057	1893	1401	1321	986	857	574	574	301	261

Таблица 3 – Результаты расчета сегмента радиального подшипника с поддувом газа через поперечную микроканавку

Средний зазор H_0 , мкм	20		30		40		50		60		80	
Выходной зазор $H_{вых}$, мкм	10	15	10	20	10	20	10	20	15	30	20	40
Момент в шарнире M_z , Нм	-14,0	0,6	-12,5	1,3	-6,1	1,0	0,78	3,4	-2,72	-0,27	-2	0,25
Равнодействующая сил давления, Н	2959	2578	1699	1345	932	749	491	458	342	298	156	103

4. По данным таблицы 1, 2, 3 для каждого текущего зазора H_0 строим диаграммы моментов и сил в зависимости от выходного зазора (рис. 2–7). На диаграммах приведены значения для всех 3-х сегментов, числовые значения, приведенные на диаграммах относятся к сегменту с подводом газа через 3 продольные микроканавки.

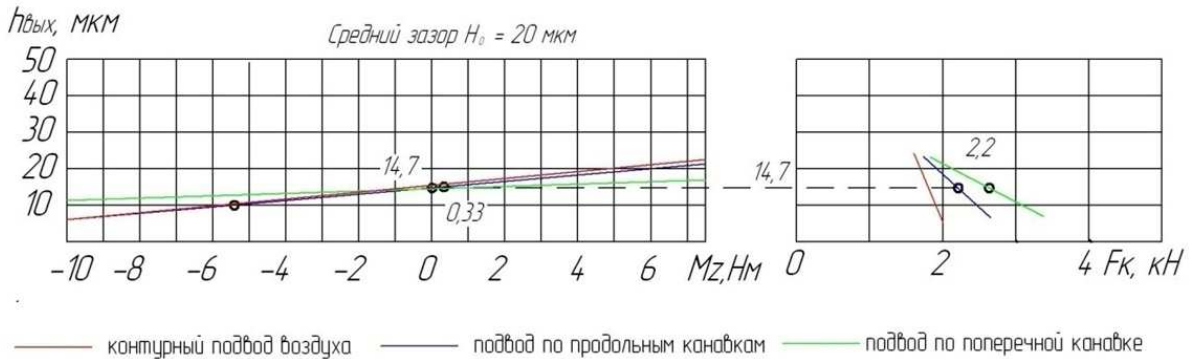


Рисунок 2 – Диаграммы моментов и сил для $H_0 = 20$ мкм

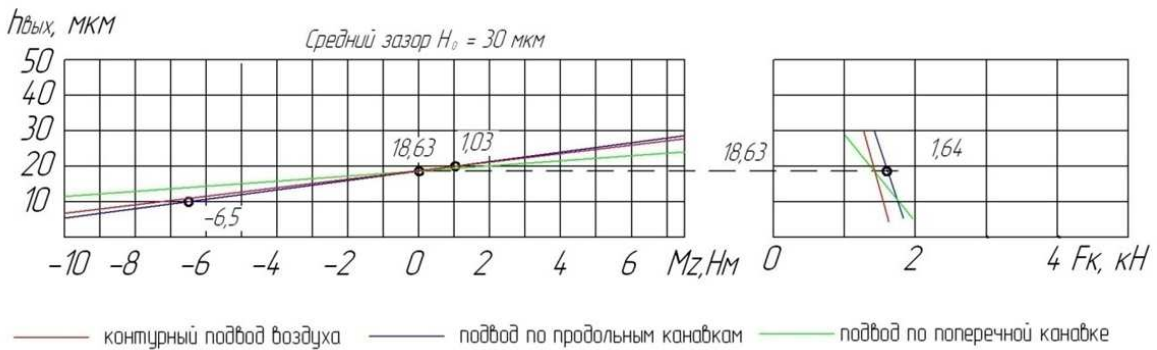


Рисунок 3 – Диаграммы моментов и сил для $H_0 = 30$ мкм

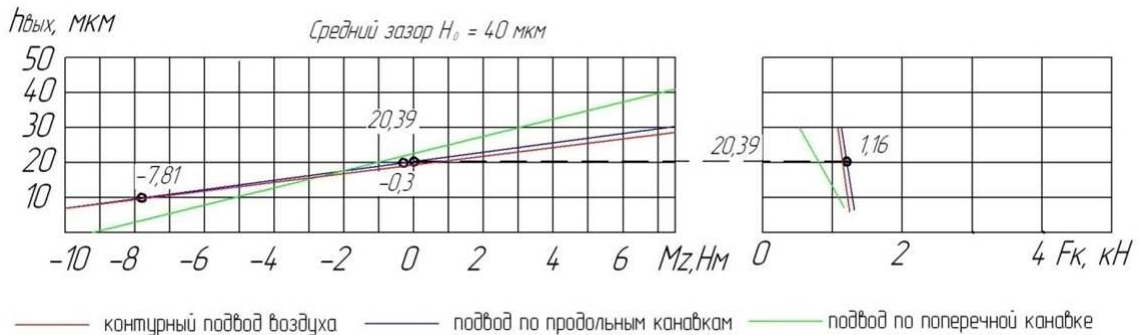


Рисунок 4 – Диаграммы моментов и сил для $H_0 = 40$ мкм

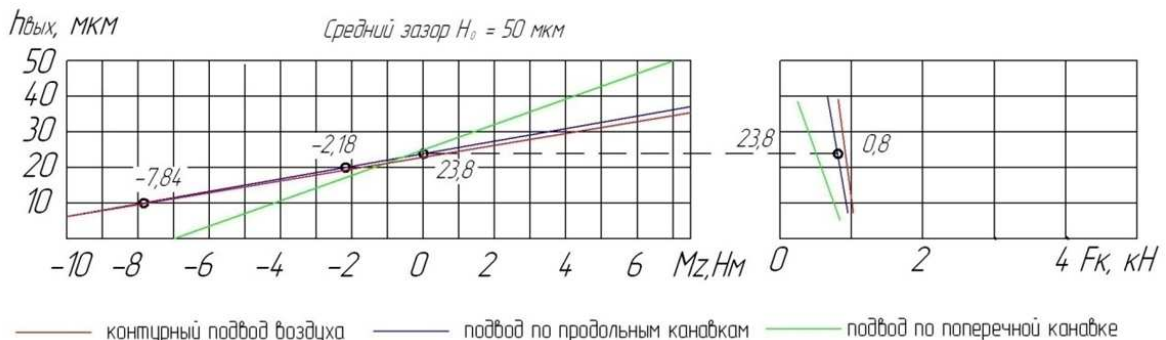


Рисунок 5 – Диаграммы моментов и сил для $H_0 = 50$ мкм

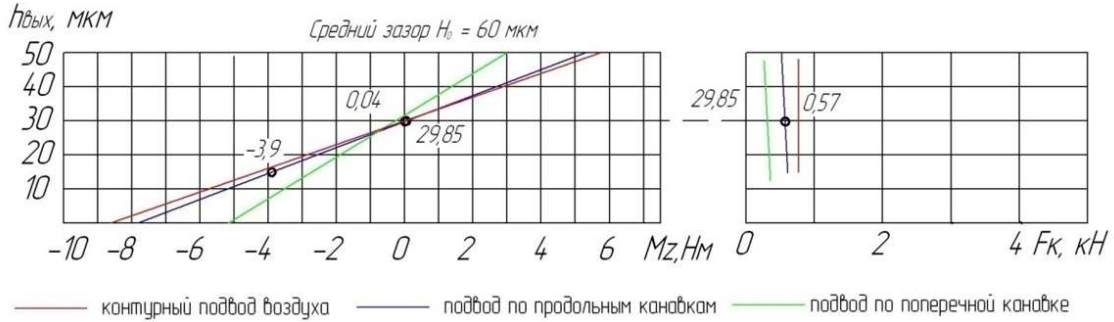


Рисунок 6 – Диаграммы моментов и сил для $H_0 = 60$ мкм

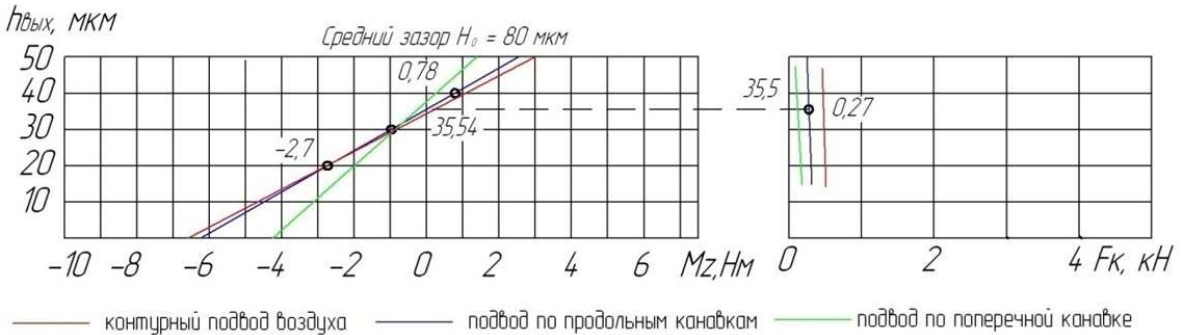


Рисунок 7 – Диаграммы моментов и сил для $H_0 = 80$ мкм

5. Далее по этим диаграммам методом линейной интерполяции определяем выходной зазор ($H_{\text{ор}}$), при котором наступает равновесное положение сегмента и равнодействующую сил давления ($F_{\text{ко}}$), действующую на сегмент в положении равновесия. Полученные данные с диаграмм представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Равнодействующая сила давления и выходной зазор в равновесном положении

Зазор в месте расположения шарнира H_0 , мкм		20	30	40	50	60	80
Равнодействующая сил давления, Н	Контурный подвод	1798	1396	1102	861	682	504
	Продольные канавки	2242	1643	1160	812	574	270
	Поперечная канавка	2618	1368	796	511	306	101
Выходной зазор $H_{\text{вых}}$, мкм	Контурный подвод	14,7	18,6	20,4	23,8	29,8	35,4
	Продольные канавки	14,7	18,6	20,4	23,8	29,9	35,5
	Поперечная канавка	14,7	18,6	23,99	25,1	32,2	37,4

Заключение

Описан принцип работы гибридного газового подшипника, на основе которой показана необходимость в расчете равновесного положения сегмента. Подробно описана методика определения сил и моментов. Данная методика позволяет определить равновесное положение сегмента, а также в конечном итоге получить равнодействующую силу, действующую на сегмент в положении равновесия.

Литература:

- Смирнова О.С., Булат П.В., Продан Н.В. Применение управляемых газо- и гидростатических подшипников в турбонасосных агрегатах многоразовых комбинированных ЖРД.
- Опоры скольжения с газовой смазкой / Под ред. С.А. Шейнберга. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 336 с.

3. Constantinescu V.N. Lubrificatia cu gaze. – Bucuresti, 1963.
4. Проектирование гидростатических подшипников / Под ред. Гарри Риппела. Перевод с английского Г.А. Андреевой. – М. : Машиностроение, 1967, – 135 с.
5. Подшипники с газовой смазкой / Под ред. Н.С. Грессема., Дж.У. Пауэлла. – М. : Мир, 1966. – 415 с.
6. Котляр Я.М. Асимптотические решения уравнения Рейнольдса // Механика жидкости и газа. – 1967. – № 1. – С. 161.
7. Заблоцкий Н.Д., Карякин В.Е., Спиенков И.Е. Сферический газовый подшипник с принудительным наддувом // Механика жидкости и газа. – 1970. – № 3. – С. 147–154.
8. Лойцыанский Л.Г., Степанянец Л.Г. Гидродинамическая теория сферического подвеса // Труды ЛПИ. – 1958. – № 198. – С. 89–98.
9. Заблоцкий Н.Д. Линеаризация граничных условий в теории воздушных подвесов // Труды ЛПИ. – 1961. – № 217. – С. 127–132.
10. Степанянец Л.Г. Некоторые методы газодинамической теории смазки // Труды ЛПИ. – 1967. – № 280. – С. 27–43.
11. Bulat M.P. Bulat P.V. Basic classification of the gas-lubricated bearings // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 28 (10). – P. 1444–1448.
12. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть I. Постановка задачи.
13. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть II. Колебания давления в соплах питающей системы на сверхкритическом режиме работы.
14. П.В. Булат. Практика проектирования газовых подшипников для холодильных машин. Часть I. Обзор газовых подшипников // Холодильная техника. – 2015. – № 8. – С. 2–6.
15. В.Н. Бесчастных, П.В. Булат. Практика проектирования газовых подшипников для холодильных машин. Часть II. Проектирование и методика расчета гибридных подшипников // Холодильная техника. – 2015. – № 8. – С. 17–20.

References:

1. Smirnova O.S., Bulat P.V., Prodan N.V. Use of the operated gazo-and hydrostatic bearings in turbo-pump units of the reusable combined ZhRD.
2. Sliding support with gas greasing / Under the editorship of S.A. Sheynberg. – 2nd prod., reslave. and additional. – М. : Mechanical engineering, 1979. – 336 p.
3. Constantinescu V.N. Lubrificatia cu gaze. – Bucuresti, 1963.
4. Design of hydrostatic bearings / Under the editorship of Harry Rippel. Translation from G.A. Andreyeva's English. – М. : Mechanical engineering, 1967. – 135 p.
5. Bearings with gas greasing / Under the editorship of N.S. Gressem., J.U. Powell. – М. : World, 1966. – 415 p.
6. Kotlyar Ya.M. Asymptotic solutions of the equation of Reynolds // Mechanics of liquid and gas. – 1967. – № 1. – P. 161.
7. Zablotsky N.D., Karyakin V.E., Spiyenkov I.E. Sferichesky the gas bearing with compulsory pressurization // Mechanics of liquid and gas. – 1970. – № 3. – P. 147–154.
8. Loytsyansky L.G., Stepanyants L.G. Hidrodinamicheskaya theory of spherical subweight // Works LPI. – 1958. – № 198. – P. 89–98.
9. Zablotsky N.D. Linearization of boundary conditions in the theory of air subscales // Works of LPI. – 1961. – № 217. – P. 127–132.
10. Stepanyants L.G. Some methods of the gasdynamic theory of greasing // Works LPI. – 1967. – № 280. – P. 27–43.
11. Bulat M.P., Bulat P.V. Basic classification of the gas-lubricated bearings // World Applied Sciences Journal. – 2013. – № 28 (10). – P. 1444–1448.
12. Uskov V.N., Bulat P.V. About research of an oscillating motion of gas subweight of a rotor turbo-refrigerator and the detandernykh of cars. Part I. Problem definition.
13. Uskov V.N., Bulat P.V. About research of an oscillating motion of gas subweight of a rotor turbo-refrigerator and the detandernykh of cars. Part II. Fluctuations of pressure in nozzles of the feeding system on a supercritical operating mode.
14. P.V. Bulat. Practice of design of gas bearings for refrigerators. Part I. Review of gas bearings // Refrigerating equipment. – 2015. – № 8. – P. 2–6.
15. V.N. Beschastnykh, P.V. Bulat. Practice of design of gas bearings for refrigerators. Part II. Design and method of calculation of hybrid bearings // Refrigerating equipment. – 2015. – № 8. – P. 17–20.

УДК 532.529

ИНТЕНСИВНОСТЬ ОТРАЖЕННОГО РАЗРЫВА В ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ДОГОНЯЮЩИХ СКАЧКОВ

INTENSITY OF THE REFLECTED DISCONTINUITY IN THE INTERFERENCE OF UNIDIRECTIONAL SHOCK WAVES

Упырев Владимир Владимирович

аспирант кафедры Физики-2.

Университета ИТМО

Тел.: +7(950) 228-69-80

upyrevv@ya.ru

Upyrev Vladimir Vladimirovich

Postgraduate.

ITMO University

Ph.: +7(950) 228-69-80

upyrevv@ya.ru

Аннотация. Исследованы ударно-волновые структуры, возникающие при интерференции догоняющих скачков уплотнения. Показаны возможные исходящие разрывы в результате такого взаимодействия. Исследована зависимость интенсивности отраженного разрыва от интенсивностей приходящих догоняющих скачков. Для случая, когда отраженный разрыв является разрывной характеристикой, построены области существования. Результаты исследования могут быть использованы студентами, изучающими аэрогазодинамику, и специалистами, занимающимися проектированием воздухозаборников.

Ключевые слова: скачок уплотнения, ударная волна, интерференция скачков уплотнения, скачки уплотнения одного направления, догоняющие скачки уплотнения.

Annotation. Shock-wave structures, that appear in unidirectional shock waves interference was researched. Possible types of reflected discontinuity in were shown. Relation of intensity of the reflected discontinuity to an intensities of incoming shock waves was researched. Domains of existence of the case, when reflected discontinuity appears as discontinuous characteristic were given. Results can be used by students, who study fluid dynamics, and by specialists that design air intake.

Keywords: shock wave, interference of shocks, unidirectional shocks, catching up shock waves.

Введение

Цель – представить основные сведения о взаимодействии косых скачков уплотнения одного направления, дать классификацию отраженного разрыва, области существования различных его типов, показать численные данные интенсивности разрыва.

Косой скачок уплотнения это ударная волна, которая имеет нулевую скорость относительно наблюдателя. Можно показать математически [1], что стационарный случай косого скачка уплотнения аналогичен нестационарному случаю прямого скачка уплотнения, где скорость прямого скачка пропорциональна углу наклона косого скачка относительно невозмущенного потока. Взаимодействие косых скачков (рис. 1, б), которые аналогичны двум одномерным ударным волнам одного направления (рис. 1, а), называют интерференцией догоняющих косых скачков уплотнения.

Задача об интерференции скачков уплотнения рассматривалась ранее в работах [2], [3] и [4]. Было показано, что отраженный разрыв может иметь произвольную интенсивность в отличие от главного скачка, чья интенсивность строго больше единицы. Отраженный разрыв, чья интенсивность больше единицы, есть скачок уплотнения, который скачкообразно увеличивает давление в потоке, который через него протекает. Если отраженный разрыв имеет интенсивность меньше единицы, то такой разрыв является волной разрежения. Промежуточное состояние есть случай разрывной характеристики, она не изменяет давление и другие газодинамические переменные, но вызывает разрыв из производных.

Для того чтобы минимизировать потери полного давления в воздухозаборных устройствах внешнего сжатия необходимо использовать по возможности максимально возможное количество догоняющих скачков. С тем, чтобы такая система была структурно устойчивой необходимо, чтобы полученный в результате интерференции отра-

женный разрыв был скачком уплотнения [5], [6]. В работе [3] показано, что если отраженный разрыв будет волной разрежения, то ударно-волновая структура становится структурно неустойчивой.

Догоняющие скачки уплотнения используются в воздухозаборных устройствах внешнего сжатия. В большинстве случаев это система из 2–3 взаимодействующих догоняющих скачков, как показано на рисунке 1, б.

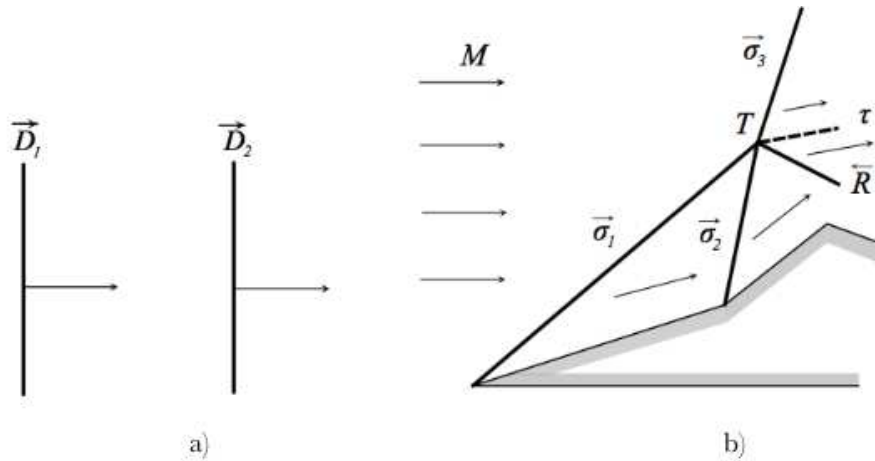


Рисунок 1 – Интерференция догоняющих скачков уплотнения:

а) нестационарный одномерный случай – догоняющие одномерные ударные волны;

б) стационарный двумерный случай – косые скачки уплотнения.

M – число Маха; T – тройная точка; σ_1, σ_2 – приходящие скачки уплотнения;

σ_3 – главный скачок уплотнения; R – отраженный разрыв; τ – тангенциальный разрыв

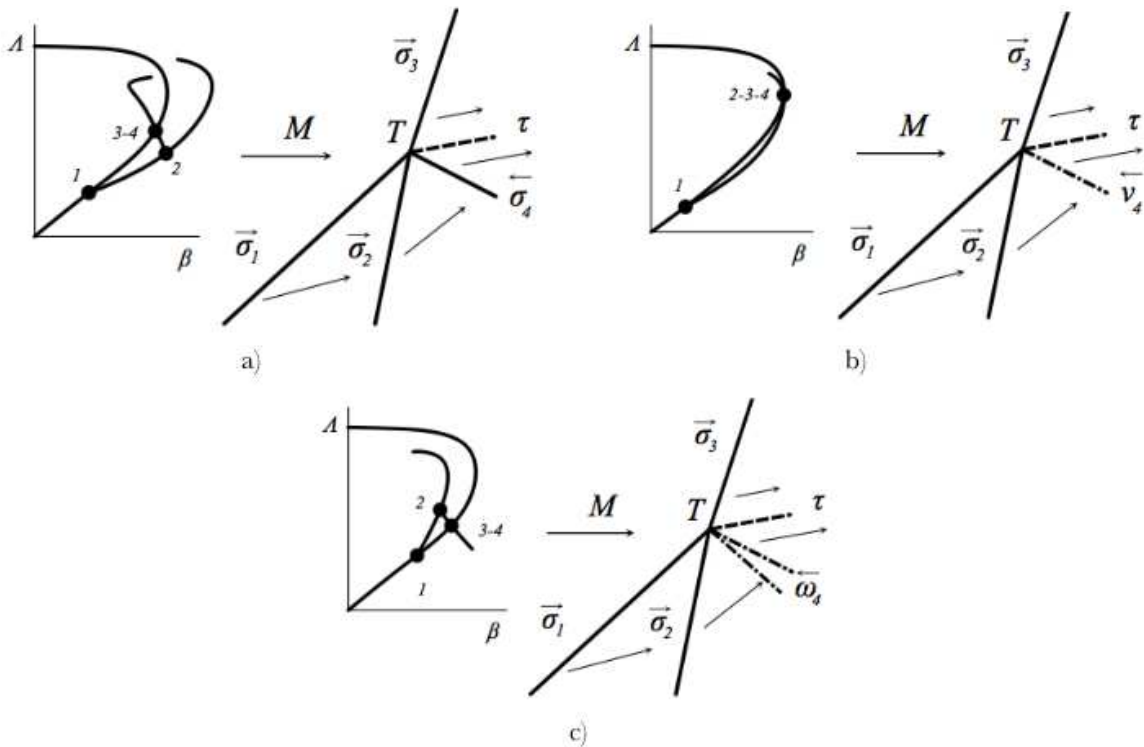


Рисунок 2 – Типы отраженного разрыва

В настоящей работе рассматриваются области существования различных типов отраженных разрывов, и интенсивность отраженного разрыва в целом при различных конфигурациях интенсивностей первого и второго приходящего скачка.

Математическая модель

Интенсивность отраженного разрыва J_4 вычисляется из условий [7], [8] :

при $\bar{\sigma}_4: \beta_\sigma(M, J_4) + \beta_\sigma(\hat{M}_2, GJ_4) = \beta_\sigma(M, J_1) + \beta_\sigma(\hat{M}_1, J_2);$ (1)

при $\bar{\omega}_4: \beta_\sigma(M, J_4) - \beta_\sigma(\hat{M}_2, GJ_4) = \beta_\sigma(M, J_1) + \beta_\sigma(\hat{M}_1, J_2);$ (2)

где $G = (J_1 J_2)^{-1}; J_1 \in [1; J_s]; J_2 \in [1; J_{2s}];$ (3)

\hat{M}_i – число Маха за i -тым скачком уплотнения.

Углы отклонения потока в (1) и (2) вычисляются по формулам:

$$\beta_\sigma(J) = \text{atan} \left(\sqrt{\frac{J_m - J}{J + \varepsilon}} \cdot \frac{(1 - \varepsilon) \cdot (J - 1)}{(J_m + \varepsilon) - (1 - \varepsilon) \cdot (J - 1)} \right);$$
 (4)

$$\beta_\omega(J) = \omega \left\{ \sqrt{\frac{2}{\gamma - 1} \cdot \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} \cdot M^2 \right)} \cdot J_\omega^{-\frac{\gamma - 1}{\gamma}} - 1 \right\} - \omega_\infty.$$
 (5)

где γ – показатель адиабаты, $\omega(M)$ – функция Прандтля-Майера [9] :

$$\omega(M) = \sqrt{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1}} \cdot \text{arctg} \left(\sqrt{\frac{\gamma + 1}{\gamma - 1} \cdot (M^2 - 1)} \right) - \text{arctg} \sqrt{M^2 - 1},$$
 (6)

а $\omega_\infty = \omega(M)$.

Результаты и анализ

С помощью уравнений (1) и (2) были получены результаты для воздуха (показатель адиабаты $\gamma = 1,4$). На рисунке 3 показана зависимость интенсивности отраженного разрыва от интенсивностей приходящих скачков уплотнения для средних интенсивностей первого приходящего скачка. Видно, что чем выше начальная интенсивность, тем меньше область, когда отраженный разрыв – скачок уплотнения.

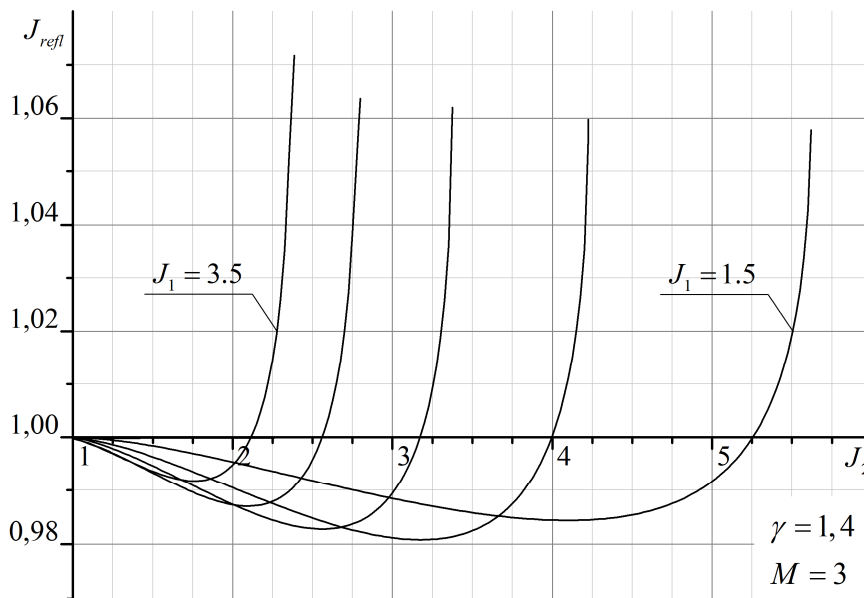


Рисунок 3 – Интенсивность отраженного разрыва J_{refl} для комбинации приходящих скачков уплотнения J_1, J_2 . Показатель адиабаты равен 1,4, число Маха равно 3

В случае если интенсивность отраженного разрыва равна единице, отсутствует скачок давления. Комбинации $J_1 - J_2$, которая создает такие отраженные разрывы, называются характеристическими. Сплошная линия на рисунке 4. показывает интенсивности $J_1 - J_2$, при которой образуется разрывная характеристика. Важность данного результата заключается так же в том, что разрывная характеристика является границей между областями двух типов отраженного разрыва – скачка уплотнения (область В, рис. 4) и волны разрежения (область А, рис. 4).

Области существования характеристических ударно-волновых структур показаны на рисунке 5. На рисунке 5 показано, что небольшой отрезок разрывной характеристики при высокой интенсивности первого скачка J_1 (на рис. 4 $J_1 \sim 5,4-5,6$, $J_2 \sim 1$), смещается влево при снижении числа Маха невозмущенного потока. При низких числах Маха данный отрезок является единственной областью существования характеристических ударно-волновых структур ($M \sim 1,5$).

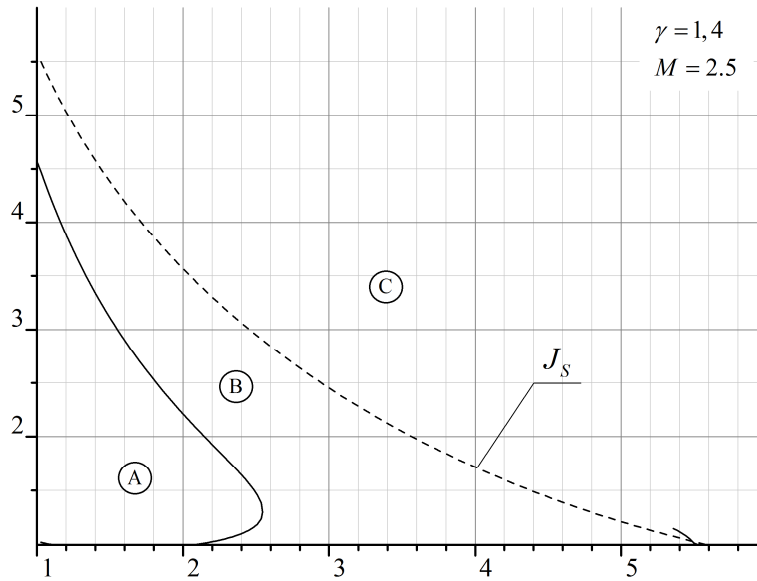


Рисунок 4 – Интенсивности комбинации приходящих скачков уплотнения J_1, J_2 , для случая характеристического разрыва. J_s – интенсивность, соответствующая скорости потока за приходящими скачками равной скорости звука. Область А – отраженный разрыв – волна разрежения. Область В – отраженный разрыв – скачок уплотнения. Область С – отраженный разрыв отсутствует. Показатель адиабаты равен 1,4, число Маха равен 2,5

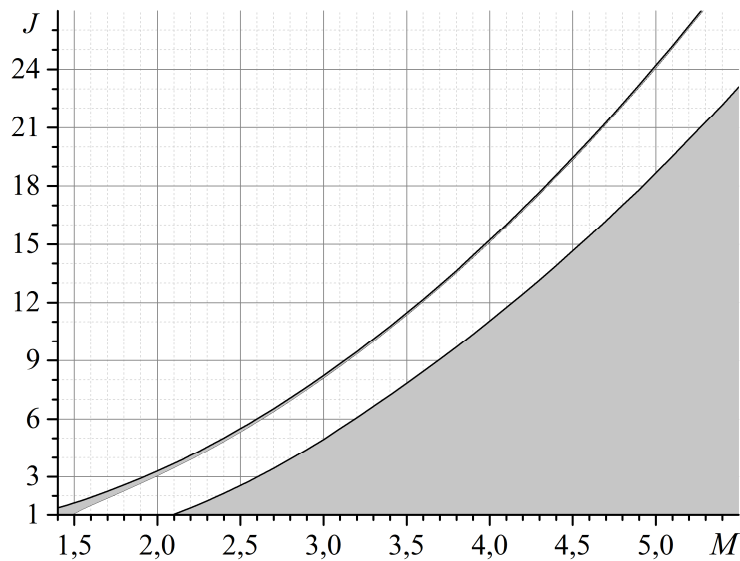


Рисунок 5 – Область существования разрывных характеристик от числа Маха и интенсивности первого скачка J . Показатель адиабаты равен 1,4

Заключение

Исследованы ударно-волновые структуры, возникающие при интерференции догоняющих скачков уплотнения. Показано, что в результате такого взаимодействия образуются два разрыва (волны): основной и отраженный. Отраженный разрыв может быть скачком уплотнения или волной разрежения. граничный случай – разрывная характеристика (разрыв с интенсивностью равной единице). Исследована зависимость интенсивности отраженного разрыва от интенсивностей приходящих догоняющих скачков. Для случая, когда отраженный разрыв является разрывной характеристикой, построены области существования.

Результаты исследования могут быть использованы студентами, изучающими аэрогазодинамику, и специалистами, занимающимися проектированием воздухозаборников.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (Соглашение № 14.575.21.0057, уникальный идентификатор прикладных научных исследований RFMEFI57514X0057).

Литература:

1. Булат П.В. Ударная и детонационная волна с точки зрения теории интерференции газодинамических разрывов-геометрический смысл уравнений газовой динамики сверхзвуковых течений // *Фундаментальные исследования*.
2. Bulat P.V., Uskov V.N. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities // *Life Science Journal*. – 2014. – 11, 8s. – 307–10 С.
3. Bulat P.V., Uskov V.N., Arkhipova L.P. Classification of Gas-dynamic Discontinuities and their Interference Problems // *Research Journal of Applied Sciences*. – 2014. – 8, 22. – 2248–54 С.
4. Булат П.В., Денисенко П.В. Интерференция скачков уплотнения одного направления // *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. – 2015. – Т. 15. – № 3. – С. 500–508.
5. Булат П.В., Усков В.Н., О задаче проектирования идеального диффузора для сжатия сверхзвукового потока // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 6 (Ч. 1). – С. 178–84. – URL : <http://www.rae.ru/fs/pdf/2012/6-1/29961.pdf>
6. Омельченко А.В., Усков В.Н. Оптимальные догоняющие скачки уплотнения с ограничениями на суммарный угол поворота потока // *Прикладная механика и техническая физика*. – 1999. – Т. 40. – № 4. – С. 99–108.
7. Росляков Г.С., Старых А.Л., Усков В.Н. Интерференция стационарных скачков уплотнения одного направления // *Изв. АН СССР. МЖГ*. – 1987. – № 4. – С. 143–52.
8. Адрианов А.Л., Старых А.Л., Усков В.Н., Интерференция Стационарных Газодинамических Разрывов. – Новосибирск : ВО «Наука», 1995. – 178 с.
9. Bulat P.V., Uskov V.N., Arkhipova L.P. Gas-dynamic discontinuity conception // *Research Journal of Applied Sciences*. – 2014. – 8, 22. – 2255–59 С. – URL : <http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf>

References:

1. Bulat P.V. A shock and detonation wave from the point of view of the theory of an interference gasdynamic razryvovo-geometrical sense of the equations of gas dynamics of supersonic currents // *Basic researches*.
2. Bulat P.V., Uskov V.N. Shock and detonation wave in terms of view of the theory of interaction gasdynamic discontinuities // *Life Science Journal*. – 2014. – 11, 8s. – 307–10 P.
3. Bulat P.V., Uskov V.N., Arkhipova L.P. Classification of Gas-dynamic Discontinuities and their Interference Problems // *Research Journal of Applied Sciences*. – 2014. – 8, 22. – 2248–54 P.
4. Bulat P.V., Denisenko P.V. Interferention of jumps of consolidation of one direction // *Scientific and technical messenger of information technologies, mechanics and optics*. – 2015. – V. 15. – № 3. – P. 500–508.
5. Bulat P.V., Uskov V.N., About a problem of design of the ideal diffuser for compression of a supersonic stream // *Basic researches*. – 2012. – № 6 (Ch. 1). – P. 178–84. – URL : <http://www.rae.ru/fs/pdf/2012/6-1/29961.pdf>
6. Omelchenko A.V., Uskov V.N. The optimum catching-up jumps of consolidation with restrictions on a total angle of rotation of a stream // *Applied mechanics and technical physics*. – 1999. – V. 40. – № 4. – P. 99–108.

7. Roslyakov G.S., Staryh A.L., Uskov V.N. Interferention of stationary jumps of consolidation of one direction // Izv. Academy of Sciences of the USSR. MZhG. – 1987. – No. 4. – P. 143–52.

8. Adrianov A.L., Staryh A.L., Uskov V.N. Interference of Stationary Gasdynamic Gaps. – Novosibirsk : IN «Science», 1995. – 178 p.

9. Bulat P.V., Uskov V.N., Arkhipova L.P. Gas-dynamic discontinuity conception // Research Journal of Applied Sciences. – 2014. – 8, 22. – 2255–59 S. – URL : <http://www.maxwellsci.com/print/rjaset/v8-2255-2259.pdf>

УДК 622.276.43

ИНДИКАТОРНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

INDICATOR METHODS OF THE CHECKING TO VELOCITIES TO FILTERING AT DEVELOPMENT OF OIL FIELDS

Самойлов Александр Сергеевич

Инженер.

ООО «НК «Роснефть» – НТЦ».

Департамент лабораторных исследований.

Отдел нормирования технологических потерь и отбора пластовых флюидов.

Сектор отбора пластовых флюидов

Тел.: + 7(861) 233-84-30

sasamoylov@rn-ntc.ru

Samoylov Alexander Sergeevich

Engineer.

Limited liability company «NC «Rosneft» research and technical centre».

Department of laboratory research.

Department of rationing process losses and selection of reservoir fluids.

Sector selection of reservoir fluids.

Ph.: + 7(861) 233-84-30

sasamoylov@rn-ntc.ru

Аннотация. В статье рассматриваются индикаторные методы контроля скорости фильтрации при разработке нефтяных месторождений. Показано современное состояние индикаторных методов. Представлен обзор индикаторных методов исследования пластов (индикаторы для жидкости, лабораторные методы оценки индикаторов, результаты опробования индикаторов, определение скорости и направления фильтрационного потока). Приведено исследование фильтрационного потока способом наблюдения за изменением содержания индикатора на забое скважины.

Ключевые слова: индикаторные методы исследования пластов, контроль скорости фильтрации, лабораторные методы оценки индикаторов, результаты опробования индикаторов, направление фильтрационного потока, удельная радиоактивность жидкости, рабочая камера ствола скважины.

Annotation. In article are considered indicator methods checking to velocities to filtering at development of oil fields. Modern condition of indicator methods is shown. The presented review of indicator methods of the study layer (the indicators for liquid, laboratory methods of the estimation indicator, results of testing indicators, determination to velocities and directions of the filtration flow). The brought study of the filtration flow by way of the observation for change the contents of the indicator on the bottom of well.

Keywords: indicator methods of studies layer, checking to velocities to filtering, laboratory methods of the estimation indicator, results of testing indicator, direction of the filtration flow, specific radioactivity to liquids, worker camera stem of the bore hole.

Современное состояние индикаторных методов

Индикаторные методы, применяющиеся при разведке и поиске нефтяных залежей, контроле за процессами извлечения из недр углеводородного сырья, можно разделить на три группы [1].

Первая группа основана на прослеживании фильтрационных потоков между скважинами в пределах значительных объёмов горных пород. Эта группа включает методы контрольных скважин, мечения нагнетаемой жидкости или газа. С их помощью определяют истинную скорость и направление пластовых жидкостей и нагнетаемой в залежи воды, коллекторские свойства пластов в условиях естественного залегания. Выявляют также распределение потоков по пластам и между отдельными скважинами и источники их обводнения, гидродинамическую связь по площади и разрезу залежей, устанавливают неоднородность отложений, определяют эффективность процесса вытеснения нефти и газа, степень влияния на него отдельных скважин и режима их дренирования и нагнетания.

Использование индикаторов в этих целях даёт наиболее ценную информацию о залежах в неоднородных пластах при применении сложных систем разработки и новых методов повышения нефтеотдачи пластов. Индикаторы способствуют решению важ-

нейшей задачи современного этапа развития нефтедобывающей промышленности, связанной с повышением эффективности заводнения продуктивных пластов, являющегося основным процессом, обеспечивающим высокие уровни добычи нефти в стране. Известно, что эффективное регулирование процесса эксплуатации залежей возможно только при надёжном контроле за нагнетанием воды. При этом необходима достоверная информация о скорости и характере вытеснения нефти водой, причинах обводнения добывающих скважин, влияния режима закачки воды в залежи [2].

Ранние работы по индикаторным методам, связанные с фильтрацией меченой жидкости в пласте, были в основном направлены на получение качественной информации о пластах, геологических разрезах, залежах и протекающих в них явлениях при извлечении нефти и газа. Их эффективность и значимость существенно повышается с появлением возможности определения также количественных показателей и характеристик, на что были направлены в последнее время усилия специалистов, работающих в этой области.

Ко *второй группе* относятся методы стационарного источника индикатора, одиночной скважины, радоновый, установление заколонных перетоков и др. Для них характерна закачка меченой жидкости в прискважинную часть пласта и фиксирование изменения концентрации или местоположения индикатора. Эти методы позволяют на любой стадии поиска, разведки и разработки залежей выявить в разрезе проницаемые горизонты, определить профиль приёмистости скважин, установить нефтеводонасыщенность горных пород, тип коллектора, основные параметры трещиноватых отложений, степень анизотропии пластов, фильтрационные и емкостные характеристики отложений, гидродинамическую связь между пластами и скважинами, наличие заколонных перетоков и т.д.

Третья группа методов основана на вводе меченой жидкости только в ствол скважины. С их помощью устанавливают техническое состояние спущенных обсадных колонн, оборудование и колонн НКТ, объём ствола бурящейся скважины, истинную нефтенасыщенность пластов по кернам. По изменению концентрации индикатора на забое скважины можно также определять составляющие фильтрационного потока: скорость, направление движения и расход жидкости в пласте.

Общим недостатком наиболее приемлемых для нефтепромысловой практики индикаторов остаётся невозможность их регистрации непосредственно в потоке, что делает необходимым производить отбор и транспорт проб и затрудняет широкое внедрение индикаторных исследований на нефтяных месторождениях со сложными климатическими условиями.

Преимущество методов меченых жидкостей в том, что они позволяют получать ряд параметров непосредственно в пластовых условиях с охватом больших горных пород, а также дифференцированную картину строения залежи и вытеснения нефти между скважинами, более чёткую и однозначную информацию о техническом состоянии разведочных и эксплуатационных скважин [2].

Обзор индикаторных методов исследования пластов

Задачи, решаемые индикаторными методами исследований

Проницаемые горные породы, как правило, представляют собой сложные фильтрационные среды с многообразными формами микро- и макронеоднородности. Для выбора оптимального метода обработки скважин необходимо наиболее полное знание о строении залежи, коллекторских свойствах пласта, величинах запасов нефти и газа, об эффективности вытеснения углеводородов из горных пород. В связи со сложностью геолого-промысловых условий получение такой информации возможно лишь при комплексном подходе с привлечением всех современных геологических методов исследования пластов и скважин. В последнее время для этих целей наряду с гидродинамическими, петрофизическими, геофизическими и другими способами применяются индикаторные методы, основанные на закачке трассеров (меченых жидкостей).

Индикаторный метод исследования геологических пластов является одним из наиболее информативных методов для определения параметров межскважинного пространства [2]. Применение этого метода даёт возможность:

- установить контроль за распределением фильтрационных потоков в залежах (определение скорости и направления движения флюидов в пластах);
- выявить высокопроницаемые и трещиноватые участки пласта, зоны нарушения гидродинамической связи между отдельными участками залежи;
- осуществлять контроль за обводнением нефтяных скважин;
- проводить оценку текущей нефтенасыщенности пласта, коэффициента охвата пласта процессом вытеснения.

В нефтепромысловой практике индикаторы применяются с 50-х годов прошлого века. Первоначально с их помощью преимущественно устанавливали техническое состояние скважин, выявляли поглощающие жидкость интервалы отложений горных пород, использовали в качестве реперов для привязки к определённой глубине скважин.

В настоящее время индикаторные способы исследования сформировались в самостоятельное направление в исследовании скважин и пластов, способное эффективно решать широкий круг задач геологии, гидрогеологии и разработки нефтяных месторождений.

С их помощью возможно решение многих задач, например:

- проверить гидродинамическую связь между отдельными пластами и пропластками разреза;
- прямым путём выявить наличие или отсутствие взаимодействия между отдельными участками залежи и скважинами;
- детально исследовать (установить вид и степень) макронеоднородность дренируемого горизонта;
- оценить коллекторские свойства и нефтеводонасыщенность продуктивных отложений;
- определить истинную скорость фильтрации пластовых флюидов и нагнетаемых агентов;
- выявить особенности характера фильтрации и вытеснения нефти из коллектора;
- установить количественное распределение потока нагнетаемой в залежь воды или газа по пластам и пропласткам;
- определить охват пласта процессом вытеснения нефти водой и степень влияния на него отдельных факторов;
- выделить в разрезе и интервалах фильтров скважины места поглощения и отдачи жидкости;
- контролировать герметичность обсадных колонн скважин, цементных колец, колонн НКТ, забойных пакеров и т.д.

Только с помощью индикаторов в настоящее время представляется возможным определять истинные значения скорости движения жидкости в продуктивных отложениях, оценивать действительное распределение потоков нагнетаемых агентов между пластами и скважинами.

Фильтрационные исследования с применением индикаторов способны охарактеризовать пласт и перемещение жидкости не только в окрестности забоев скважин, но и на обширных площадях между ними.

Индикаторы для жидкости

При выборе радиоактивных индикаторов для проведения исследований учитываются специфика и условия работы. В одних условиях (особенно при изучении физико-химических процессов), прежде всего, обращается внимание на близость свойств объекта изучения и радиоактивного изотопа. При прослеживании за движением, например, вод в руслах рек или трубопроводах, индикатор служит только для указания местонахождения меченой жидкости. При этом можно использовать вещество с любым изотопом, растворимым в воде.

Жидкость в пластах движется с небольшой скоростью по мельчайшим каналам, образованным системами пор или трещин, контактируя с огромной площадью поверхности породы. Горная порода имеет минералогический состав и часто содержит элементы, способствующие задержке индикатора. Давление и температура в глубокозалегающих нефтяных горизонтах высокие. Насыщены они разнообразными флюидами, причём пла-

стовые воды обычно высокоминерализованные. Всё это предъявляет к индикаторам определённые специфические требования. Вещество, используемое для изучения движения жидкости в нефтяном пласте, должно обладать следующими признаками [3]:

- 1) иметь химические соединения, хорошо растворимые в прослеживаемой жидкости и нерастворимые в других флюидах, насыщающих пласт;
 - 2) сохранять свои физико-химические свойства в пластовых условиях. Радиоактивные индикаторы, кроме того, должны обладать приемлемой продолжительностью распада, обеспечивающей выполнение всего комплекса работ в требуемом объекте;
 - 3) не содержаться в пластовых жидкостях;
 - 4) не нарушать своим присутствием естественного потока. Строго следовать вместе с гидродинамическим носителем;
 - 5) с высокой точностью и быстротой фиксироваться в широком диапазоне изменения концентрации, начиная с незначительной. Регистрация должна производиться непрерывно и автоматически непосредственно в стволе или на устье скважины;
 - 6) не представлять опасности для персонала, проводящего исследование. Также безопасной должна быть и жидкость, извлекаемая из пласта. Не заражать местности и водоёмы, в которые сбрасываются промышленные сточные воды;
 - 7) быть простым в обращении, доступным для широкого применения и дешёвым.
- На данный момент нельзя назвать химический элемент, отвечающий всем требованиям, предъявляемым к идеальному индикатору. Приходится использовать вещества, которые отвечают хотя бы основным перечисленным требованиям.

Лабораторные методы оценки индикаторов

Используются два лабораторных метода оценки пригодности индикатора – динамический и статический [3].

Динамический метод. Через предварительно насыщенные жидкостью керны или искусственно созданные среды пропускаются с определённой скоростью порции исследуемых соединений. Схема установки представлена на рисунке 1.

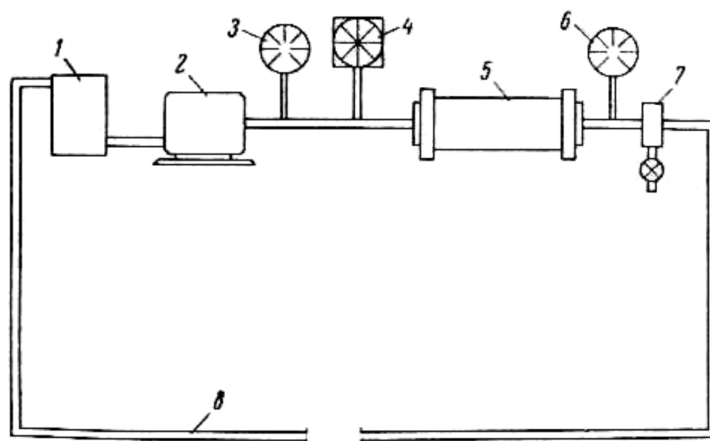


Рисунок 1 – Схема установки для оценки индикаторов динамическим методом:

1 – ёмкость для индикатора и вытесняющей жидкости; 2 – насос; 3 и 6 – манометры; 4 – расходомер; 5 – модель пласта; 7 – распределительное устройство; 8 – соединительные трубки

Основными критериями, по которым судят о пригодности индикатора, являются степень поглощения химического соединения горной породой и отставание его от потока жидкости. Сопоставляется общее количество закачанного и вышедшего из модели пласта индикатора, исходная его концентрация на входе и максимальная концентрация на выходе, эффективный объём фильтрующей среды и объём жидкости, вытесненной фронтом меченого раствора.

Для сравнения иногда параллельно проводят опыты с апробированными, хорошо зарекомендовавшими себя индикаторами (стабильный хлор, окись трития). Практикуются также исследования с использованием ненасыщенных жидкостью пористых сред, что исключает разбавление индикатора.

Статический метод отличается простотой. Составляется смесь раздробленной горной породы с меченой жидкостью и исследуется изменение в ней со временем удельного содержания индикатора. Условия этих испытаний далеки от реальных пластовых условий.

Полученные материалы следует использовать для предварительной оценки индикатора перед проведением более трудоёмких лабораторных работ динамическим методом.

Результаты опробования индикаторов

В качестве стабильных индикаторов в полевых и лабораторных условиях использовались:

- отдельные химические элементы и их соли (йод, бор, магний литий, калий, хлориды, бромиды, нитраты, тиоцианаты, и др.);
- стабильный изотоп водорода (дейтерий);
- красители (флуоресцеин, эозин, эритрозин, конго красный, метилен голубой, анилин голубой и др.);
- пищевые продукты и отходы (твёрдые индикаторы) (мука, сахар, крахмал, глюкоза, овсяные отбросы, отруби и др.).

Химические индикаторы и красители хорошо растворяются в воде и безопасны в обращении. К сожалению, большая часть из них адсорбируется горными породами.

Значительная минерализация вод нефтяных месторождений и их естественная окраска заставляют вводить в пласт высококонцентрированные растворы меченой жидкости, что может привести к получению искаженных данных и отрицательно сказаться на экономической стороне исследований. Например, при проведении работ с хлористым натрием требуется закачивать в скважины по несколько тонн соли.

Практика показала, что каждый из апробированных красителей приемлем только для определённого типа вод (флуоресцеин – для щелочных, анилин голубой – для кислых и т.д.). Большинство из них теряют интенсивность окраски, вступают в химические взаимодействия с органическим веществом и солями, содержащимися в пласте.

Наконец, самое существенное – это то, что точность и чувствительность методов количественного определения содержания стабильных индикаторов в пластовых жидкостях гораздо ниже по сравнению с радиоактивными изотопами.

Применявшиеся твёрдые индикаторы задерживаются даже породой, перебитой крупными трещинами. Некоторые из твёрдых индикаторов могут уничтожаться микроорганизмами.

Вследствие этих недостатков широкого применения в нефтепромысловой практике стабильные индикаторы пока не нашли. Известны одиночные опыты, причём более детальные с флуоресцеином, литием и бромом. Полученные материалы противоречивы и не позволяют точно и окончательно определить степень их пригодности.

Следует, однако, заметить, что биологическая безопасность стабильных индикаторов весьма выгодно отличает их от радиоактивных. Поэтому целесообразно продолжать изыскания новых эффективных индикаторов из числа устойчивых элементов и их соединений, тем более что измерительная техника из года в год совершенствуется.

В различных странах в разное время испытывались более 20 радиоактивных изотопов. В процессе лабораторных работ по 20–250 см³ меченой жидкости прокачивалось со скоростью 0,3–115,0 м/сут. через «чистые» и глинистые песчаники, известняки и кварцевые пески. По физическим параметрам исследуемые среды достаточно точно имитировали естественные горные породы, слагающие нефтяные пласты: пористость их составляла 10,0–40,4 %, проницаемость 0,12–15,0 Дарси.

Определение скорости и направления фильтрационного потока

В результате исследований способами контрольных скважин и мечения нагнетаемой воды, в конечном счёте, получают данные о времени движения радиоактивной жидкости между точками закачки и отбора и графики изменения радиоактивности добываемой жидкости. Среднюю скорость движения жидкости в пласте можно рассчитать по формуле:

$$\bar{v} = \frac{L}{t}, \quad (1)$$

где L – длина пути, пройденного индикатором; t – время его движения в пласте.

Прорыв радиоактивной жидкости в первую очередь должен происходить по кратчайшему пути – главной линии тока. Величина L обычно принимается равной расстоянию между забоями скважин, следующими для закачки и отбора индикатора. Схема оборудования устья скважины для глубинных измерений изображена на рисунке 2.

Время движения берётся по графику изменения радиоактивности. Отсчёт ведётся от начала исследования до момента получения максимального значения радиоактивности той порции (или оторочки) меченой жидкости, скорость которой определяется.

Имея значения \bar{v} и пористости изучаемого пласта, можно вычислить скорость фильтрации жидкости:

$$\bar{\omega} = m \cdot \bar{v}. \quad (2)$$

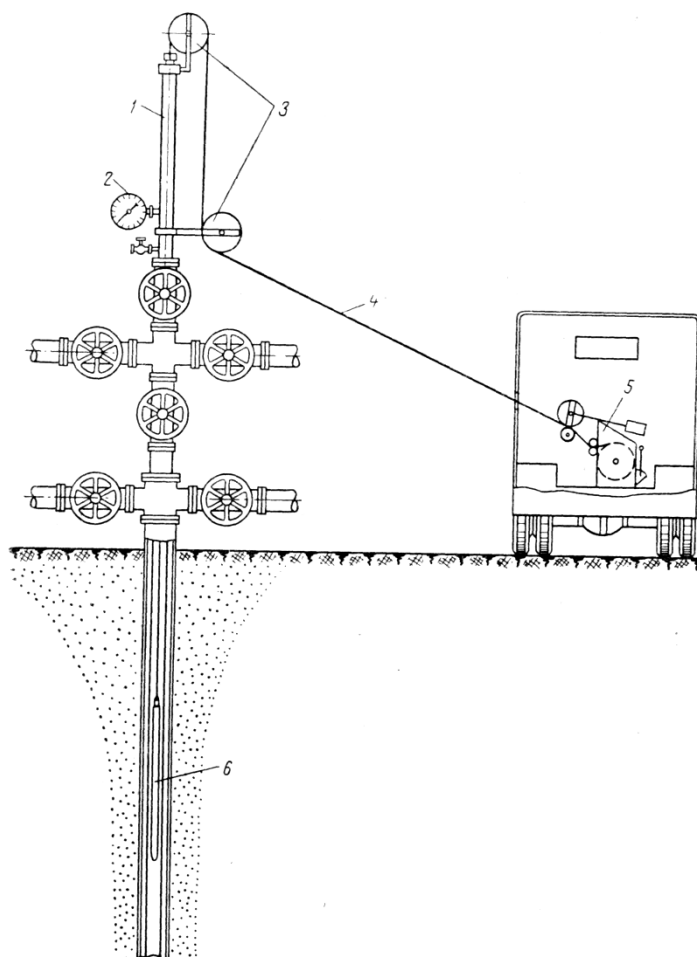


Рисунок 2 – Схема оборудования устья скважины для глубинных измерений [4, 5]:
 1 – лубрикатор; 2 – манометр; 3 – ролики; 4 – проволока; 5 – лебёдка; 6 – глубинный прибор

По тому, в каких скважинах объекта исследования появилось радиоактивное вещество, делается заключение о направлении потока в пласте. Конечно, необходимо быть уверенным в том, что отсутствие индикатора в жидкости, извлекаемой из той или иной скважины, не является результатом преждевременного прекращения работ или значительного разбавления меченого раствора. Количественное распределение потока между скважинами и пластами можно определить, исходя из распределений общей введённой радиоактивности:

$$\alpha_i = \frac{100 \cdot P_i}{P_e \cdot e^{-\lambda \cdot t_i}}, \quad (3)$$

где α_i – доля потока (%), приходящаяся на i -ую эксплуатационную скважину; P_i – общая радиоактивность извлечённой из скважины жидкости; P_e – введённая в пласт радиоактивность; t_i – продолжительность добычи скважиной меченой жидкости; λ – постоянная распада изотопа.

Общая радиоактивность определяется по формуле:

$$P_i = S_n \cdot t \cdot Q, \quad (4)$$

где S_n – удельная радиоактивность выходящего из пласта потока.

Произведение $S_n \cdot t$ – площадь между кривой изменения радиоактивности и осью абсцисс (осью t). Вычислять величину этого произведения удобнее всего графически.

При $\sum_{i=1}^n \alpha_i \ll 100$ % расчёт распределения фильтрационного потока производится по формуле:

$$\alpha_i = \frac{100 \cdot P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}, \quad (5)$$

где n – число эксплуатационных скважин объекта исследования.

Формулы (3) и (5) обеспечивают получение удовлетворительных результатов только тогда, когда исследования продолжаются до полного исчезновения индикатора во всех скважинах.

Предположим, что при использовании способа наблюдения за изменением радиоактивности в стволе скважины в рабочую камеру за время dt поступает количество $d\omega$ пластовой жидкости (свободный газ отсутствует), которая смешивается с находящимся в ней радиоактивным раствором. Вследствие неразрывности потока такое же количество выйдет из неё. Уравнение, характеризующее уменьшение радиоактивности на забое скважины, имеет вид:

$$l \cdot q(t) \cdot [1 - \beta(t)] \cdot dt + V_k \cdot dl + V_k \cdot \lambda \cdot l \cdot dt = 0, \quad (6)$$

где V_k – объём рабочей камеры; l – удельная радиоактивность меченого раствора в момент времени t ; $q(t)$ – расход жидкости вблизи забоя скважины; $\beta(t)$ – доля компонента в общем фильтрационном потоке, нерастворимого с радиоактивным раствором (для однофазной жидкости $\beta(t) = 0$).

Из формулы (6) после разделения переменных и интегрирования получим:

$$V_k \cdot \left(\ln \frac{l_0}{l} - \lambda \cdot t \right) = \int_0^t q(t) \cdot [1 - \beta(t)] \cdot dt, \quad (7)$$

где l_0 – начальная удельная радиоактивность закачанного в скважину радиоактивного раствора.

Для определения величины $q(t)$ весь промежуток исследования необходимо разбить на небольшие интервалы времени. Вычислив для каждого из них левую часть равенства (7), получим значения компонента потока, растворимого с радиоактивным

раствором. Общее количество жидкости, прошедшее через скважину за время Δt , будет равно:

$$q = \frac{V_K}{\Delta t \cdot (1-\beta)} \cdot \ln\left(\frac{I_0}{I} \cdot e^{-\lambda \cdot \Delta t}\right). \quad (8)$$

Скорость движения жидкости в призабойной зоне

$$\vartheta = \frac{V_K \cdot \ln\left(\frac{I_0}{I} \cdot e^{-\lambda \cdot \Delta t}\right)}{\pi \cdot d_H \cdot b \cdot m \cdot \Delta t \cdot (1-\beta)}, \quad (9)$$

где d_H – диаметр скважины; b – длина рабочей камеры.

При постоянных параметрах фильтрационного потока величины q и ϑ определяются по формулам (8) и (9) для всего периода работ ($\Delta t = t$).

Полученный исходный материал можно также обработать графоаналитическим способом. Кривая изменения радиоактивности в рабочей камере (рис. 3, а) перестраивается в координатах $t - \ln\left[\frac{I_0}{I} \cdot \exp(-\lambda \cdot t)\right]$ (рис. 3, б).

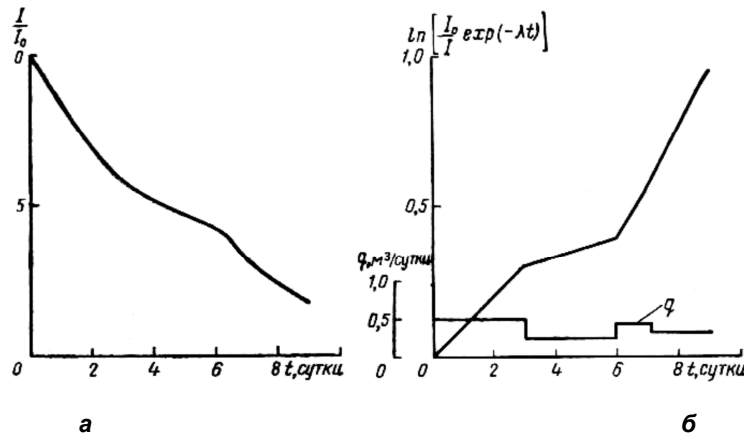


Рисунок 3 – Изменение удельной радиоактивности жидкости:

а – в рабочей камере ствола скважины; б – кривая, перестроенная для обработки графоаналитическим способом, и результаты её интерпретации (q)

Периоды времени, когда q , ϑ и β постоянны, на графиках выражаются прямыми линиями (см. рисунок 3), для которых

$$q = \frac{V_K \cdot \alpha}{t \cdot (1-\beta)}; \quad (10)$$

$$\vartheta = \frac{V_K \cdot \alpha}{\pi \cdot d_H \cdot b \cdot m \cdot t \cdot (1-\beta)}, \quad (11)$$

где α – величина $\ln\left(\frac{I_0}{I} \cdot e^{-\lambda \cdot t}\right)$, определённая по перестроенному графику.

При использовании меченой нефти величина $\beta(t)$ характеризует водную часть потока, а при использовании меченой воды – нефтяную часть:

$$\beta_H(t) = \frac{q_H(t)}{q(t)}; \quad (12)$$

$$\beta_e(t) = \frac{q_e(t)}{q(t)}, \quad (13)$$

где q_H и q_e – соответственно расход нефти и воды фильтрационного потока.

Значения $\beta(t)$ можно определить по данным анализов забойных проб жидкости. Отбор их желательно производить непосредственно у стенки скважины, например, малогабаритным испытателем пластов. В принципе при проведении исследований, включающих одним из основных вопросов количественное определение составляющих потока, можно обойтись и без глубинных образцов жидкости. При этом возможны следующие варианты выполнения работы.

Одновременная работа в двух скважинах. Выбираются скважины, находящиеся в одинаковых условиях. В одну из них вводится меченая вода, начальная удельная радиоактивность которой I_{01} , объём V_1 ; в другую – меченая нефть объёмом V_2 с радиоактивностью I_{02} . Для каждой скважины запишем уравнение типа (8). Приравняв их для интервалов $q = \text{const}$, получим:

$$\beta_H = \frac{V_2 \cdot \ln \left(\frac{I_{02}}{I_2} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \right)}{V_1 \cdot \ln \left(\frac{I_{01}}{I_1} \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \right) + V_2 \cdot \ln \left(\frac{I_{02}}{I_2} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \right)}; \quad (14)$$

$$\beta_e = 1 - \beta_H. \quad (15)$$

Тогда

$$\vartheta = \frac{V_1 \cdot \ln \left(\frac{I_{01}}{I_1} \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \right) + V_2 \cdot \ln \left(\frac{I_{02}}{I_2} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \right)}{\pi \cdot d_H \cdot b \cdot m \cdot t}. \quad (16)$$

Если одна из скважин расположена в области однофазного потока, то:

$$\beta_H = \frac{V_2 \cdot \ln \left(\frac{I_{02}}{I_2} \cdot e^{-\lambda_2 \cdot t} \right)}{V_1 \cdot \ln \left(\frac{I_{01}}{I_1} \cdot e^{-\lambda_1 \cdot t} \right)}. \quad (17)$$

Проведение работ в одной скважине одновременно с двумя изотопами, обладающими различной энергией излучения. Одним из этих изотопов следует пометить порцию воды (I_{01}), другим порцию нефти (I_{02}). Для определения величин β_H , β_e и ϑ можно воспользоваться уравнениями (14)–(16). При этом следует иметь в виду, что V_1 – объём закачанной в скважину радиоактивной воды; V_2 – объём радиоактивной нефти.

Весьма просто установить составляющие фильтрационного потока, если известен его расход или скорость:

$$\beta(t) = 1 - \frac{V_k \cdot \ln \left(\frac{I_0}{I} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \right)}{t \cdot q(t)}. \quad (18)$$

В таблице 1 приведены результаты обработки материалов полевых наблюдений (рис. 4) с использованием формулы (18).

Условие $\beta(t) = 0$ указывает на то, что в пласте движется однофазная жидкость, а получение значения $\beta(t) = -\infty$ – на отсутствие притока в скважину.

Таблица 1 – Результаты обработки материалов полевых наблюдений

Время, сут.	Расход, м ³ /сут.	Значения $\beta(t)$
1	2,0	0,775
2	2,0	0,790
3	4,0	0,950
4	5,0	0,974
5	10,0	0,996
6	0,0	– ∞

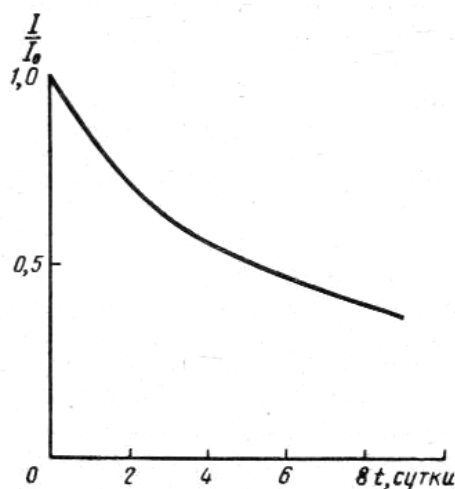


Рисунок 4 – Изменение удельной радиоактивности жидкости в рабочей камере ствола скважины

Исследование фильтрационного потока способом наблюдения за изменением содержания индикатора на забое скважины

Способ наблюдения за изменением концентрации меченой жидкости непосредственно в стволе скважины предложен для проведения гидродинамических исследований. В принципе возможно его применение и в нефтепромысловой практике для количественного определения составляющих компонентов фильтрационного потока, скорости и расхода жидкости в пласте. Только в этом случае многофазность фильтрационного потока, большая глубина нефтяных скважин, значительная протяжённость вскрытой части разреза по сравнению с толщиной обследуемого пласта обуславливают появление специфических методических особенностей проведения исследований и обработки полученной информации.

Индикатором заполняют зону фильтра ствола остановленной скважины (рабочую камеру). В период проведения исследований он не должен попадать в немеченую жидкость, находящуюся в скважине. При изучении движения воды в пласте этого легко достичь. Скважина полностью заливается меченой водой, через колонну насосно-компрессорных труб при открытом затрубном пространстве с малой скоростью прокачивают нефть и заполняют объём над рабочей камерой.

Сложнее подготовительные операции при необходимости ввода меченой нефти. Лишний раствор из ствола удаляют путём закачки углеводородной жидкости, плотность которой меньше, чем меченой нефти. Для изоляции рабочей камеры на конце насосно-компрессорных труб необходимо спускать пакерующее устройство со специальным клапаном. Клапан должен разделять рабочую камеру и внутреннюю полость насосно-компрессорных труб и в то же время позволять при необходимости пропускать на забой приборы для регистрации радиоактивности или отбора глубинных проб. В любом случае пакерующее устройство необходимо при наличии в призабойной зоне многофазного потока.

Пластовые жидкости, двигаясь в направлении понижения давления, встречают на своём пути простаивающую скважину, внедряются в неё, вытесняя меченый раствор. В рабочей камере происходит постепенное снижение удельного содержания индикатора, темп которого зависит от величины расхода и количественного соотношения между нефтяной и водными фазами потока.

Общее представление о движении жидкостей для всей продуктивной части пласта можно получить, если провести исследования одновременно в нескольких скважинах, расположенных на различных участках залежи. Разбив зону фильтра скважины на отдельные интервалы и проделав самостоятельные исследования для каждого из них, получим эпюру распределения скорости потока по толщине пласта.

В принципе можно одновременно в одной скважине определить параметры движения нефти и подошвенной воды. Для этого надо применить растворы нефти и воды, меченные индикаторами различного типа.

Рассматриваемый способ позволяет получать первичные материалы весьма быстро. Для их расшифровки не требуется знать проницаемость пласта, свойства жидкостей и гидравлический уклон. Решается обратная задача – обрабатывается кривая изменения во времени удельного содержания индикатора на забое исследуемой скважины.

Уравнение, характеризующее этот процесс, имеет вид:

$$C \cdot q(t) \cdot [1 - \alpha(t)] \cdot dt + V_k \cdot dC + V_k \cdot \lambda \cdot C \cdot dt + \beta(t) \cdot F \cdot C \cdot dt = 0, \quad (19)$$

где C – средняя концентрация в объёме V_k в момент времени t ; $q(t)$ – расход жидкости вблизи забоя скважины; $\alpha(t)$ – доля компонента в общем фильтрационном потоке, нерастворимого с меченой жидкостью; V_k – объём рабочей камеры; λ – постоянная распада радиоактивного индикатора; $\beta(t)$ – коэффициент массообмена; F – эффективная площадь фильтра скважины.

Уравнение (19) можно использовать, когда индикаторами служат радиоактивные вещества (третий, йод-131 и др.). Кроме того, в уравнении приближённо учтён уход индикатора из ствола скважины за счёт диффузионного массообмена между меченой и пластовой жидкостями.

После разделения переменных в (19) и интегрирования получим:

$$V_k \cdot \left[\ln \frac{C_0}{C} - \lambda \cdot t \right] = \int_0^t q(t) \cdot [1 - \alpha(t)] \cdot dt + F \cdot \int_0^t \beta(t) \cdot dt,$$

где C_0 – начальная концентрация индикатора в меченой жидкости.

Для определения величины $q(t)$ период исследования необходимо разбивать на небольшие интервалы Δt_i , в течение которых q_0 , α и β можно считать постоянными. Расход жидкости через пласт в зоне расположения исследуемой скважины для каждого такого интервала времени будет равен:

$$q_i = \frac{V_k}{\Delta t_i \cdot (1 - \alpha_i)} \cdot \ln \frac{C_0}{C_i} - \lambda \cdot t_i - \frac{F \cdot \beta_i}{1 - \alpha_i}, \quad (20)$$

а скорость течения:

$$v_i = \frac{V_k}{\pi \cdot d \cdot h \cdot m \cdot \Delta t_i \cdot (1 - \alpha_i)} \cdot \left[\ln \frac{C_0}{C_i} - \lambda \cdot t_i \right] - \frac{\beta_i}{1 - \alpha_i}, \quad (21)$$

где d – диаметр ствола скважины; h – длина рабочей камеры; m – пористость пласта.

При постоянных параметрах фильтрационного потока, приняв определённое среднее значение коэффициента массообмена, величины q и V_k можно рассчитать по формулам (20) и (21) для всего периода работ ($\Delta t_i = t$).

Полученный исходный материал можно также обработать графоаналитическим способом. Кривая изменения концентрации индикатора на забое скважины перестраивается при этом в координатах $t - \ln \left\{ \frac{C_0}{C} \cdot \exp \left[-t \cdot \left(\lambda + \frac{F \cdot \beta}{V_K} \right) \right] \right\}$.

Периоды времени, когда q , V_K и $\alpha(t)$ постоянны, на перестроенных графиках выражаются прямыми линиями с углом наклона φ_i , для которых:

$$q_i = \frac{V_K}{1 - \alpha_i} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i; \quad \vartheta_i = \frac{V_K}{\pi \cdot d \cdot h \cdot m \cdot (1 - \alpha_i)} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i.$$

При использовании меченой нефти величина $\alpha(t)$ характеризует водную часть фильтративного потока, а при использовании меченой воды – нефтяную часть. Причём

$$\alpha_H = \frac{q_H(t)}{q(t)}; \quad \alpha_B = \frac{q_B(t)}{q(t)},$$

где $q_H(t)$ и $q_B(t)$ – соответственно расход нефти и воды через сечение пласта.

Значения $\alpha(t)$ можно определить по данным испытания скважины или анализов забойных проб жидкости. Отбор проб желательно производить непосредственно у стенки скважины, например, испытателем пластов. В принципе при проведении исследований, включающих количественное определение составляющих потока непосредственно в пластовых условиях, можно обойтись и без указанных операций. При этом возможны следующие варианты выполнения работы.

Выбирают две скважины, вскрывшие области изучаемого пласта с одинаковыми коллекторскими свойствами и расположенные на равном расстоянии от водонефтяного контакта. В одну из них вводят меченую воду объёмом V_1 с удельным содержанием индикатора C_{01} ; в другую – меченую нефть объёмом V_2 с концентрацией индикатора C_{02} . Для каждой скважины запишем уравнение типа (20). Приравняв их для интервалов $q = \text{const}$, получим:

$$\alpha_{Hi} = \frac{\frac{V_2}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{02}}{C_2} - \lambda_2 \cdot t_i \right) - F_2 \cdot \beta_{2i}}{\frac{V_2}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{02}}{C_2} - \lambda_2 \cdot t_i \right) - F_2 \cdot \beta_{2i} + \frac{V_1}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{01}}{C_1} - \lambda_1 \cdot t_i \right) - F_1 \cdot \beta_{1i}}; \quad (22)$$

$$\alpha_{Bi} = 1 - \alpha_{Hi}.$$

Тогда, например, скорость движения жидкости в районе расположения первой скважины будет равна:

$$\vartheta_{1i} = \frac{1}{F_1} \cdot \left[\frac{V_1}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{01}}{C_1} - \lambda_1 \cdot t_i \right) + \frac{V_2}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{02}}{C_2} - \lambda_2 \cdot t_i \right) - F_1 \cdot \beta_{1i} - F_2 \cdot \beta_{2i} \right],$$

а в районе второй скважины:

$$\vartheta_{2i} = \vartheta_{1i} \cdot \frac{F_1}{F_2}.$$

Если одна скважина расположена в области однофазного потока жидкости, тогда:

$$\alpha_{Hi} = \frac{\frac{V_2}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{02}}{C_2} - \lambda_2 \cdot t_i \right) - F_2 \cdot \beta_{2i}}{\frac{V_1}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_{01}}{C_1} - \lambda_1 \cdot t_i \right) - F_1 \cdot \beta_{1i}}. \quad (23)$$

По второму варианту одним из индикаторов следует отметить порцию воды (C_{01}), другим – порцию нефти (C_{02}). Для определения α_H , α_E , V можно воспользоваться уравнениями (22)–(23). При этом следует иметь в виду, что V_1 – объём закачанной в скважину меченой воды; V_2 – объём меченой нефти.

Нетрудно установить составляющие фильтрационного потока, когда известны его расход или скорость:

$$\alpha_i = 1 - \frac{1}{q_i} \cdot \left[\frac{V_K}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_0}{C_i} - \lambda \cdot t_i \right) - F \cdot \beta_i \right]. \quad (24)$$

Условие $\alpha(t) = 0$ указывает на то, что в пласте движется однофазная жидкость, а получение значения $\alpha(t) = -\infty$ – на отсутствие притока в скважину.

В таблице 2 приведены результаты обработки материалов условных наблюдений (рис. 5) с использованием формулы (24). При расчётах процессом диффузии пренебрегли ($\beta_i = 0$). Объём рабочей камеры 5 м³.

Таблица 2 – Характеристика фильтрационного потока

Время, сут.	Расход, м ³ /сут.	Обводнённость
1	2,0	0,775
2	2,0	0,790
3	4,0	0,950
4	5,0	0,974
5	10,0	0,996

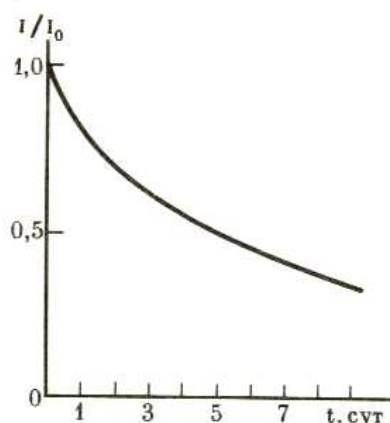


Рисунок 5 – Зависимость удельной радиоактивности жидкости $\left(\frac{I}{I_0} \right)$ в рабочей камере ствола скважины от времени t

Выявлено, что расход фильтрационного потока в пласте изменчив во времени и за 5 суток увеличился от 2 до 10 м³/сут., что связано с возрастанием отборов жидкости. Растёт также его обводнённость. Если в начале эксперимента доля нефти составляла 22,5 %, то в конце она сократилась практически до нуля, что свидетельствует о прохождении в районе исследованной скважины водонефтяного раздела.

Скорость движения составляющих фильтрационного потока может быть использована для оценки фазовых проницаемостей продуктивного коллектора нефти и воды. Представляется также возможность применения способа наблюдения за изменением содержания индикатора на забое скважины для определения коэффициента диффузионного массообмена между меченой и насыщающей фильтрационную среду жидкостями. В общем виде он равен:

$$\beta_i = \frac{1}{F} \cdot \left[\frac{V_k}{\Delta t_i} \cdot \left(\ln \frac{C_0}{C_i} - \lambda \cdot t_i \right) - q_i \cdot (1 - \alpha_i) \right].$$

По данным гидродинамических исследований рассмотренный способ даёт удовлетворительные результаты при скорости движения жидкости в пласте более 0,001 м/сут. При этом погрешность менее 10 %. Для решения нефтепромысловых задач наиболее благоприятными следует считать скважины с необсаженными забоями, что исключает искажение фильтрационного потока и снижает погрешность получаемой информации.

Литература:

1. Токарев М.А., Ахмерова Э.Р., Файзуллин М.Х. Контроль и регулирование разработки нефтегазовых месторождений : учебное пособие. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2001. – 61 с.
2. Соколовский Э.В., Соловьёв Г.Б., Тренчиков Ю.И. Индикаторные методы исследования нефтегазоносных пластов. – М. : Недра, 1986. – 157 с.
3. Соколовский Э.В. Применение радиоактивных изотопов для контроля за разработкой нефтяных месторождений. – М. : Недра, 1967. – 181 с.
4. Петров А.И. Методы и техника измерений при промысловых исследованиях скважин. – М. : Недра, 1972. – 272 с.
5. Василевский В.Н., Петров А.И. Техника и технология определения параметров скважин и пластов: Справочник рабочего. – М. : Недра, 1989. – 271 с.
6. Индикаторные методы контроля скорости фильтрации при разработке нефтяных месторождений. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65635a2ad78a4d53a89521216d37_0.html

References:

1. Tokarev M.A., Akhmerova E.R., Fayzulin M.H. Control and regulation of development of oil and gas fields: manual. – Ufa : Publishing house of UGNTU, 2001. – 61 p.
2. Sokolovsky E.V., Solovyov G.B., Trenchikov Yu.I. Indicator methods of research of oil-and-gas layers. – M. : Subsoil, 1986. – 157 p.
3. Sokolovsky E.V. Application of radioactive isotopes for control of development of oil fields. – M. : Subsoil, 1967. – 181 p.
4. Petrov A.I. Methods and technology of measurements at trade researches of wells. – M. : Subsoil, 1972. – 272 p.
5. Vasilevsky V.N., Petrov A.I. Technik and technology of determination of parameters of wells and layers: Reference book of the worker. – M. : Subsoil, 1989. – 271 p.
6. Indicator control methods of speed of a filtration when developing oil fields. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65635a2ad78a4d53a89521216d37_0.html

УДК 622.276.02:532.5(035)

АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАСОСНЫХ СКВАЖИН ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ANALYSIS OF THE HYDRODYNAMIC STUDIES OF WELLS PUMPING OF VOSTOCHNO-SURGUTSKOE OIL FIELD

Петрушин Евгений Олегович

ведущий технолог по добыче нефти и газа.
ЦДНГ1 ОАО «Печоранефть»
Тел.: + 7(861) 233-84-30
eopetrushin@yahoo.com

Арутюнян Ашот Страевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры прикладной математики.
Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: + 7(861) 275-86-91
mereniya@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются цели и задачи, решаемые гидродинамическими методами; методы исследования насосных скважин; звукометрические методы определения уровня; технология исследования скважин методом КВУ. Показаны методы обработки результатов гидродинамических исследований насосных скважин. Приведена оценка области применимости метода Маскета. Описаны проблемы, связанные с уровневыми замерами.

Ключевые слова: гидродинамические исследования, методы исследования насосных скважин, кривая восстановления уровня, кривая восстановления давления, технология исследования скважин, методы обработки результатов, определение фильтрационных параметров пласта.

Petrushin Evgeniy Olegovich

Leading oil and gas
production technologist.
JSC «Pechoraneft»
Ph.: + 7(861) 233-84-30
eopetrushin@yahoo.com

Arutyunyan Ashot Straевич

Candidate of Technical Sciences,
Assistant professor of pulpit
applied mathematicians.
Kuban State University of Technology
Ph.: + 7(861) 275-86-91
mereniya@mail.ru

Annotation. The article addresses the objectives and tasks of hydrodynamic methods; research methods of pumping wells; methods for determining the sound-level; well testing technology by the level recovery curve. The methods of processing the results of hydrodynamic researches of pumping wells. The estimation of the area of applicability of the Muskat. It describes the problems related to the level measurements.

Keywords: hydrodynamic study, research methods of pumping wells, level recovery curve, pressure build-up curve, technology of study for wells, methods of processing of results, determining the filtration reservoir parameters.

Цели и задачи, решаемые гидродинамическими методами

Решение прямой и обратной задач подземной гидродинамики является основной целью проведения гидродинамических исследований. *Прямая задача* состоит в определении давления в произвольной точке пласта по известным коллекторским и геометрическим параметрам при работе скважины с дебитом, изменяющимся по заданному закону. *Обратная задача* подземной гидродинамики состоит в определении коллекторских свойств и геометрических параметров пластов по кривым изменения дебита и давления, измеренных при исследованиях.

Важнейшей отличительной особенностью гидродинамических исследований скважин является то, что они позволяют определять фильтрационно-ёмкостные свойства пласта непосредственно в процессе фильтрации флюидов, т.е. в условиях, соответствующих рабочим условиям его разработки.

По данным ГДИС определяется состояние призабойной зоны скважины (скин-фактор) и создаётся *модель пластовой фильтрационной системы* (МПФС). МПФС является комплексным динамическим понятием, которое постоянно изменяется и уточняется по мере бурения новых скважин и получения новой информации о процессе разработки залежи в зоне дренирования. Таким образом, целью ГДИС является по-

лучение информации о динамических фильтрационных характеристиках пласта для создания детерминированной МПФС, адекватной реальному пласту. Для уточнения МПФС также используются промысловые геолого-геофизические и лабораторные исследования PVT (физики пласта).

При помощи гидродинамических исследований скважин осуществляется решение следующих задач:

- 1) измерение дебитов (приёмистости) скважин и определение природы флюидов и их физических свойств;
- 2) измерение и регистрация во времени забойных и пластовых давлений, температур, скоростей потоков и плотности флюидов;
- 3) определение (оценка) МПФС и параметров пластов:
 - гидропроводности в призабойной и удалённых зонах пласта, проницаемости и пьезопроводности пласта, скин-фактора (фильтрационных сопротивлений) и коэффициентов продуктивности скважин;
 - пространственного распределения коллекторов, типа пласта коллектора (его деформационных свойств), положения экранов, сбросов и границ (зон пласта), взаимодействия скважин;
 - распределения давления в пласте, типов фильтрационных потоков и законов фильтрации в пласте и других параметров – по результатам обработки и интерпретации данных измерений и регистрации давлений и дебитов различными типами и видами ГДИС;
- 4) оценка полученных результатов, т.е. проверка на адекватной МПФС исходных и замеренных данных; адаптация МПФС по результатам исследований.

Различают ГДИС на *установившихся режимах фильтрации* (метод снятия индикаторных диаграмм (ИД)) и на *неустановившихся режимах* (КПД-КВД в эксплуатационных и нагнетательных скважинах, КВУ, гидропрослушивание, импульсные методы, экспресс-методы, например, с помощью пластоиспытателей, одновременное исследование групп скважин, исследования скважин без остановок и др.). За последние годы были разработаны новые методы определения характерных особенностей и параметров сложнопостроенных залежей, горизонтальных скважин, трещиноватых коллекторов – на основе теоретических разработок по учёту влияния ствола скважины и скин-фактора, использования диагностических билогарифмических графиков КВД и производных давления, широкого использования компьютерных технологий с соответствующим математическим обеспечением, применения глубинных высокоточных манометров и комплексов «второго» поколения и т.д.

На современном этапе существует проблема исследования скважин *метрологическим способом*, основанном на теории КВД. Это связано с тем, что большинство месторождений России, работавших на истощение, в настоящее время находятся на завершающем периоде их разработки и, как следствие, основная часть эксплуатационного фонда представлена насосными скважинами. Малый процент исследований с помощью глубинных приборов, практически применяемый только на фонтанирующих и нагнетательных скважинах, подчёркивает актуальность проведения исследований методом снятия кривой восстановления уровня.

Методы исследования насосных скважин

Исследования скважин на установившихся режимах фильтрации методом установившихся отборов обычно применяются на фонтанирующих объектах. Суть метода состоит в последовательном циклическом и неоднократном изменении забойного давления в исследовательской скважине и получении стабильного дебита при установившемся давлении. На каждом вновь установившемся режиме значения дебита и забойного давления фиксируются, и на основе этих данных строятся индикаторные диаграммы. Данными методами можно определить не только коэффициент продуктивности скважины, но и установить свойства жидкости, газа и горных пород, оценить проявления нелинейной фильтрации, неньютоновских свойств жидкости и деформации коллектора.

Возможны исследования методом установившихся отборов и на добывающих скважинах, оснащённых глубинными насосами и работающих с постоянными дебитами и забойными давлениями. Изменение режима работы скважины производится путём штуцирования выкидной линии, либо изменением числа качаний станка-качалки, длины хода штока (ШГН), либо посредством частотного преобразователя (ЭЦН). На каждом режиме измеряется дебит и забойное давление. Осуществить спуск глубинного прибора для замера давления непосредственно на забое механизированной добывающей скважины без проведения ТРС не представляется возможным, поэтому забойное давление определяют расчётным путём по известному (замеренному) динамическому уровню. Технология измерения расстояния до уровня жидкости в скважине описана ниже. Условность метода установившихся отборов при исследовании механизированных скважин заключается как в пересчёте уровня на забойное давление, так и в определении некоторых параметров, необходимых для вычисления гидропроводности или проницаемости пласта по коэффициенту продуктивности. Этими параметрами являются радиус контура питания, радиус скважины, дополнительные фильтрационные сопротивления. Вычисления дополнительных сопротивлений, радиуса контура питания и скважины проводятся в значительной степени условно. Сделанные при этом допущения отражаются на определяемых параметрах. В этом отношении все методы, основанные на теории установившегося состояния, являются до некоторой степени условными.

Методы исследования скважин, основанные на теории неустановившейся фильтрации жидкости в пласте, не имеют таких недостатков и позволяют определять параметры пласта (в частности, гидропроводность) без предварительного определения радиуса скважины, контура питания и коэффициентов дополнительных фильтрационных сопротивлений. Исследования скважин при неустановившихся режимах фильтрации предполагают изучение зависимости изменения забойного давления от времени при переходе от одного стационарного состояния к другому. Полученная в результате зависимость между изменением давления на забое скважины от времени называется *кривой восстановления давления* (КВД). В случае механизированной скважины прослеживается изменение положения уровня жидкости в затрубном пространстве, полученная кривая носит название *кривой восстановления уровня* (КВУ).

Методом прослеживания за уровнем жидкости в стволе скважины можно также оценить связь между скважинами, дренирующими один коллектор. Метод исследования пластов по взаимодействию скважин называется *гидропрослушиванием*. Данный метод позволяет оценить гидродинамическую связь между скважинами по пласту, выявить непроницаемые границы, определить средние значения гидропроводности и пьезопроводности пласта между исследуемыми скважинами и оценить степень участия матрицы трещиновато-пористого коллектора в разработке. Гидропрослушивание входит в комплекс методов изучения геолого-географических характеристик нефтегазовых месторождений согласно РД 153-39.0-109-01.

Метод гидропрослушивания заключается в наблюдении за изменением давления в одной скважине при создании возмущения в другой. В случае исследования скважин механизированного фонда наблюдение ведётся за изменением положения уровня. Обычно исследуется пара скважин – одна нагнетательная и одна добывающая при условии неизменности установившегося режима работы соседних скважин на период исследований, не участвующих в исследовании. Можно также проследить за реакцией одной добывающей скважины при возмущении другой добывающей скважины (пуск-остановка в возмущающей и регистрация уровня в реагирующей скважине).

Звукометрические методы определения уровня

Осуществлять контроль за пластовыми и забойными давлениями механизированных добывающих скважин возможно методами, основанными на прослеживании за динамическим и статическим уровнями столба жидкости и последующем расчёте давления в скважине. Давление рассчитывается при известной плотности ρ и высоте столба жидкости H по формуле:

$$P = \frac{\rho \cdot H}{102}, [\text{МПа}]. \quad (1)$$

В данном виде формула применима для расчёта давления в скважине, заполненной однофазным флюидом (например, водой) и не отражает полную схему расчёта забойного давления в механизированной скважине, в стволе которой флюид находится в трёхфазном состоянии (нефть, газ, вода) в различных сочетаниях. Модели и схемы расчёта давления на забое насосной скважины представлены ниже.

Высоту столба жидкости определяют как разность между отметкой, например, кровли пласта, и расстоянием от устья скважины до уровня жидкости в ней. Коэффициент продуктивности определяется по кривой восстановления уровня.

Расстояние до уровня жидкости в скважине определяют при звукометрических исследованиях *волнометрированием* или *эхометрированием*. Они отличаются друг от друга техникой создания звуковой волны. Однако в обоих случаях определяется время прохождения звуковой волны от устья до уровня жидкости в скважине. Произведение скорости распространения звуковой волны в газовой среде на время прохождения равно расстоянию до уровня жидкости.

Применяемые в нефтепромысловой практике уровнемеры обеспечивают измерение времени прохождения звуковой волны до уровня жидкости в скважине с достаточно высокой точностью. Скорость звука в газе изменяется в широких пределах в зависимости от состава газа и его термодинамических параметров, и неточное знание её может привести к значительным погрешностям в определении расстояния до уровня жидкости и, следовательно, давления в скважине.

Большинство исследователей исходят из представления о зависимости скорости звука от давления и используют это при проведении практических измерений. В действительности скорость распространения звуковой волны зависит от показателя адиабаты, температуры, плотности и состава газа, которые в свою очередь могут меняться в зависимости от давления газа в межтрубном пространстве скважины.

Одним из наиболее применимых методов определения скорости звука в газе межтрубного пространства является *расчётный метод*.

Скорость звуковых волн в реальных газах при условиях, близких к нормальным, с достаточной точностью может быть рассчитана по формуле, применимой к идеальным газам:

$$V_{зв} = 100 \cdot \sqrt{\frac{9,8 \cdot \gamma \cdot R \cdot T}{M}}, [\text{м/с}] \quad (2)$$

где $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ – показатель адиабаты; C_p , C_v – теплоёмкости газа при различных условиях; R – универсальная газовая постоянная; T – температура; M – молекулярная масса газа.

Пользуясь данным уравнением, можно получить значения скорости звука как для отдельных газов, так и для их смеси (нефтяной попутный газ).

При *трубном методе* измерения скорости звука к волномеру дополнительно подсоединяют трубу (например, НКТ) или шланг высокого давления с запорным устройством на концах и проводят замену воздуха затрубным газом. Длина трубы тщательно измеряется. При закрытой межтрубной задвижке после возбуждения волномером акустического импульса в трубе устанавливается затухающая стоячая волна. На длине трубы укладывается половина длины волны, период её определяется длиной трубы. Сразу же после возбуждения акустического импульса включается регистратор и производится запись установившейся акустической волны.

Далее, определив период одного колебания, вычисляют скорость звука по формуле:

$$V_{зв} = \frac{\lambda}{t} = \frac{2 \cdot \ell}{t}, \quad (3)$$

где λ – длина стоячей волны в трубе; t – период колебания волны; ℓ – длина трубы.

При использовании *метода реперов* межтрубное пространство скважины оборудуется специальными отражателями – реперами, глубина установки которых точно известна. Для получения надёжного отражённого сигнала от репера сечение межтрубного пространства должно быть перекрыто на 60–70 %. Конструктивно реперы представляют собой отрезки трубы несколько большего диаметра, чем НКТ, и устанавливаются на муфтах НКТ при текущем ремонте скважин. Скорость звука определяется по формуле:

$$V_{зв} = \frac{2 \cdot H_{реп}}{t}, \quad (4)$$

где $H_{реп}$ – глубина установки репера; t – измеренное регистратором время прохождения сигнала до репера.

При выборе метода определения скорости импульса давления в межтрубном пространстве скважин необходимо точное знание компонентного состава газа, а также его температуры и давления в конкретной скважине. Перечисленные параметры могут изменяться при заполнении трубы газом (трубный метод) и стравливания его в атмосферу для создания акустического импульса в каждой отдельно взятой скважине.

В области низких давлений скорость звука в газе межтрубного пространства практически не зависит от давления.

Скорость звука в газе при прочих равных условиях зависит от температуры. Поэтому при использовании трубного и других поверхностных методов необходимо проводить теплоизоляцию трубы и не допускать значительных утечек или поступлений газа, вызывающих изменение его температуры.

Скорость звука в газе существенно зависит от его компонентного состава, т.е. от соотношения $\frac{\gamma}{M}$. Игнорирование требования учёта состава газа увеличивает погрешность до 10 %.

Для достижения наиболее точных результатов звукометрических исследований желательно определять скорость звука во всех скважинах при каждом звукометрическом измерении.

Учёт состава газа, его температуры и давления наиболее полно и достаточно просто реализуется в *прямом (инструментальном) методе* измерения скорости звука в газе межтрубного пространства любой скважины с применением датчиков на основе газовых акустических резонаторов. Акустический резонатор представляет собой трубу постоянного сечения, закрытую с обоих концов жёсткими стенками. При длине трубы ℓ резонансная частота f для n -ой гармоники определяется скоростью звука $V_{зв}$ в газе, заполняющем резонатор:

$$f = \frac{V_{зв}}{2 \cdot \ell \cdot n}. \quad (5)$$

При заполнении трубы газом межтрубного пространства скважины скорость звука, определённая по этой формуле, будет учитывать реальные свойства газа для данной скважины, а погрешность измерения будет определяться температурой и влажностью окружающей среды, а также конструктивными особенностями резонансных датчиков.

Таким образом, для повышения точности звукометрических исследований необходимо использовать исследовательские комплексы, позволяющие определять скорость звука в каждой скважине с соблюдением условий, характерных именно для этой

скважины. Существующая теория газовых акустических резонаторов позволила создать портативное устройство «Резонанс», позволяющее проводить прямые высокоточные замеры скорости звука в газе затрубного пространства добывающей скважины. При малых габаритах прибор позволяет достаточно полно компенсировать составляющие погрешности и достичь высокой точности измерения скорости звука с учётом реальных свойств среды затрубного пространства.

При проведении сложных нетрадиционных гидродинамических исследований методом волнометрирования с научными целями необходимо использовать наиболее точный способ определения скорости импульса давления – *моделирование*. Отличие этого метода от других методов определения скорости звука в затрубном пространстве заключается в возможности решать поставленные задачи в более широком диапазоне. При моделировании возможно задавать произвольные значения температуры, давления, количественных соотношений компонентов газа. К тому же метод моделирования применим для скважин с любым способом эксплуатации, в то время как реперный метод (без усложнения конструкции репера) может применяться только на скважинах, оснащённых УШГН, а трубный метод является довольно трудоёмким и дорогостоящим при значительном фонде добывающих скважин.

Существует также *способ расчёта забойного давления*, позволяющий исключить такой фактор, как скорость звука. Метод основан на использовании телеметрических систем (ТМС), смонтированных на погружных электроцентробежных насосах (ЭЦН). При их использовании давление замеряется на приёме насоса и далее пересчитывается на забой. Однако у такого подхода тоже существуют недостатки. Во-первых, ТМС имеют высокую стоимость, во-вторых, эти системы можно использовать только в скважинах, оборудованных ЭЦН, поскольку передача информации осуществляется по силовому кабелю двигателя насоса.

Для проведения исследований методом регистрации КВД глубинным манометром в механизированной скважине необходимо применить сложную и дорогостоящую технологию. В частности, для снятия КВД в механизированной скважине необходимо провести текущий ремонт скважины (ТРС) по извлечению насосной установки и спуску колонны НКТ, затем спустить на забой скважины глубинный прибор и при помощи компрессора отжать уровень в затрубном пространстве. Далее необходимо стравить газ из затрубного пространства, создав депрессию на пласт. После этого нужно провести ТРС по установке насосного оборудования и освоить скважину. Очевидно, что данный способ проведения исследований довольно трудоёмкий, требует значительных материальных и временных затрат.

Таким образом, метрологически обоснованный метод гидродинамических исследований – метод КВУ – является наиболее приемлемым для исследований скважин механизированного фонда, так как обеспечивает экономию средств и времени за счёт исключения двух ТРС, суточной работы компрессора и уменьшения потерь добычи нефти при простое скважины.

Технология исследования скважин методом КВУ

Непосредственно перед снятием КВУ необходимо измерить дебит скважины и отобрать поверхностную пробу жидкости для определения обводнённости продукции. Затем измеряют величину затрубного давления на устье скважины и не менее трёх раз определяют динамический уровень до получения стабильного значения (в случае небольшого расхождения значения осредняются).

После остановки скважины измеряют изменение затрубного устьевого давления и динамического уровня. Положения уровня фиксируются через каждые 5 минут первые полчаса, затем через 15 минут в течение 1,5–2,0 часов и затем до статического положения уровня и восстановления давления до пластового с дискретностью прибора 20–30 минут.

По результатам замеров уровней и устьевых давлений оператором составляется таблица 1, в которой для времени $\tau = 0$ указывается величина динамического уровня.

Таблица 1 – Промысловые результаты

t , час, мин.	τ , мин.	$H_{\text{дин}}$, м	$P_{\text{уст}}$, атм.	$H_{\text{дин.привед.}}$, м
1	2	3	4	5

В столбце 5 указан приведённый динамический уровень – это динамический уровень, рассчитанный с поправкой на изменение устьевого давления после остановки скважины. При росте устьевого давления на величину ΔP от динамического уровня необходимо отнять величину

$$\Delta H = \frac{10 \cdot \Delta P}{\gamma_{\text{см}}}, \text{ м} \quad (6)$$

где $\gamma_{\text{см}}$ – удельный вес добываемой жидкости в скважинных условиях, определяется с учётом обводнённости продукции по формуле:

$$\gamma_{\text{см}} = \gamma_{\text{н.пл}} + n \cdot (\gamma_{\text{в}} - \gamma_{\text{н.пл}}), \text{ г/см}^3 \quad (7)$$

где $\gamma_{\text{н.пл}}$ – удельный вес нефти в пластовых условиях; $\gamma_{\text{в}}$ – удельный вес пластовой воды; n – обводнённость продукции, доли ед.

Методы обработки результатов гидродинамических исследований насосных скважин

Определение забойного и пластового давления по данным устьевых замеров

Нефтяные месторождения Западной Сибири разрабатываются наклонно-направленными скважинами, поэтому при определении забойного и пластового давлений нужно брать поправку на удлинение ствола скважины.

При определении депрессии рассчитывается давление столба жидкости от динамического до статического уровня (приведённого к вертикали), к которому добавляется разница величин давления на устье при замере статического и динамического уровней, т.е. разница пластового и забойного давлений с учётом устьевого. Забойное давление можно определить по формуле:

$$P_{\text{заб}} = P_{\text{у.дин}} + \frac{(H_1 - l_1) - (h_{\text{дин}} - l_2)}{10} \cdot \gamma_{\text{н.пл}} + \frac{(H_{\text{ВНК}} + \text{Alt}) - (H_1 - l_1)}{10} \cdot \gamma_{\text{ж}}^*, \text{ атм.}$$

где $h_{\text{дин}}$ – динамический уровень, м; $P_{\text{у.дин}}$ – давление в затрубном пространстве, замеренное на устье при работе скважины, атм.; H_1 – глубина подвески насоса, м; l_1 – удлинение от устья до глубины подвески насоса, м; l_2 – удлинение от устья до динамического уровня, м; Alt – альтитуда устья, м; $\gamma_{\text{н.пл}}$ – удельный вес нефти в пластовых условиях, г/см³; $\gamma_{\text{ж}}^*$ – удельный вес жидкости от насоса до ВНК, г/см³.

В скважине, в которой перед остановкой на восстановление уровня до статического был замерен динамический уровень, пластовое давление можно определить по формуле:

$$P_{\text{пл}} = P_{\text{у.см}} + \frac{(H_1 - l_1) - (h_{\text{дин}} - l_2)}{10} \cdot \gamma_{\text{н.пл}} + \frac{(H_{\text{ВНК}} + \text{Alt}) - (H_1 - l_1)}{10} \cdot \gamma_{\text{ж}}^* + \frac{(h_{\text{дин}} - h_{\text{см}}) - (l_2 - l_3)}{10} \cdot \gamma_{\text{см}}, \quad (9)$$

где $h_{\text{см}}$ – статический уровень, м; $P_{\text{у.см}}$ – давление на устье скважины с восстановленным статическим уровнем (пластовым давлением), атм.; $\gamma_{\text{см}}$ – удельный вес жидкости в скважинных условиях, определяется по формуле (7).

При расчёте давлений по формулам (8) и (9) принято, что при дебитах до $90 \text{ м}^3/\text{сут.}$ в стволе безводной скважины от насоса до забоя находится столб воды, а выше – безводная нефть.

Более точно забойные и пластовые давления можно рассчитать, используя модель ствола скважины, предложенную ВНИИнефть [1], рассматривающую распределение пластового флюида по следующей схеме (рис. 1):

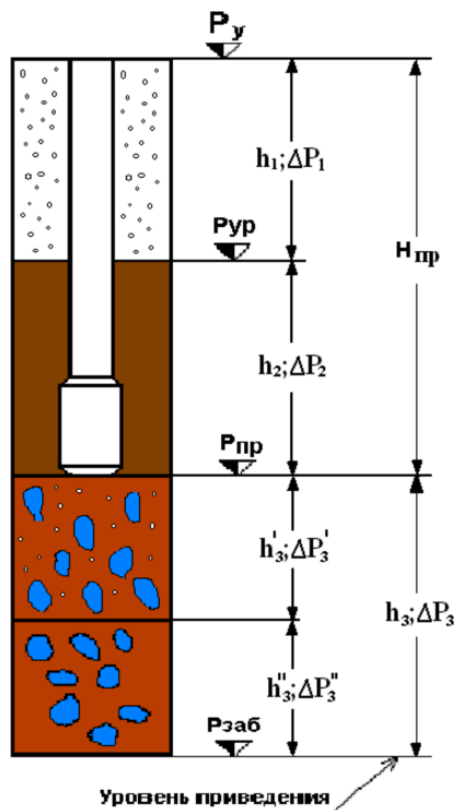


Рисунок 1 – Модель распределения флюида в стволе механизированной скважины

- от забоя до точки, в которой давление соответствует давлению насыщения, находится водонефтяная дисперсионная среда с растворённым газом;
- пространство от точки с давлением, соответствующим давлению насыщения, до приёма насоса заполнено двухфазной жидкостью со свободным газом;
- от приёма насоса до раздела фаз «газ – жидкость» находится безводная нефть со свободным газом;
- от уровня раздела фаз «газ – жидкость» до устья – свободный газ.

Величина забойного давления в этом случае определяется по формуле:

$$P_{заб} = P_y + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_{тр}, \quad (10)$$

где P_y – избыточное давление на устье (в затрубном пространстве); ΔP_1 – перепад давления, создаваемый весом столба газа в кольцевом пространстве h_1 ; ΔP_2 – перепад давления, создаваемый весом газонефтяной смеси в кольцевом пространстве в интервале h_2 (от динамического уровня до приёма насоса); ΔP_3 – перепад давления, создаваемый весом нефтегазовой смеси в интервале h_3 ; $\Delta P_{тр}$ – гидравлические потери на трение в интервале h_3 .

$$\Delta P_3 = \Delta P'_3 + \Delta P''_3; \quad (11)$$

$$\Delta P'_3 = P_{нас} - P_{пр}, \quad (12)$$

где $P_{нас}$ – давление насыщения нефти газом; $P_{пр}$ – давление на приёме насоса; $\Delta P''_3$ – перепад давления, создаваемый весом столба водонефтяной смеси в интервале h''_3 от уровня начала разгазирования ($P = P_{нас}$) до уровня приведения; $\Delta P'_3$ – перепад, создаваемый весом столба нефтегазовой смеси в интервале h'_3 от приёма насоса до уровня начала разгазирования нефти.

Перепад давления ΔP_1 рассчитывается по барометрической формуле с использованием данных об устьевом давлении (P_y), температуре на забое ($t_{заб}$) и устье (t_y) и относительной плотности газа в затрубном пространстве (полученной при стандартном разгазировании нефти).

Перепады ΔP_2 , $\Delta P'_3$ и $\Delta P''_3$ рассчитываются по гидростатической формуле с учётом зависимости плотности нефти, воды и газа от давления и температуры, а также относительной скорости движения фаз в стволе скважины.

В этих расчётах величины высотных интервалов (h_1 , h_2 , h'_3 , h''_3) с целью исключения влияния кривизны ствола скважины приводятся к вертикали.

Потери на трение ($\Delta P_{тр}$) рассчитываются в интервале h_3 . Практически во всём диапазоне встречающихся на практике случаев эта величина очень мала. Для её расчёта рекомендуется использовать приближённую формулу

$$\Delta P_{тр} = 4 \cdot 10^{-18} \cdot \frac{Q_{см}^2 \cdot h_3^* \cdot \gamma_{см}}{D^5}, \text{ [Мпа]} \quad (13)$$

где $Q_{см}$ – средний объёмный расход нефтегазовой смеси в интервале h_3^* , м³/сут.; h_3^* – разность глубин между точкой приведения и приёмом насоса (с учётом кривизны ствола), м; $\gamma_{см}$ – удельный вес нефтегазовой смеси в интервале h_3^* , кг/м³; D – диаметр обсадной колонны, м.

Основное расчётное уравнение для определения пластового давления имеет вид, аналогичный (10):

$$P_{пл} = P_y + \Delta P_1 + \Delta P_H + \Delta P_e, \quad (14)$$

где ΔP_H – перепад давления, создаваемый весом столба нефти; ΔP_e – перепад давления, создаваемый весом столба воды. Остальные обозначения те же, что в формуле (10).

Перепады ΔP_H и ΔP_e определяются по гидростатической формуле

$$\Delta P_H = 10^{-6} \cdot h_H \cdot \gamma_{H.ср} \text{ и } \Delta P_e = 10^{-6} \cdot h_e \cdot \gamma_{e.ср}, \quad (15)$$

где h_H и h_e – соответственно вертикальные проекции столбов нефти и воды в стволе скважины; $\gamma_{H.ср}$ и $\gamma_{e.ср}$ – средний удельный вес нефти и воды соответственно.

Количественные оценки объёмов нефти, воды, свободного газа и их плотностей для расчёта h_H , h_e , $\gamma_{H.ср}$ и $\gamma_{e.ср}$ производятся в работающей скважине непосредственно до её остановки для замера статического уровня, т.е. в процессе расчёта забойного давления по данным измерения динамического уровня.

Определение технологических параметров скважины и фильтрационных параметров пласта по КВУ

Обработка результатов исследований по устьевым замерам уровня жидкости предполагает определение коэффициента продуктивности скважины, гидропроводно-

сти, подвижности и проницаемости пласта. Точно определив статический и динамический уровень, по формулам (8–14) можно рассчитать пластовое и забойное давление, разность между которыми даст значение депрессии на пласт. Зная дебит скважины до остановки, коэффициент продуктивности определяется как отношение дебита к депрессии.

Регистрируя изменение уровня во времени, также можно определить коэффициент продуктивности, гидропроводность и даже степень засорённости призабойной зоны скважины. Наиболее распространёнными методами обработки КВУ являются *дифференциальный, интегральный и метод наилучшего совмещения*. В основе этих методов лежит приближённое решение уравнения Маскета:

$$P(t) = P_{пл} - \Delta P \cdot \exp\left(-\frac{K \cdot \rho \cdot g \cdot t}{F}\right), \quad (16)$$

где K – коэффициент продуктивности; ρ – плотность флюида; F – площадь поперечного сечения НКТ; g – ускорение свободного падения; $\Delta P = P_{пл} - P_{заб(о)}$ – депрессия на пласт; $P_{пл}$ – пластовое давление; $P_{заб(о)}$ – забойное давление в момент остановки насоса.

После преобразований уравнение (16) примет вид:

$$\ln(H_{см} - H(t)) = \ln(H_{см} - H_о) - \alpha \cdot t, \quad (17)$$

где $H_{см}$ – статический уровень; $H(t)$ – динамический уровень; $H_о$ – динамический уровень в начальный момент времени.

Из выражения (17) следует, что кривая прослеживания, построенная в координатах $\left[\ln \frac{(H_{см} - H(t))}{(H_{см} - H_о)} - t \right]$, будет иметь вид прямой линии с угловым коэффициентом α .

Исходя из этого, определяют коэффициент продуктивности:

$$K = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot F}{\rho \cdot g}. \quad (18)$$

Статический уровень определяется по преобразованной кривой путём графического подбора. Так как кривая восстановления уровня в координатах Маскета имеет вид прямой линии, то коэффициент корреляции в каждой её точке равен единице, поэтому статический уровень подбирается таким образом, чтобы квадрат коэффициента корреляции Пирсона был как можно ближе к единице. Получив последнюю точку на графике, которой соответствует значение статического уровня, определяется коэффициент продуктивности.

Гидропроводность пласта определяется по известной формуле Дююю

$$\varepsilon = \frac{k \cdot h}{\mu} = 1,84 \cdot K \cdot b \cdot \left(\ln \frac{R_k}{r_c} + C \right), \quad (19)$$

где b – объёмный коэффициент нефти; R_k – радиус контура питания; r_c – радиус скважины (по долоту); C – коэффициент несовершенства скважины.

Проницаемость пласта определяется из формулы гидропроводности

$$k = \frac{\xi \cdot \mu}{h}. \quad (20)$$

Недостатком при определении коэффициента продуктивности по методу Маскета является невысокая его точность при обработке недовосстановленных кривых (уровень в скважинах, дренирующих низкопроницаемые коллектора, может восстанавли-

ваться до нескольких недель), а также допущение, что пласт имеет установившееся распределение давления с начала получения продукции (что требует в сущности несжимаемой жидкости).

Дифференциальный и интегральный метод являются графоаналитическими – они позволяют перестраивать кривую восстановления уровня в индикаторную диаграмму, анализировать её форму и определять коэффициент продуктивности. Метод наилучшего совмещения заключается в подборе неизвестных параметров (коэффициента продуктивности и пластового давления) таким образом, чтобы фактическая кривая прослеживания совместилась наилучшим образом с кривой, рассчитываемой по уравнению Маскета.

Методы определения коэффициента продуктивности, основанные на уравнении Маскета, опираются на теорию упругого режима фильтрации в неограниченном пласте.

Существует также метод определения коэффициента продуктивности и его уменьшения в результате засорения прискважинной зоны пласта, в основе которого лежат результаты теории замкнуто-упругого режима фильтрации в ограниченном пласте [2].

Работающая скважина создаёт вокруг себя воронку депрессии. Если при этом отобрана доля упругого запаса, равная $\frac{1}{\ln\left(\frac{S}{\pi \cdot r_c^2}\right)}$, то с учётом пустого объёма скважи-

ны, который заполняется при восстановлении уровня жидкости, дефицит упругого запаса жидкости Q определяется по формуле:

$$Q = \left(\frac{S \cdot h \cdot \beta}{\ln\left(\frac{S}{\pi \cdot r_c^2}\right)} + \frac{2,5 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot b}{\rho_H} \right) \cdot (P_{пл} - P_{заб}), \quad (21)$$

где S – площадь зоны дренирования; h – эффективная толщина пласта; β – упругоёмкость пласта; r_c – радиус скважины; D – внутренний диаметр обсадной колонны; d – наружный диаметр НКТ; b – объёмный коэффициент; ρ_H – плотность сепарированной нефти, т/м³; $P_{пл}$ – пластовое давление; $P_{заб}$ – забойное давление.

Формула (20) справедлива при незасорённости пласта и сохранении его природной продуктивности. Засорение прискважинной зоны приводит к уменьшению упругого запаса жидкости, причём если $K = \frac{K_n}{v \cdot D}$, где K и K_n – соответственно фактический и природный коэффициенты продуктивности, а v и D – коэффициенты снижения продуктивности при эксплуатации и при бурении соответственно, то формуле (20) соответствует формула

$$Q = \left(\frac{S \cdot h \cdot \beta}{v \cdot D \cdot \ln\left(\frac{S}{\pi \cdot r_c^2}\right)} + \frac{2,5 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot b}{\rho_H} \right) \cdot (P_{пл} - P_{заб}). \quad (22)$$

Текущий дебит добывающей скважины равен

$$q = \frac{K \cdot b \cdot (p_{пл} - p_{заб})}{\rho_H}. \quad (23)$$

Из результатов теории замкнуто-упругого режима фильтрации в ограниченном пласте следует формула

$$q = q_o \cdot e^{-I_o \cdot t}; \quad I_o = \frac{q_o}{Q_o}, \quad (24)$$

где q_o и Q_o – соответственно дебит и дефицит упругого запаса нефти перед остановкой скважины на исследование.

Если забойное давление в течение длительного периода времени перед остановкой скважины не снижалось ниже давления насыщения, то согласно (21)–(23) справедливо

$$P(t) = P_{пл} - (P_{пл} - P_o) \cdot e^{-I_o \cdot t}; \quad (25)$$

$$I_o = \frac{K \cdot D \cdot b \cdot \ln\left(\frac{S}{\pi \cdot r_c^2}\right)}{\rho_H \cdot S \cdot h \cdot \beta + 2,5 \cdot \pi \cdot D \cdot b \cdot (D^2 - d^2) \cdot \ln\left(\frac{S}{\pi \cdot r_c^2}\right)},$$

причём

$$K = \frac{q_o}{\rho_{пл} - \rho_{заб}}. \quad (26)$$

Уровень жидкости в остановленной скважине со временем приближается к величине h_{cm} – приведённому статическому уровню, тогда по гидростатической формуле

$$\rho_{пл} = \frac{(H_{пл} - h_{cm}) \cdot \rho_c}{10}, \quad (27)$$

где $H_{пл}$ – глубина залегания пласта; ρ_c – плотность жидкости в скважине.

Из (24)–(26) следует соотношение

$$h = (h_o - h_{cm}) \cdot e^{-I_o \cdot t} + H_{пл}. \quad (28)$$

Для двух различных моментов времени t_1 и t_2 и соответствующих значений уровня жидкости h_1 и h_2 из (27) получим уравнение относительно h_{cm}

$$h_{cm} = \frac{h_o - (h_2 - h_o)}{\left(\frac{h_1 - h_o}{h_o - h_{cm}} + 1\right)^{\frac{t_2}{t_1}} - 1}, \quad (29)$$

которое решается методом итерации.

В качестве итогового принимается среднее значение h_{cm} , которому соответствуют точки (t_1^*, h_1^*) , (t_2^*, h_2^*) . Зная h_{cm} , вычисляем I_o

$$I_o = \frac{\ln\left(\frac{h_o - h_{cm}}{h_1^* - h_{cm}}\right)}{t_1^*}. \quad (30)$$

После определения h_{cm} и I_o , можно подсчитать и коэффициенты K и D . Из (25) и (26) находим

$$K = \frac{10 \cdot q_o}{(h_{cm} - h_o) \cdot \rho_c} \quad (31)$$

Из выражения (24) определяем коэффициент снижения продуктивности при бурении D :

$$D = \frac{I_o \cdot S \cdot h \cdot \beta \cdot \rho_H}{b \cdot \ln\left(\frac{S}{\pi \cdot r_c^2}\right) \cdot (K_\phi - 2,5 \cdot \pi \cdot I_o \cdot (D^2 - d^2))} \quad (32)$$

Зная фактический коэффициент продуктивности K , можно определить гидропроводность пласта по формуле (19) и проницаемость по формуле (20).

Оценка области применимости метода Маскета

Так как сам М. Маскет не приводит оценок точности метода, а результаты обработки кривых в связи с приближённостью метода зачастую сомнительны, то возникла необходимость оценки области применимости данной методики для скважин, дренирующих пласты с различными коллекторскими свойствами. За основу принята классификация по проницаемости со следующим ранжированием пластов:

- ультранизкая проницаемость (меньше 10 мД);
- низкая проницаемость (10–50 мД);
- средняя проницаемость (50–100 мД);
- высокая проницаемость (более 100 мД с ограничением до 500 мД).

Как известно, прямая задача подземной гидродинамики состоит в определении давления в произвольной точке пласта по известным коллекторским и геометрическим параметрам при работе скважины с дебитом, изменяющимся по заданному закону. Обратная задача подземной гидродинамики состоит в определении коллекторских свойств и геометрических параметров пластов по кривым изменения дебита, давления или уровня, измеренных при исследованиях. Для анализа методики была сначала решена прямая задача – смоделировано восстановление уровня в насосной скважине, вскрывающей пласты различной проницаемости (от практически непроницаемых – 1 мД до сверхпроницаемых – 500 мД), а затем решена обратная задача – произведена обработка полученных кривых методом Маскета и определён коэффициент продуктивности.

Физические свойства модельных пластов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физические свойства модельных пластов

№ модели	Проницаемость k , мД	Эффективная толщина $h_{эф}$, см	Упруго-ёмкость β^* , 1/Па	Пьезопроводность χ , м ² /с	Гидропроводность ξ , Д·см/сП
1	1	400	1,42E-11	0,035211268	0,2
2	5	400	1,42E-11	0,176056338	1
3	10	400	1,42E-11	0,352112676	2
4	25	400	1,42E-11	0,88028169	5
5	50	400	1,42E-11	1,76056338	10
6	100	400	1,42E-11	3,521126761	20
7	500	400	1,42E-11	17,6056338	100

Учитывая, что ГДИ по уровню всегда основываются на моделях, приняты следующие типы моделей:

- модель распределения флюида по стволу скважины (статическая или квазидинамическая, основанная на допущении смены стационарных состояний);
- модель притока флюида к стволу скважины в пластовых условиях;
- комплексная модель системы «пласт – скважина».

В качестве критерия применимости модели предлагается использовать погрешность инструментального метода определения коэффициента продуктивности при использовании следующих средств измерения дебита и депрессии:

- замерная установка «Спутник» (ОЗНА) с погрешностью 2,5 %;
- манометр АМТ с погрешностью измерения давления 0,25 %.

Коэффициент продуктивности определяется как отношение дебита к депрессии:

$$K_{пр} = \frac{Q_{зам}}{P_{пл} - P_{заб}} = \frac{Q_{зам}}{\Delta P_{зам}}. \quad (33)$$

Абсолютная погрешность инструментального замера депрессии:

$$\Delta P = \Delta P_{пл} + \Delta P_{заб}. \quad (34)$$

Относительная погрешность инструментального замера депрессии:

$$\delta \Delta P = \left| \frac{\Delta P_{пл} + \Delta P_{заб}}{P_{пл} - P_{заб}} \right|. \quad (35)$$

Абсолютная погрешность коэффициента продуктивности:

$$\Delta K_{пр} = \frac{\Delta Q \cdot \Delta P_{зам} + Q_{зам} \cdot \Delta P}{(\Delta P_{зам})^2}. \quad (36)$$

Относительная погрешность коэффициента продуктивности:

$$\delta K_{пр} = \frac{\Delta Q}{|Q_{зам}|} + \frac{\Delta P}{|\Delta P_{зам}|}. \quad (37)$$

Суммарная погрешность определения коэффициента продуктивности на основе инструментальных замеров составила 4,75 %.

При этом считаем, что давление в окрестности скважины полностью восстанавливается до пластового. Очевидно, что при анализе методик необходимо оценивать погрешность результата в соотношении к указанной инструментальной погрешности.

В работе рассматривается комплексная модель системы «пласт – скважина», в которой согласованы фильтрационные параметры пласта и динамика изменения уровня в межтрубном пространстве. При этом принято допущение, связанное с заменой динамической модели ствола скважины на совокупность дискретных моделей и основанное на смене стационарных состояний. Модель распределения флюида по стволу механизированной скважины разработана ВНИИнефть [2].

В качестве модельной была рассмотрена скважина с внутренним диаметром эксплуатационной колонны $D = 0,154$ м и радиусом $r_c = 0,084$ м, диаметр НКТ $d = 0,073$ м. Пластовое $p_{пл}$ и начальное забойное $p_{заб(0)}$ давления приняты соответственно 250 и 200 атм. Принято также, что в скважине ниже приёма насоса находится жидкость глушения плотностью $\rho_g = 1,015$ г/см³, а выше приёма насоса сепарированная нефть плотностью $\rho_n = 0,85$ г/см³ и вязкостью $\mu = 2$ сП. Глубина залегания пласта и глубина подвески насоса соответственно $H_{пл} = 2500$ м и $H_{нас} = 1500$ м.

Величина забойного давления определяется формулой:

$$P_{заб} = P_y + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_{тр}, \quad (38)$$

где P_y – избыточное давление на устье (в межтрубном пространстве); ΔP_1 – перепад давления, создаваемый весом столба газа в кольцевом пространстве в интервале h_1 ; ΔP_2 – перепад, создаваемый весом столба газонефтяной смеси в кольцевом пространстве в интервале h_2 (от динамического уровня до приёма насоса); ΔP_3 – перепад давления, создаваемый весом столба водонефтяной смеси в интервале h_3 – от приёма насоса до уровня приведения (кровля пласта, середина фильтра и др.); $\Delta P_{тр}$ – гидравлические потери на трение в интервале h_3 .

Практически во всём диапазоне встречающихся на практике случаев величина потерь на трение $\Delta P_{тр}$ очень мала и не учитывается. Рассматриваемая модель не учитывает затрубное устьевое давление P_y , т.е. предполагается восстановление уровня при открытой затрубной задвижке, а также давление, создаваемое весом столба газа ΔP_1 .

С учётом принятых допущений забойное давление в модельной скважине рассчитывается по гидростатической формуле:

$$P_{заб} = (H_{нас} - h_{дун}) \cdot \rho_H \cdot g + (H_{кр} - H_{нас}) \cdot \rho_в \cdot g. \quad (39)$$

Изменение забойного давления в скважине происходит по экспоненциальному закону (уравнение Маскета):

$$P(t) = P_{пл} - \Delta P \cdot \exp(-\alpha \cdot t), \quad (40)$$

где $\alpha = \frac{q \cdot \rho_H \cdot g}{\Delta P \cdot F}$, а дебит скважины q в свою очередь вычисляется по формуле:

$$q = \frac{4 \cdot \pi \cdot \xi \cdot \Delta P(t)}{\ln\left(\frac{2,25 \cdot \chi \cdot t}{r_c^2}\right)}. \quad (41)$$

Зная забойное давление $P(t)$, изменяющееся с течением времени, можно найти динамический уровень жидкости в скважине

$$H(t) = \frac{H_{нас} \cdot \rho_H \cdot g + (H_{пл} - H_{нас}) \cdot \rho_в \cdot g - P(t)}{\rho_H \cdot g}. \quad (42)$$

Кривые восстановления уровня для выбранных пластов, полученные при моделировании, отображены на рисунке 2.

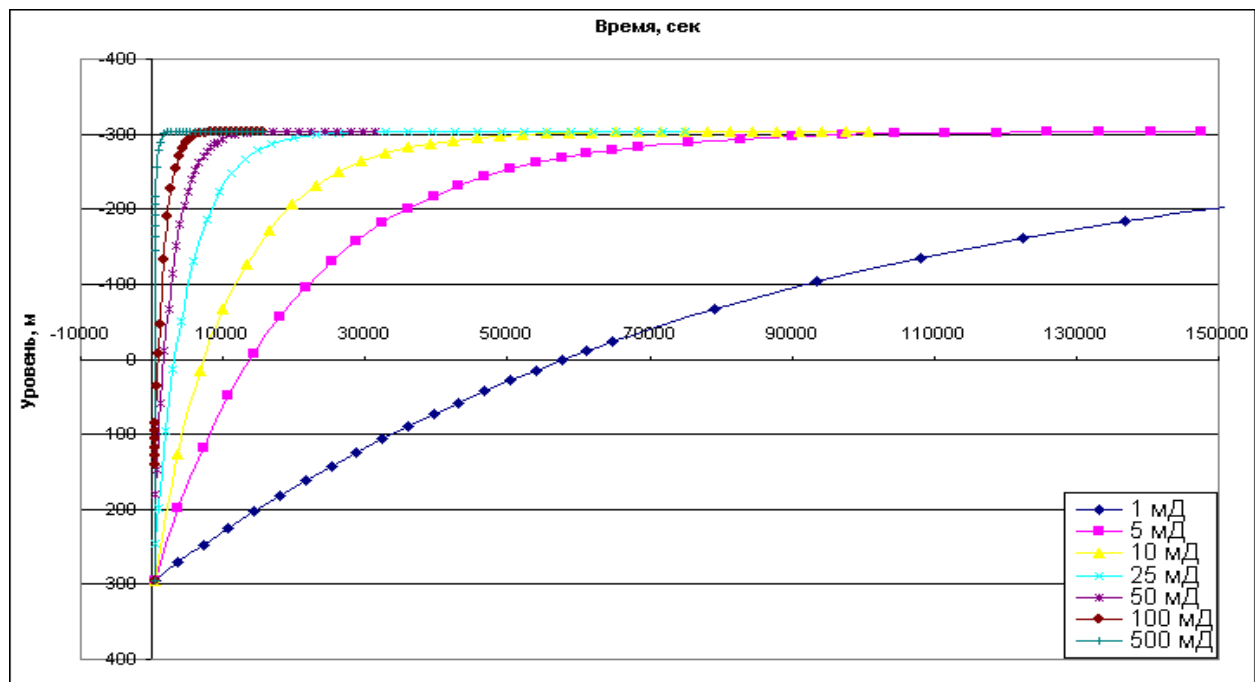


Рисунок 2 – Модельные КВУ

Коэффициенты продуктивности, определённые по исходным модельным данным как отношение дебита к депрессии в начальный момент времени, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Исходные коэффициенты продуктивности

1 мД	5 мД	10 мД	25 мД	50 мД	100 мД	500 мД
$K_{пр 1}$	$K_{пр 2}$	$K_{пр 3}$	$K_{пр 4}$	$K_{пр 5}$	$K_{пр 6}$	$K_{пр 7}$
0,02614	0,10946	0,20462	0,47086	0,88829	1,68119	7,47417

Модельные кривые восстановления уровня, построенные в координатах Маскета $\left[\ln \frac{(H_{cm} - H(t))}{H_{cm} - H_o} - t \right]$, представлены на рисунке 3.

Коэффициенты продуктивности определённые методом Маскета сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Расчётные коэффициенты продуктивности

1 мД	5 мД	10 мД	25 мД	50 мД	100 мД	500 мД
$K_{пр 1}$	$K_{пр 2}$	$K_{пр 3}$	$K_{пр 4}$	$K_{пр 5}$	$K_{пр 6}$	$K_{пр 7}$
0,02258	0,09455	0,17663	0,40671	0,76185	1,44281	6,11115

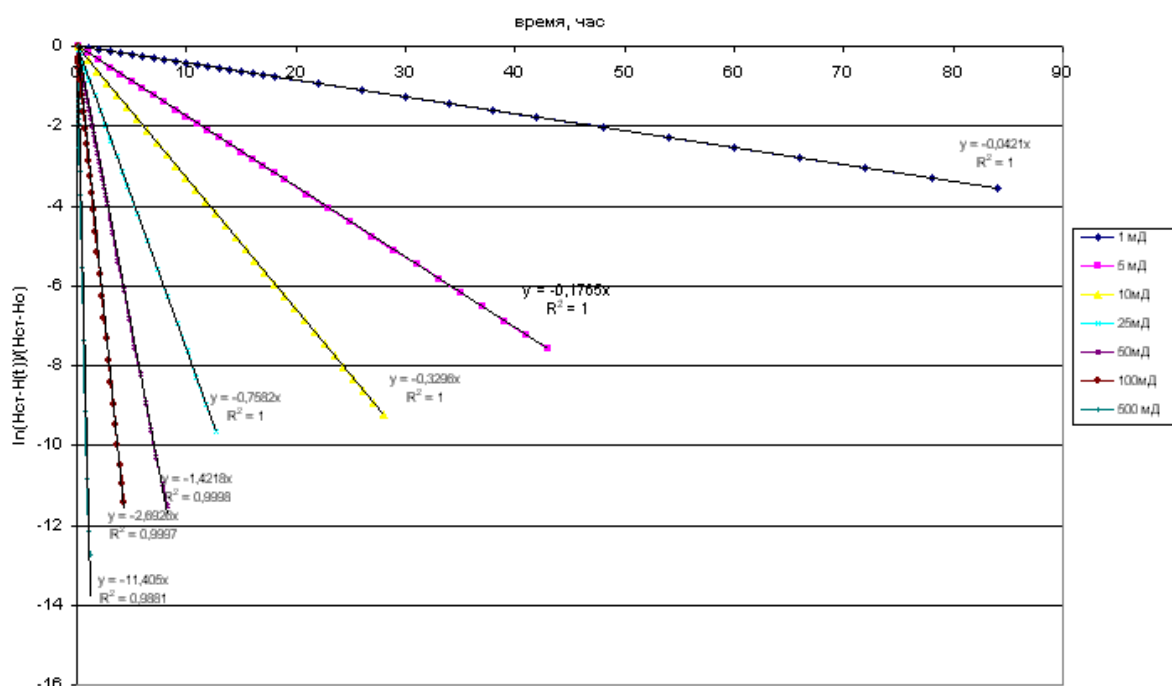


Рисунок 3 – КВУ в координатах Маскета

Погрешность методов определения коэффициента продуктивности включает в себя погрешность модели, которая в свою очередь складывается из погрешностей определения забойного давления. На определение забойного давления влияет погрешность прибора, определяющего затрубное давление (δP_y), погрешность, связанная с давлением столба газа (δP_1), погрешность, связанная с давлением насыщения, и погрешность, связанная с замещением воды в стволе скважины на нефть.

В принятой модели не учитывается давление насыщения нефти газом. При среднем давлении насыщения $P_{нас} = 100$ атм. абсолютная погрешность определения забойного давления составляет $\Delta P_{заб} = 3$ атм. Известно, что при дебитах нефти более $180 \text{ м}^3/\text{сут.}$ в 168 мм колонне жидкость глушения под насосом замещается на нефть. Если данный случай имеет место, то погрешность определения забойного давления составит $\Delta P_{заб} = 16,2$ атм. Погрешность устьевого манометра составляет 0,25 %, следовательно, при максимальном затрубном давлении, равном $P_{затр} = 30$ атм., погрешность определения забойного давления составит $\Delta P_{заб} = 0,075$ атм. Абсолютная погрешность, связанная с тем, что в модели не рассматривается столб газа, составит $\Delta P_{заб} = 1$ атм.

Максимальная абсолютная погрешность модели равна $\Delta P_{мод} = 20,275$ атм. Относительная погрешность модели составила

$$\delta P_{мод} = \frac{\Delta P_{мод}}{P_{заб}} = 0,1014 = 10,14 \text{ \%}.$$

Определена погрешность метода Маскета с учётом погрешности модели и, как следствие, степень его применимости к скважинам, вскрывающим пласты с различной проницаемостью. Результаты сравнения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Сравнительный анализ коэффициентов продуктивности

	1 мД	5 мД	10 мД	25 мД	50 мД	100 мД	500 мД
Исходный $K_{пр}$	0,02613	0,10946	0,20462	0,47086	0,88829	1,68119	7,47417
$K_{пр}$ по Маскету	0,02258	0,09455	0,17663	0,40671	0,76185	1,44281	6,11115
Погрешность по Маскету, %	5,60	5,63	5,70	5,63	6,46	6,38	12,6

Из проведённых исследований видно, что при обработке КВУ методом Маскета погрешность определения коэффициента продуктивности не превышает 5,7 % для скважин, вскрывающих пласты проницаемостью до 25 мД, и сравнима с погрешностью инструментального замера. С увеличением проницаемости пласта-коллектора увеличивается и погрешность определения технологических параметров скважины методом Маскета (для сверхпроницаемых коллекторов погрешность составляет 12,6 %). Таким образом, область применения метода Маскета ограничена диапазоном проницаемости пласта ультранизкой и низкой (до 25 мД). Кроме того, выявлено, что на результаты обработки КВУ методами, в основе которых лежит пересчёт замеренного уровня в давление на забое скважины, существенное влияние оказывает модель ствола скважины.

Проведённые исследования

Для оценки правомерности определения забойных давлений, а также характеристик пласта, используя метод КВУ и модель ствола, описанную в данной работе, был проведён комплекс исследовательских работ на скважинах №№ 169 и 3022 Восточно-Сургутского месторождения. Конструкция обеих скважин позволяет проводить исследования как методом КВУ, так и методом КВД, что даёт возможность сравнить полученные результаты. Оборудование скважин (установкой ШГН) позволяет устанавливать ниже приёма насоса хвостовик, который является средством доставки приборов на забой скважины, предоставляя возможность проведения гидродинамических исследований методом КВД.

При помощи компрессора жидкость в межтрубном пространстве скважины № 169 Восточно-Сургутского месторождения была заменена на воздух до нижнего циркуляционного клапана на глубине 1000 м. После «мгновенного» стравливания воздуха из межтрубного пространства была проведена запись кривой восстановления уровня раздела фаз «газ – жидкость». При пересчёте уровня в забойное давление по-

лучена расчётная КВД. Для расчётов использовалась модель распределения однофазного флюида по стволу скважины, так как обводнённость продукции составляла 99 %. Расчётные и фактические КВД представлены на рисунке 4.

Параметры пласта, определённые при обработке расчётной и фактической кривых восстановления давления методом касательной практически не отличаются друг от друга:

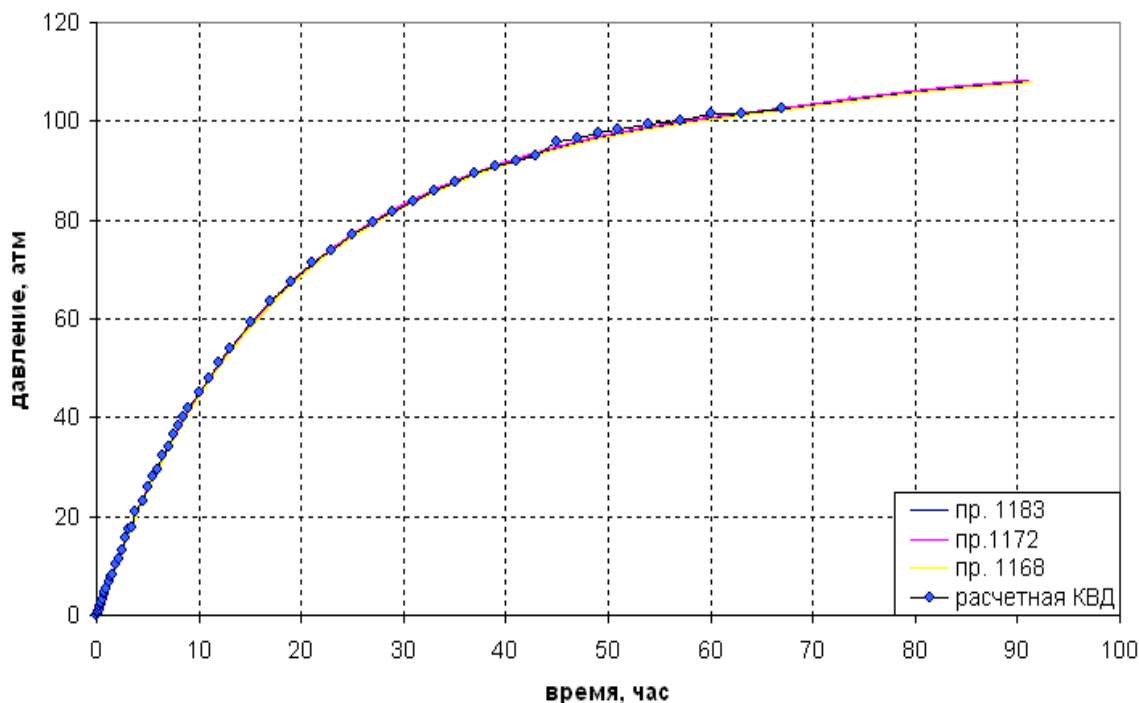


Рисунок 4 – Фактическая и расчётная КВД скважины № 169 Восточно-Сургутского месторождения

- гидропроводность по реальной КВД $\frac{k \cdot h}{\mu} = 0,686 \frac{\text{мкм}^2 \cdot \text{см}}{\text{мПа} \cdot \text{с}}$;
- проницаемость по реальной КВД $k = 0,00056 \text{ мкм}^2$;
- гидропроводность по расчётной КВД $\frac{k \cdot h}{\mu} = 0,695 \frac{\text{мкм}^2 \cdot \text{см}}{\text{мПа} \cdot \text{с}}$;
- проницаемость по расчётной КВД $k = 0,00057 \text{ мкм}^2$.

Такие близкие по значению данные получены в результате того, что скважина работала с высокой обводнённостью продукции. Так как ствол скважины был заполнен водой (однофазный флюид), фазовые переходы жидкости, имеющие место в нефтяной скважине (флюид находится в трёхфазном состоянии), не повлияли на результаты пересчёта изменения положения уровня в депрессию при построении расчётной КВД.

Несоответствие роста уровня в затрубном пространстве и давления на забое скважины экспериментально доказано при исследовании скважины № 3022 Восточно-Сургутского месторождения.

В этой скважине с горизонтальным участком $L = 270 \text{ м}$ вызов притока и освоение проводилось компрессорным способом. Жидкость в межтрубном пространстве была заменена воздухом до нижнего циркуляционного клапана на глубине 1000 м. Весь процесс освоения регистрировался глубинным прибором АМТ-07, расположенным на глубине 2702,8 м. После мгновенного стравливания воздуха из межтрубного пространства была записана кривая восстановления уровня.

Расчётное давление в точке 2702,8 м по уровням определено с использованием гидростатической модели ствола скважины, исходя из предположения, что из пласта притекает однофазная жидкость постоянной плотностью $1,15 \text{ г/см}^3$. Из рисунка 5 видно явное расхождение в рассчитанных и замеренных забойных давлениях.

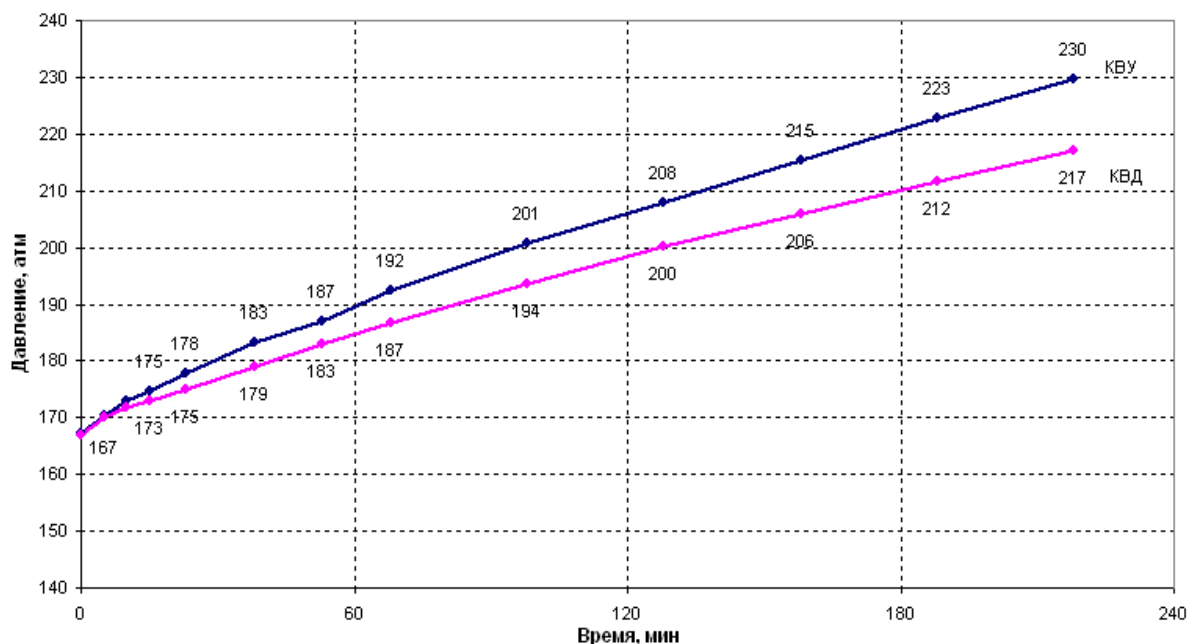


Рисунок 5 – Фактическая и расчётная КВД скважины № 3022 Восточно-Сургутского месторождения

Несоответствие рассчитанных и замеренных значений забойного давления объясняется тем, что после стравливания воздуха из затрубного пространства в ствол скважины кроме жидкости глушения начинает притекать пластовый флюид. Снижение плотности жидкости в стволе за первые 3,8 часа с 1,153 до 1,101 г/см³, т.е. на 0,052 г/см³, что составляет 4,5 % первоначальной величины, подтверждает предположение об увеличении притока нефти в ствол скважины.

Так как расчётная КВД, полученная в результате преобразования КВУ, и КВД, построенная по данным глубинного прибора, отличаются друг от друга, то соответственно не совпадают и рассчитанные по этим графикам значения фильтрационных параметров пласта:

- гидропроводность по расчётной КВД $\frac{k \cdot h}{\mu} = 1,548 \frac{\text{мкм}^2 \cdot \text{см}}{\text{МПа} \cdot \text{с}}$;
- гидропроводность по реальной КВД $\frac{k \cdot h}{\mu} = 1,933 \frac{\text{мкм}^2 \cdot \text{см}}{\text{МПа} \cdot \text{с}}$.

Разница результатов почти в 20 % подтверждает несоответствие значений замеренных и рассчитанных забойных давлений в скважине, работавшей до остановки с устойчивым дебитом нефти. Причиной непропорционального роста уровня по отношению к изменению забойного давления является как послеприток нефти в скважину, так и фазовые переходы, происходящие в стволе. Пользоваться статической моделью распределения жидкости по стволу скважины можно лишь в том случае, когда скважина работает водой либо содержание нефти в продукции очень мало. Если пластовым флюидом является нефть, пересчёт уровня в забойное давление необходимо производить, используя квазидинамическую модель ствола скважины.

Некоторые проблемы, связанные с уровневymi замерами

На практике нередки случаи, когда замеренный и рассчитанный по принятой на месторождении зависимости скорости звука от давления уровень оказывается ниже глубины спуска насоса. В том случае, когда скважина оборудована ШГН с хвостовиком, положение уровня ниже приёма насоса вполне удовлетворяет условиям работы насоса. Если в скважину спущен ЭЦН, существует критический уровень жидкости над приёмом насоса, при достижении которого срабатывает защита и насос автоматически отключается. Если отключения не происходит и скважина работает в нормальном режиме, а уровень отбивается ниже приёма насоса, то это говорит о погрешности измерения.

Одна из причин, приводящая к погрешности определения уровня, связана с затуханием основного акустического импульса и фиксацией уровнемером хаотически отраженного звукового сигнала. Расчёт уровня по неверным параметрам приводит к ошибке. К погрешности может приводить и неверная интерпретация результатов замеров скорости звука в затрубном пространстве. В НИО промышленных исследований «СургутНИПИнефть» проведены исследования и выявлено, что при геотермическом коэффициенте $2,7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$, характерном для Западной Сибири, температура газовой среды межтрубного пространства на уровне 500 м в среднем составляет $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако по ряду причин происходит отклонение от средней величины. Анализ показал, что зависимость скорости звука от температуры при неизменном значении давления и компонентного состава газа носит линейный характер. Если скорость звука замерена при температуре газа в резонаторе от $15\text{ до }25\text{ }^{\circ}\text{C}$, то приводить значение скорости звука к средней температуре ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) нет необходимости, т.к. погрешность не превышает 1 %. В случае, когда температура замера меньше или больше указанного диапазона, замеренное значение скорости звука необходимо приводить к температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ по формуле:

$$V_{20} = V_t + \frac{V_t}{100} \cdot 0,2 \cdot (20 - t),$$

где V_t – замеренное значение скорости звука; t – температура замера, $^{\circ}\text{C}$.

Кроме того, в термобарических условиях скважины газ или его компоненты могут находиться вблизи так называемой «точки росы», т.е. при прохождении звукового импульса в затрубном пространстве возможен переход газа или его фракций в жидкое состояние и обратно (посылаемый импульс изменяет агрегатное состояние смеси в затрубном пространстве). Сравнивая скорость звука в чистом газе и газе с небольшим количеством капелек, можно увидеть, что скорость звука снижается в аэрозоли, что приводит к погрешности определения уровня.

Другой проблемой, с которой приходится сталкиваться при проведении исследований методом КВУ, является наличие пены в затрубном пространстве скважины. При наличии большой пенной шапки через некоторое время после остановки скважины при закрытом затрубном пространстве наблюдается снижение уровня жидкости. Это связано с оседанием пены в результате уменьшения притока газа и частичного его растворения в нефти при увеличении затрубного давления. Кривые восстановления уровня в таких случаях имеют характерный вид (рис. 6). На практике оседание пенной шапки происходит от 45 минут до нескольких часов.

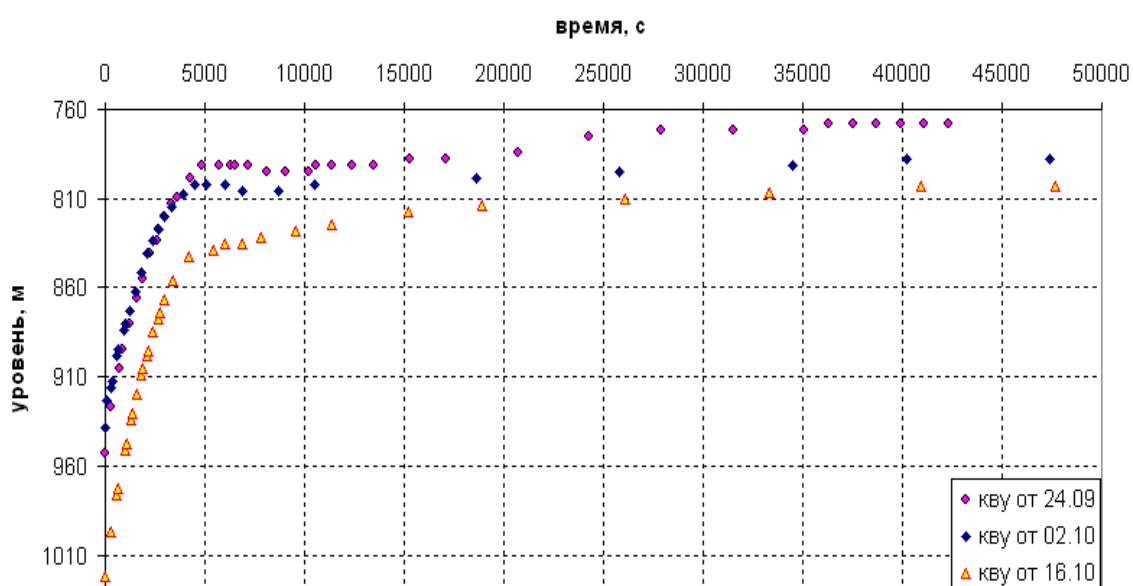


Рисунок 6 – Кривые восстановления уровня скважины № 513 Восточно-Сургутского месторождения

**Гидродинамические исследования скважин
Восточно-Сургутского месторождения**

Гидродинамические исследования скважин проводились в период разведки и промышленной разработки Восточно-Сургутского месторождения и позволили определить гидродинамические параметры пластов: продуктивность, гидропроводность и проницаемость скважин.

Исследования скважин проводились снятием кривых восстановления уровня как в начале разработки месторождения, так при дальнейшей промышленной эксплуатации. При определении гидродинамических параметров использовались физико-химические свойства пластовых нефтей, которые приведены в таблице 6.

Коэффициент продуктивности определён как отношение дебита скважины к депрессии на пласт, а гидропроводность призабойной зоны скважины рассчитана по формуле (19).

Таблица 6 – Физико-химические свойства пластовых нефтей Восточно-Сургутского месторождения

Пласт	Свойства пластовых нефтей Восточно-Сургутского месторождения		
	объёмный коэффициент b	Вязкость μ , сПз	Плотность ρ , г/см ³
БС ₁₀	1,107	2,66	0,820
ЮС ₁	1,172	1,00	0,770
ЮС ₂	1,152	1,51	0,790

В заключение следует сказать, что важнейшей отличительной особенностью гидродинамических исследований скважин является то, что они позволяют определять фильтрационно-ёмкостные свойства пласта непосредственно в процессе фильтрации флюидов, т.е. в условиях, соответствующих рабочим условиям его разработки.

Актуальность проведения исследований по уровню (КВУ) в условиях механизированного фонда подчёркивается малым процентом исследований скважин глубинными приборами, применимыми только на фонтанирующих и нагнетательных объектах.

Литература:

1. Временное руководство по определению забойного и пластового давления в скважинах механизированного фонда по данным измерений устьевого давления, динамического и статического уровней и давления у приёма насоса (РД 39-0147035-212-87). – М., 1987.
2. Лысенко В.Д., Миллионщиков Н.В. Исследование малопродуктивных скважин по методу восстановления уровня жидкости. – М. : ОАО «РИТЭК», 2003.
3. Регламент составления проектных технологических документов на разработку нефтяных и газонефтяных месторождений (РД 153-39-007-96). – М., 1996.
4. Методические указания по комплексированию и этапности выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений (РД 153-39.0-109-01). – М., 2002.
5. Регламент проведения контроля за разработкой нефтяных и нефтегазовых месторождений ОАО «Сургутнефтегаз» промыслово-гидродинамическими методами. – Тюмень, 1999.
6. Временное руководство по гидродинамическим исследованиям насосных скважин. – Сургут, 1995.
7. Хисамов Р.С. и др. Гидродинамические исследования скважин и методы обработки результатов измерений // Хисамов Р.С., Сулейманов Э.И., Фархуллин Р.Г., Никашев О.А., Губайдуллин А.А., Ишкаев Р.К., Хусаинов В.М. – М. : ОАО «ВНИИОЭНГ», 2000. – 228 с.
8. Бузинов С.Н., Умрихин И.Д. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов. – М. : Недра, 1973. – 344 с.
9. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. – М. : Недра, 1984. – 211 с.
10. Шагиев Р.Г. Исследования скважин по КВД. – М. : Наука, 1998. – 304 с.
11. Шешуков А.И., Фёдоров В.Н., Мешков В.М. Влияние ствола скважины на достоверность гидродинамических исследований // Научно-технический и производственный журнал «Нефтяное хозяйство». – 2001. – № 5. – С. 64–67.

12. Отчёт о научно-исследовательской работе «Исследование особенности распространения звуковой волны в затрубном пространстве механизированного фонда скважин ОАО «Сургутнефтегаз». – Сургут, 2002.

13. Use of Data on the Build-up of Bottom-hole Pressures. Muskat M., Transactions of the AIME 123, 1937.

14. Свалов А., Дияшев И. Исследования малодобитных скважин в России. Сравнение четырёх методов исследований, применяемых в России / Нефтегазовое обозрение. – 2002. – № 9. – С. 18–19.

15. Отчёт о научно-исследовательской работе «Исследование, интерпретация и обработка результатов по скважине № 3022 Восточно-Сургутского месторождения». – Сургут, 2000.

References:

1. The temporary guide to definition of bottomhole and reservoir pressure in wells of the mechanized fund for data of measurements of estuarial pressure, dynamic and static levels and pressure at reception of the pump (RD 39-0147035-212-87). – M., 1987.

2. Lysenko V.D., Millionshikov N.V. Research of unproductive wells on a method of restoration of level of liquid. – M. : JSC RITEK, 2003.

3. Regulations of drawing up design technological documents for development of oil and gas-oil fields (RD 153-39-007-96). – M., 1996.

4. Methodical instructions on a kompleksirovaniye and staging of performance of geophysical, hydrodynamic and geochemical surveys of oil and oil and gas fields (RD 153-39.0-109-01). – M., 2002.

5. Regulations of monitoring procedure behind development of oil and oil and gas fields of JSC Surgutneftegas by trade and hydrodynamic methods. – Tyumen, 1999.

6. Temporary guide to hydrodynamic researches of pump wells. – Surgut, 1995.

7. Hisamov R.S., etc. Hydrodynamic researches of wells and methods of processing of results of measurements // Hisamov R.S., Suleymanov E.I., Farkhullin R.G., Nikashev O.A., Gubaidulin A.A., Ishkayev R.K., Khusainov V.M. – M. : JSC VNIIOENG, 2000. – 228 p.

8. Buzinov S.N., Umrikhin I.D. Hydrodynamic methods of research of wells and layers. – M. : Subsoil, 1973. – 344 p.

9. Barenblatt G.I., Entov V.M., Rygik V.M. Movement of liquids and gases in natural layers. – M. : Subsoil, 1984. – 211 p.

10. Shagiyev R.G. Researches of wells on KVD. – M. : Science, 1998. – 304 p.

11. Sheshukov A.I., Fyodorov V.N., Meshkov V.M. Influence of a trunk of a well on reliability of hydrodynamic researches//Scientific and technical and production magazine «Oil Economy». – 2001. – № 5. – P. 64–67.

12. The report on research work «Research of feature of distribution of a sound wave in annular space of the mechanized well stock of JSC «Surgutneftegas». – Surgut, 2002.

13. Use of Data on the Build-up of Bottom-hole Pressures. Muskat M., Transactions of the AIME 123, 1937.

14. Svalov A., Diyashev I. Researches the malodebitnykh of wells in Russia. Comparison of four methods of the researches applied in Russia / the Oil and gas review. – 2002. – № 9. – P. 18–19.

15. Report on research work «Research, interpretation and processing of results on a well No. 3022 of the East Surgut field». – Surgut, 2000.

УДК 622.276

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН НА ПРИМЕРЕ
МОРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРАВЦОВСКОЕ Д-6**

**DETERMINING THE IMPACT OF GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL
FACTORS ON THE PRODUCTIVITY OF HORIZONTAL WELLS ON
THE EXAMPLE OF AN OFFSHORE OIL FIELD KRAVTSOVSKOYE D-6**

Петрушин Евгений Олегович

ведущий технолог по добыче нефти и газа.
ЦДНГ1 ОАО «Печоранефть»
Тел.: + 7(861) 233-84-30
eopetrushin@yahoo.com

Арутюнян Ашот Страевич

кандидат технических наук,
доцент кафедры прикладной математики.
Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: + 7(861) 275-86-91
mereniya@mail.ru

Аннотация. В статье проведено исследование влияния различных факторов на производительность горизонтальных скважин; показано влияние параметров пласта на производительность горизонтальных скважин; рассмотрено влияние проницаемости пласта и депрессии на производительность горизонтальной скважины. Проведено определение дебита горизонтальной скважины, асимметрично расположенной по толщине полосообразного пласта, а также определение критического безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины, вскрывшей залежь с дошвенной водой с использованием различных методов.

Ключевые слова: горизонтальная скважина, производительность горизонтальных скважин, анизотропия пласта, длина горизонтального ствола, площадь дренирования, определение дебита горизонтальной скважины, приток к забою горизонтальной скважины, приток к забою вертикальной скважины.

Petrushin Evgeniy Olegovich

Leading oil and gas
production technologist.
JSC «Pechoraneft»
Ph.: + 7(861) 233-84-30
eopetrushin@yahoo.com

Arutyunyan Ashot Straevich

Candidate of Technical Sciences,
Assistant professor of pulpit
applied mathematicians.
Kuban State University of Technology
Ph.: + 7(861) 275-86-91
mereniya@mail.ru

Annotation. The article studied the influence of various factors on the performance of horizontal wells; It shows the influence of reservoir parameters on the performance of horizontal wells; The influence of permeability and depressed productivity horizontal well. A definition of horizontal wells, asymmetrically located on the strip thickness of the reservoir, as well as the determination of the critical flow rate of anhydrous horizontal oil well penetrated reservoir with bottom water using a variety of methods.

Keywords: horizontal well, productivity of horizontal wells, anisotropy formation, the length of the horizontal section, drainage area, definition of horizontal wells, inflow to the bottom of a horizontal well, inflow to the bottom of a vertical well.

Кравцовское месторождение (Д-6) расположено в акватории Балтийского моря в пределах Куршского участка шельфа России (рисунок 1). Расстояние до ближайшего берега составляет 23 км, до города Зеленоградска – 44 км.

Открыто в 1983 году поисковой скважиной № Д6-1. Скважина была пробурена до глубины 2393, 0 м, вскрыла породы от кристаллического фундамента до четвертичных и установила промышленную нефтеносность в среднекембрийских отложениях.

Глубина моря на данном участке изменяется от 24,5 м до 37,5 м. Поверхность дна моря погружается в северном направлении. В южной части глубина достигает в среднем 28 м, в центральной части 30 м, на севере 34 м.

Мировая практика разработки и эксплуатации нефтяных месторождений на шельфе показывает, что одним из перспективных направлений разработки таких зале-

жей является использование горизонтальных скважин, которые позволяют в значительной степени увеличить нефтеотдачу.



Рисунок 1 – Обзорная схема района работ

Исследование влияния различных факторов на производительность горизонтальных скважин

Устойчивость работы горизонтальной скважины с большим дебитом требует изучения влияния нескольких факторов на производительность горизонтальных скважин. В частности, эти факторы включают параметры пласта (проницаемость, анизотропию, депрессию на пласт и т.д.), расположение горизонтального ствола относительно кровли и подошвы и потери давления в горизонтальном стволе.

Влияния параметров пласта на производительность горизонтальных скважин

К настоящему времени для определения производительности горизонтальных скважин предложено значительное число методов. К основным методам следует отнести:

1. Метод Ю.П. Борисова, который допускает, что зона, дренируемая горизонтальной скважиной, имеет форму круга:

$$Q_H = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta p}{\eta \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot R_k}{L} + \frac{h}{L} \cdot \ln \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot R_c} \right)} \quad (1)$$

2. Метод S.D. Joshi, который допускает, что зона, дренируемая горизонтальной скважиной по площади, имеет форму эллипсоида:

$$Q_H = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta p}{\eta \cdot B_H \cdot \left(\ln \left(A + \frac{\sqrt{A^2 - (L/2)^2}}{L/2} \right) + \frac{h}{L} \cdot \ln \frac{h}{2 \cdot R_c} \right)}; \quad (2)$$

$$A = \left(\frac{L}{2} \right) \cdot \left[\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{2 \cdot R_k}{L} \right)^4} \right]^{0,5} \quad (3)$$

3. Метод F.M.Giger, который допускает, что зона, дренируемая горизонтальной скважиной по площади, имеет форму эллипсоида:

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot L}{\mu \cdot B_H} \cdot \frac{1}{\left[\frac{L}{h} \cdot \ln \frac{1 + \sqrt{1 - \left(\frac{L}{2 \cdot R_K}\right)^2}}{\frac{L}{2 \cdot R_K}} + \ln \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot R_C} \right]} \quad (4)$$

4. Метод G.I. Renard – J.M. Dupuy, который допускает, что зона, дренируемая горизонтальной скважиной по площади, имеет форму эллипсоида:

$$Q_H = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta p}{\eta \cdot B_H \cdot \left(\cosh^{-1}(X) + \frac{h}{L} \cdot \ln \frac{h}{2 \cdot \pi \cdot R_C} \right)} \quad (5)$$

5. Метод З.С. Алиева – В.В. Шеремета, который допускает, что зона, дренируемая горизонтальной скважиной, имеет форму полособразного пласта, полностью вскрытого горизонтальным стволом:

$$Q_H = \frac{2 \cdot k \cdot L \cdot \Delta P}{\mu_H \cdot B_H} \cdot \frac{1}{\left[1 + \frac{2 \cdot R_C}{h - 2 \cdot R_C} \cdot \ln \frac{2 \cdot R_C}{h} + \frac{(R_K - (h - 2 \cdot R_C))}{2h} \right]} \quad (6)$$

Все формулы используют следующие условия: стационарный режим фильтрации, пласт однородный изотропный и горизонтальный ствол расположен симметрично по толщине, но различаются эти методы геометрией зоны дренирования.

Для расчётов дебита нефти по предложенным выше методикам приняты исходные данные скважины № 8-Кр (табл. 1).

Таблица 1 – Исходные данные скважины № 8-Кр

Параметры	Единицы измерения	Значения
Пластовое давление	МПа	24,2
Забойное давление	МПа	23,2
Радиус скважины	м	0,076
Радиус контура питания	м	250
Средняя глубина залегания	м	2163
Коэффициент проницаемости	мкм ²	0,225
Толщина пласта	м	58,9
Нефтенасыщенная толщина	м	29,2
Пластовая температура	°С	63,5
Объёмный коэффициент нефти	доли ед.	1,08
Плотность нефти	тонн/м ³	0,826
Пористость	доли ед.	0,12
Вязкость нефти в пластовых условиях	мПа·с	1,72

Определённые по формулам (1)–(6) дебиты горизонтальных скважин при различных соотношениях толщины пласта h , длины горизонтального ствола $L_{гор}$, абсолютной проницаемости k , депрессии на пласт ΔP и радиуса контура питания R_K приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что хотя формулы и отличаются друг от друга, однако определённые дебиты оказались достаточно близкими, и разница в этих дебитах связана исключительно с принятой геометрией зоны дренирования. Для перечисленных

Таблица 2 – Результаты расчёта производительности горизонтальной нефтяной скважины с помощью различных методов

R_k , м	$L_{гор}$, м	H_i , м	k , мкм ²	ΔP , МПа	Q , м ³ /сут.				
					Борисов Ю.П.	Joshi S.D.	Giger F.M.	Renard G.I.	Алиев З.С.
250	200	30	0,225	1	110,4	119,5	99,6	112,6	104,4
250	250	30	0,225	1	130,8	152,7	120,1	138,6	130,5
250	300	30	0,225	1	152,3	185,6	144,1	163,1	156,5
250	400	30	0,225	1	200,8	250,2	217,2	207,3	208,7
250	500	30	0,225	1	261,7	312,6	—	243,9	260,9
250	600	30	0,225	1	343,3	372,7	—	272,9	313,1
500	200	30	0,225	1	84,2	68,9	74,8	68,1	55,0
500	250	30	0,225	1	95,6	88,1	85,1	84,8	68,8
500	300	30	0,225	1	106,0	107,3	95,2	101,1	82,5
500	400	30	0,225	1	128,3	145,5	116,1	133,0	110,0
500	500	30	0,225	1	150,7	183,5	139,2	163,2	137,5
500	600	30	0,225	1	174,6	221,1	166,9	191,5	165,0
1000	200	30	0,225	1	68,1	62,8	60,3	37,8	28,3
1000	250	30	0,225	1	75,3	80,1	66,7	47,2	35,3
1000	300	30	0,225	1	82,0	97,5	72,7	56,5	42,4
1000	400	30	0,225	1	94,3	132,3	83,7	75,1	56,5
1000	500	30	0,225	1	105,8	167,1	94,3	93,4	70,7
1000	600	30	0,225	1	117,1	201,9	104,7	111,4	84,8
250	200	30	0,225	0,1	11,0	7,6	10,4	11,3	10,4
250	250	30	0,225	0,1	13,0	9,7	12,5	13,9	13,0
250	300	30	0,225	0,1	15,2	11,8	15,0	16,3	15,7
250	400	30	0,225	0,1	20,0	15,9	22,7	20,7	20,9
250	500	30	0,225	0,1	26,1	19,9	—	24,4	26,1
250	600	30	0,225	0,1	34,3	23,7	—	27,3	31,3
250	200	30	0,225	0,5	55,2	38,0	52,1	56,3	52,2
250	250	30	0,225	0,5	65,4	48,6	62,9	69,3	65,2
250	300	30	0,225	0,5	76,1	59,1	75,4	81,6	78,3
250	400	30	0,225	0,5	100,4	79,7	113,7	103,6	104,4
250	500	30	0,225	0,5	130,8	99,5	—	121,9	130,5
250	600	30	0,225	0,5	171,6	118,7	—	136,5	156,5
250	200	30	0,225	1,5	165,7	114,2	156,4	168,9	156,5
250	250	30	0,225	1,5	196,3	145,9	188,7	207,8	195,7
250	300	30	0,225	1,5	228,4	177,3	226,3	244,7	234,8
250	400	30	0,225	1,5	301,3	239,1	341,0	310,9	313,1
250	500	30	0,225	1,5	392,6	298,7	—	365,8	391,4

Продолжение таблицы 2

250	600	30	0,225	1,5	514,9	356,1	-	409,4	469,6
250	200	30	0,225	1	46,6	83,8	44,3	48,8	37,4
250	250	10	0,225	1	54,5	105,2	52,9	59,8	46,8
250	300	10	0,225	1	62,9	126,3	63,4	70,0	56,1
250	400	10	0,225	1	82,8	167,4	98,9	87,8	74,9
250	500	10	0,225	1	109,0	207,1	-	101,7	93,6
250	600	10	0,225	1	146,3	245,2	-	111,9	112,3
250	200	50	0,225	1	148,2	69,0	139,3	148,1	162,4
250	250	50	0,225	1	177,3	89,7	169,2	182,8	203,0
250	300	50	0,225	1	207,5	110,4	203,0	216,1	243,6
250	400	50	0,225	1	274,2	151,2	298,4	277,2	324,7
250	500	50	0,225	1	354,6	190,9	-	330,0	405,9
250	600	50	0,225	1	457,2	229,2	-	374,1	487,1
500	200	10	0,225	1	33,5	75,2	31,1	26,4	19,0
500	250	10	0,225	1	37,3	94,5	34,8	32,8	23,8
500	300	10	0,225	1	41,1	113,9	38,5	39,1	28,6
500	400	10	0,225	1	48,7	152,3	46,3	51,3	38,1
500	500	10	0,225	1	56,8	190,3	55,2	62,8	47,6
500	600	10	0,225	1	65,5	227,9	66,2	73,5	57,1
1000	200	10	0,225	1	26,1	68,0	24,2	13,7	9,6
1000	250	10	0,225	1	28,4	85,5	26,3	17,1	12,0
1000	300	10	0,225	1	30,5	102,9	28,3	20,4	14,4
1000	400	10	0,225	1	34,5	137,9	32,1	27,1	19,2
1000	500	10	0,225	1	38,4	172,8	35,8	33,7	24,0
1000	600	10	0,225	1	42,2	207,5	39,5	40,2	28,8
500	200	50	0,225	1	118,5	63,1	110,1	97,7	88,3
500	250	50	0,225	1	136,5	81,9	127,0	121,7	110,4
500	300	50	0,225	1	153,7	100,8	143,6	145,3	132,5
500	400	50	0,225	1	187,5	138,8	177,0	191,4	176,7
500	500	50	0,225	1	221,9	176,6	213,4	235,5	220,9
500	600	50	0,225	1	258,1	214,1	255,9	277,1	265,0
1000	200	50	0,225	1	98,8	57,9	91,5	57,8	46,2
1000	250	50	0,225	1	110,9	75,0	102,8	72,2	57,8
1000	300	50	0,225	1	122,0	92,2	113,2	86,5	69,3
1000	400	50	0,225	1	142,4	126,7	132,3	114,9	92,4
1000	500	50	0,225	1	161,4	161,4	150,4	143,0	115,5
1000	600	50	0,225	1	179,8	196,0	168,2	170,6	138,6

Окончание таблицы 2

250	200	30	0,0225	1	11,0	7,6	10,4	11,3	10,4	11,3	10,4
250	250	30	0,0225	1	13,1	9,7	12,6	13,9	12,6	13,9	13,0
250	300	30	0,0225	1	15,2	11,8	15,1	16,3	15,1	16,3	15,7
250	400	30	0,0225	1	20,1	15,9	22,7	20,7	22,7	20,7	20,9
250	500	30	0,0225	1	26,2	19,9	—	24,4	—	24,4	26,1
250	600	30	0,0225	1	34,3	23,7	—	27,3	—	27,3	31,3
500	200	30	0,0225	1	8,4	6,9	7,8	6,8	7,8	6,8	5,5
500	250	30	0,0225	1	9,6	8,8	8,9	8,5	8,9	8,5	6,9
500	300	30	0,0225	1	10,7	10,7	10,0	10,1	10,0	10,1	8,3
500	400	30	0,0225	1	12,8	14,6	12,2	13,3	12,2	13,3	11,0
500	500	30	0,0225	1	15,1	18,4	14,6	16,3	14,6	16,3	13,8
500	600	30	0,0225	1	17,5	22,1	17,5	19,1	17,5	19,1	16,5
1000	200	30	0,0225	1	6,8	6,3	6,3	3,8	6,3	3,8	2,8
1000	250	30	0,0225	1	7,5	8,0	7,0	4,7	7,0	4,7	3,5
1000	300	30	0,0225	1	8,2	9,8	7,6	5,7	7,6	5,7	4,2
1000	400	30	0,0225	1	9,4	13,2	8,8	7,5	8,8	7,5	5,7
1000	500	30	0,0225	1	10,6	16,7	9,9	9,3	9,9	9,3	7,1
1000	600	30	0,0225	1	11,7	20,2	11,0	11,1	11,0	11,1	8,5
250	200	30	0,5	1	245,5	169,2	231,8	250,2	231,8	250,2	231,9
250	250	30	0,5	1	290,8	216,2	279,6	307,9	279,6	307,9	289,9
250	300	30	0,5	1	338,5	262,8	335,2	362,5	335,2	362,5	347,9
250	400	30	0,5	1	446,4	354,2	505,2	460,6	505,2	460,6	463,8
250	500	30	0,5	1	581,6	442,6	—	541,9	—	541,9	579,8
250	600	30	0,5	1	762,9	527,6	—	606,5	—	606,5	695,8
500	200	30	0,5	1	187,3	153,2	174,1	151,4	174,1	151,4	122,2
500	250	30	0,5	1	212,6	195,8	198,1	188,4	198,1	188,4	152,8
500	300	30	0,5	1	237,0	238,5	221,6	224,8	221,6	224,8	183,3
500	400	30	0,5	1	285,2	323,5	270,1	295,5	270,1	295,5	244,4
500	500	30	0,5	1	335,0	408,0	323,9	362,6	323,9	362,6	305,6
500	600	30	0,5	1	388,1	491,5	388,4	425,5	388,4	425,5	366,7
1000	200	30	0,5	1	151,4	139,6	140,3	84,0	140,3	84,0	62,8
1000	250	30	0,5	1	167,5	178,2	155,3	104,9	155,3	104,9	78,5
1000	300	30	0,5	1	182,3	216,8	169,1	125,6	169,1	125,6	94,2
1000	400	30	0,5	1	209,6	294,2	194,8	166,9	194,8	166,9	125,6
1000	500	30	0,5	1	235,3	371,6	219,3	207,5	219,3	207,5	157,0
1000	600	30	0,5	1	260,3	448,8	243,7	247,5	243,7	247,5	188,4

формул и принятых форм зоны дренирования ограничение на длину горизонтального ствола не вводится. Однако во всех методах, за исключением формулы (6), при полном вскрытии принятой зоны дренирования горизонтальным стволом величина забойного и контурного давлений совпадают, что делает полученные расчётные формулы для определения дебита нефти неустойчивыми. Это означает, что большинство из предложенных формул становится неприемлемыми в областях длин горизонтального ствола, близких к параметрам контура питания.

Толщина пласта

Влияние толщины пласта на производительность горизонтальной скважины значительно и при заданной её длине пласт с большей толщиной обеспечивает дебит нефти намного выше, чем для пласта с меньшей толщиной. На рисунке 2 показан характер изменения производительности горизонтальной скважины от её длины при различных толщинах пласта.

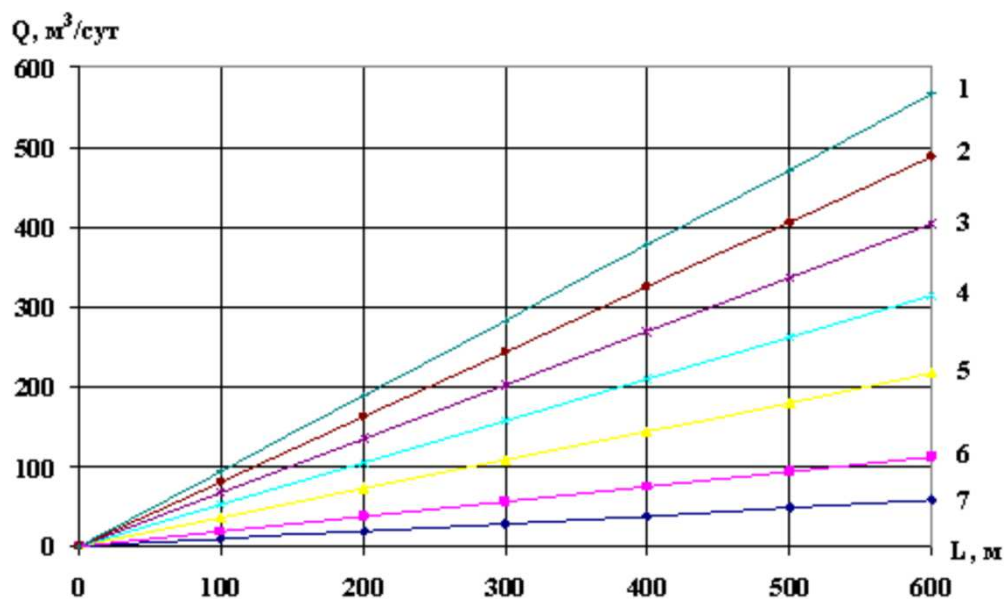


Рисунок 2 – Зависимость дебита горизонтальной нефтяной скважины от длины ствола при различных толщинах пласта:

1 – при $h = 60$ м; 2 – при $h = 50$ м; 3 – при $h = 40$ м; 4 – при $h = 30$ м;
5 – при $h = 20$ м; 6 – при $h = 10$ м; 7 – при $h = 5$ м

Из рисунка 2 видно, что при небольшой толщине пласта прирост дебита при увеличении длины горизонтальной нефтяной скважины незначителен. Увеличение толщины пласта от $h = 5$ м до $h = 60$ м приводит к росту дебита нефти от $Q_H \approx 60$ м³/сут. до $Q_H \approx 560$ м³/сут. при $L_{гор} = 600$ м. Характер изменения дебита скважины от толщины пласта показан при $L_{гор} = 200$; 400 и 600 м на рисунке 3.

При небольших толщинах пласта отношение $\frac{L}{h}$ выше, чем при значительных толщинах. Так, например, при $L_{гор} = 600$ м и $h = 5$ м, это отношение составляет $\frac{L}{h} = 150$, что в 15 раз больше, чем при $h = 60$ м, когда $\frac{L}{h} = 10$. Расчёты по определению влияния толщины пласта на производительность горизонтальных нефтяных скважин представлены в таблице 3.

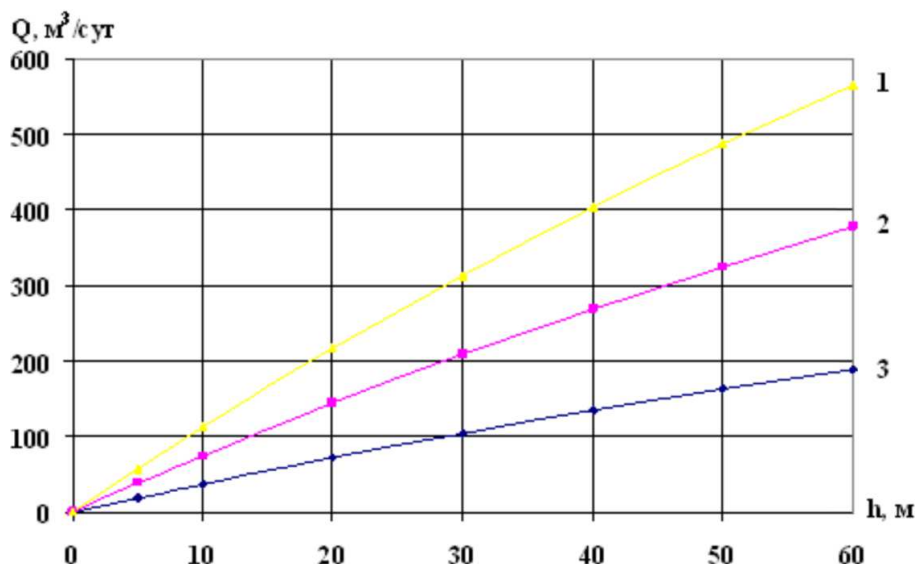


Рисунок 3 – Зависимость дебита горизонтальной нефтяной скважины от толщины пласта при различных $L_{гор}$:

1 – при $L_{гор} = 600$ м; 2 – при $L_{гор} = 400$ м; 3 – при $L_{гор} = 200$ м

Таблица 3 – Результаты расчётов дебита нефти горизонтальной скважины по методу Алиева-Шеремета

Толщина пласта h, м	Дебит горизонтальной скважины Q, м³/сут.					
	при $L_{гор} = 100$ м	при $L_{гор} = 200$ м	при $L_{гор} = 300$ м	при $L_{гор} = 400$ м	при $L_{гор} = 500$ м	при $L_{гор} = 600$ м
5	9,54	19,07	28,61	38,14	47,68	57,21
10	18,72	37,43	56,15	74,87	93,58	112,30
20	36,07	72,14	108,20	144,27	180,34	216,41
30	52,18	104,37	156,55	208,73	260,91	313,10
40	67,19	134,37	201,56	268,74	335,93	403,11
50	81,19	162,37	243,56	324,75	405,93	487,12
60	94,28	188,56	282,84	377,13	471,41	565,69

Анизотропии пласта

На производительность горизонтальных скважин параметр анизотропии $v = \sqrt{\frac{k_{верт}}{k_{гор}}}$ влияет более существенно, чем на дебит вертикальных скважин. Для изотропного пласта с учётом анизотропии формула (6) будет иметь вид:

$$Q_H = \frac{2 \cdot k \cdot L \cdot \Delta P}{\mu_H \cdot B_H} \cdot \frac{1}{\frac{1}{v \cdot h_1} \cdot \left[\beta \cdot h_1 + R_c \cdot \ln \frac{R_c}{R_c + v \cdot h_1} \right] + \frac{(R_k - 2 \cdot v \cdot h_1)}{4 \cdot (R_c + v \cdot h_1)}}, \quad (7)$$

где $h_1 = \frac{h}{2} - R_c$; $v = \sqrt{\frac{k_{верт}}{k_{гор}}}$.

В таблице 4 и на рисунке 4 приведены результаты расчётов дебита нефти по формуле (7) при различных длинах горизонтального ствола и величинах параметрах анизотропии. Кривая 1 на рисунке 4. показывает зависимости Q_H от L изотропного пласта, когда $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 1$, уменьшение величины параметра анизотропии значительно снижает дебит нефти из-за низкой проницаемости пласта в вертикальном направлении.

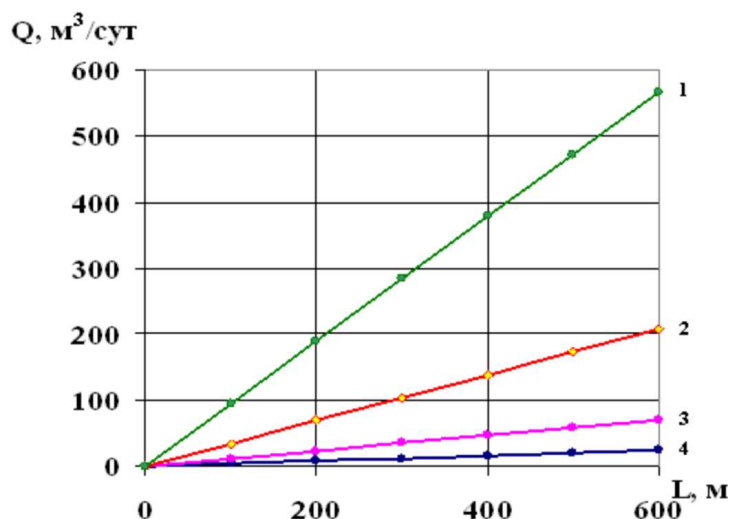


Рисунок 4 – Зависимость дебита нефти горизонтальной скважины от длины ствола при различных параметрах анизотропии:
1 – при $v = 1$; 2 – при $v = 0,3162$; 3 – при $v = 0,1$; 4 – при $v = 0,03162$

Таблица 4 – Результаты расчётов дебита нефти при различных параметрах анизотропии

Параметр анизотропии $v = \sqrt{\frac{k_{верт}}{k_{гор}}}$	Дебит горизонтальной скважины Q , м ³ /сут.					
	при $L_{гор} = 100$ м	при $L_{гор} = 200$ м	при $L_{гор} = 300$ м	при $L_{гор} = 400$ м	при $L_{гор} = 500$ м	при $L_{гор} = 600$ м
0,03162	3,95	7,90	11,85	15,80	19,75	23,70
0,1	11,68	23,36	35,05	46,73	58,41	70,09
0,3162	34,60	69,20	103,81	138,41	173,01	207,61
1	94,47	188,95	283,42	377,90	472,37	566,84

В таблице 5 приведены результаты расчётов дебита нефти горизонтальной скважины при различных соотношениях $\frac{k_{верт}}{k_{гор}}$ и толщине пласта.

Таблица 5 – Результаты расчётов дебита нефти при различных соотношениях $\frac{k_{верт}}{k_{гор}}$

Параметр $\frac{k_{верт}}{k_{гор}}$	Дебит горизонтальной скважины Q , м ³ /сут.					
	при $h = 5$ м	при $h = 10$ м	при $h = 20$ м	при $h = 30$ м	при $h = 40$ м	при $h = 50$ м
0,01	2,05	3,21	3,79	4,37	5,53	6,68
0,05	6,68	12,44	15,30	18,16	23,83	29,46
0,1	12,44	23,83	29,46	35,05	46,09	56,97
0,5	56,97	108,97	133,55	157,26	202,22	244,18
1	108,97	202,22	244,18	283,42	354,76	417,91

На рисунке 5 показана зависимость дебита нефти от $\frac{k_{верт}}{k_{гор}}$ при $L_{гор} = 300$ м. С увеличением отношения $\frac{k_{верт}}{k_{гор}}$ дебит горизонтальной скважины растёт. Так, например, при увеличении отношения с $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 0,1$ до 0,5, дебит нефти согласно (7) повышается с 56,9 м³/сут до 244,2 м³/сут. Максимальное значение $Q_H = 417,9$ м³/сут. достигается при величине $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 1$.

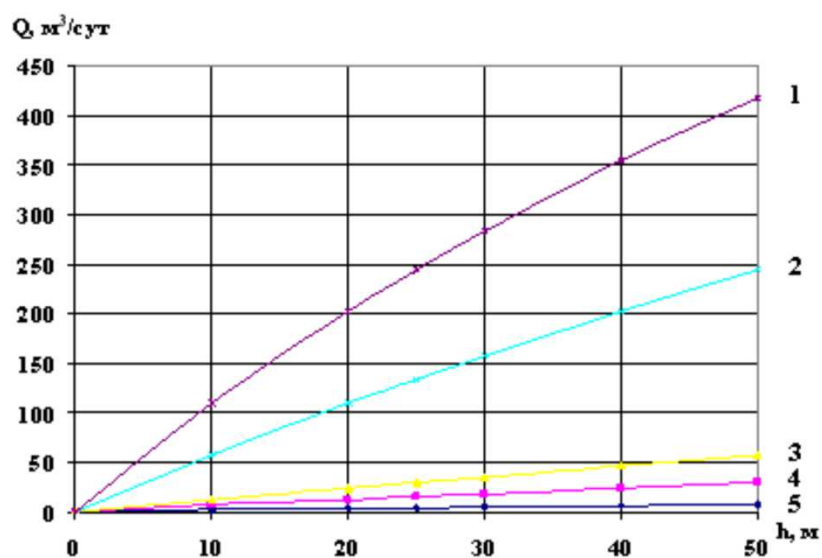


Рисунок 5 – Зависимость дебита горизонтальной скважины от толщины пласта при различных параметрах анизотропии:

1 – при $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 1$; 2 – при $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 0,5$; 3 – при $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 0,1$;
 4 – при $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 0,05$; 5 – при $\frac{k_{верт}}{k_{гор}} = 0,01$

Влияние проницаемости пласта и депрессии на производительность горизонтальной скважины

Дебит горизонтальной скважины прямо пропорционален депрессии на пласт ΔP и абсолютной проницаемости k . Увеличение или уменьшение этих параметров приводят к росту или снижению дебита нефти горизонтальной скважины. Результаты расчёта дебита нефти горизонтальной скважины при различных параметрах проницаемости и депрессии на пласт приведены в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 – Результаты расчётов дебита нефти при различных проницаемостях пласта

Проницаемость пласта k , мД	Дебит горизонтальной скважины Q , м ³ /сут.					
	при $L_{гор} = 100$ м	при $L_{гор} = 200$ м	при $L_{гор} = 300$ м	при $L_{гор} = 400$ м	при $L_{гор} = 500$ м	при $L_{гор} = 600$ м
0,01	2,32	4,64	6,96	9,28	11,60	13,92
0,05	11,60	23,19	34,79	46,38	57,98	69,58
0,1	23,19	46,38	69,58	92,77	115,96	139,15
0,5	115,96	231,92	347,89	463,85	579,81	695,77
1	231,92	463,85	695,77	927,70	1159,62	1391,54

Таблица 7 – Результаты расчётов дебита нефти при различных депрессиях на пласт

Депрессия на пласт ΔP , МПа	Дебит горизонтальной скважины Q , м ³ /сут.					
	при $L_{гор} = 100$ м	при $L_{гор} = 200$ м	при $L_{гор} = 300$ м	при $L_{гор} = 400$ м	при $L_{гор} = 500$ м	при $L_{гор} = 600$ м
0,1	2,32	4,64	6,96	9,28	11,60	13,92
0,3	11,60	23,19	34,79	46,38	57,98	69,58
0,5	23,19	46,38	69,58	92,77	115,96	139,15
0,7	115,96	231,92	347,89	463,85	579,81	695,77
1,0	231,92	463,85	695,77	927,70	1159,62	1391,54

В случае снижения абсолютной проницаемости с $k = 0,5$ Дарси до $k = 0,1$ Дарси при $L_{гор} = 300$ м дебит нефти оказался $Q_H = 69,6$ м³/сут. вместо $Q_H = 347,9$ м³/сут. (см. рис. 5), а когда уменьшаем величину депрессии на пласт в 2 раза для одинаковой длины горизонтального участка ствола, то это приводит к снижению дебита нефти в 2 раза (рис. 6).

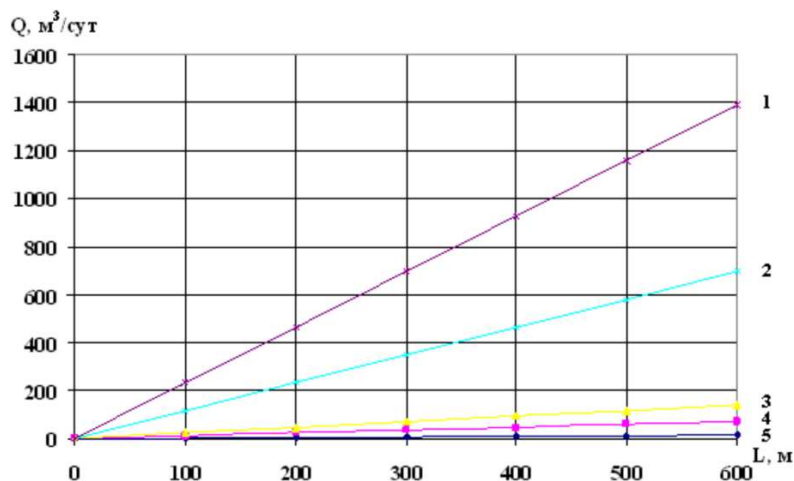


Рисунок 6 – Зависимость дебита горизонтальной скважины от длины ствола при различных проницаемостях пласта:
 1 – при $k = 1$; 2 – при $k = 0,5$; 3 – при $k = 0,1$;
 4 – при $k = 0,05$; 5 – при $k = 0,01$

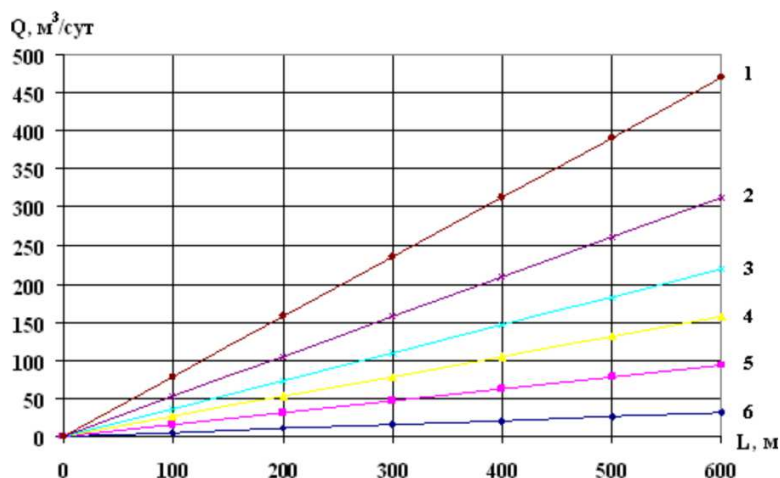


Рисунок 7 – Зависимость дебита горизонтальной скважины от длины ствола при различных депрессиях на пласт:
 1 – при $\Delta P = 1,5$ МПа; 2 – при $\Delta P = 1$ МПа; 3 – при $\Delta P = 0,7$ МПа;
 4 – при $\Delta P = 0,5$ МПа; 5 – при $\Delta P = 0,3$ МПа; 6 – при $\Delta P = 0,1$ МПа

Площадь дренирования

Известно, что область дренирования для горизонтальных скважин больше, чем для вертикальных из-за их конструктивных особенностей. Это подтверждает, что при использовании горизонтальных скважин их сетка должна быть более редкой, чем в случае применения вертикальных.

На рисунке 8 показано влияние радиуса контура питания R_K на дебит горизонтальной нефтяной скважины при различных длинах ствола и депрессии на пласт $\Delta P = 0,1$ МПа.

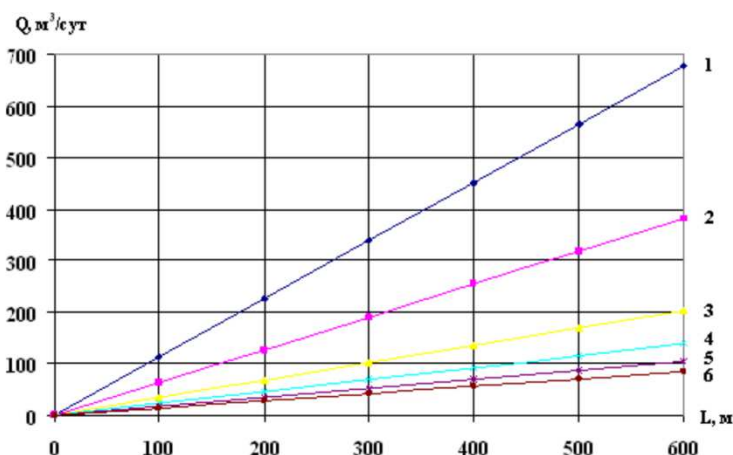


Рисунок 8 – Зависимость дебита горизонтальной скважины от длины ствола при различных площадях дренирования:
 1 – при $R_K = 1000$ м; 2 – при $R_K = 800$ м; 3 – при $R_K = 600$ м;
 4 – при $R_K = 400$ м; 5 – при $R_K = 200$ м; 6 – при $R_K = 100$ м

Из рисунка 8 видно, что дебит нефти обратно пропорционален радиусу контура питания R_K . Естественно, в случае увеличения R_K при аналогичных депрессиях на пласт и длинах горизонтального ствола, это приводит к снижению дебита нефти.

Определение дебита горизонтальной скважины, ассиметрично расположенной по толщине полосообразного пласта

Имеющиеся теоретические основы и методика определения производительности горизонтальных скважин тесно связаны с принятыми схематизациями притока нефти к горизонтальной скважине.

Принципиальное отличие притока нефти к забою горизонтальной скважины от притока к забою вертикальной скважины заключается в том, что, как правило, горизонтальная скважина всегда имеет значительный (до нескольких тысяч метров) интервал притока. Большая длина фильтра, где происходит приток нефти к стволу, обуславливает необходимость создания соответствующей депрессии на пласт, допустимая величина которой должна быть в точке перехода ствола от горизонтального положения к вертикальному в случае отсутствия фонтанных труб в горизонтальной части ствола. Если её величина ограничена каким-либо фактором, наличием подошвенной воды или неустойчивостью коллекторов, то при значительной длине горизонтальной части ствола из-за потерь давления на трение, возникающих при движении нефти по стволу, депрессия на конечном участке ствола может быть ничтожно малой. В ряде случаев возможен вариант, когда в конце ствола $P_{заб}$ будет близко к $P_{пл}$. В таких случаях длина горизонтальной части ствола должна быть ограничена депрессией на пласт в точке перехода ствола от горизонтального положения к вертикальному и потерями давления в горизонтальной части ствола.

Принимая во внимание различные факторы, влияющие на производительность горизонтальной скважины в зависимости от конкретных свойств пласта, его толщины, наличия вблизи подошвенной воды, устойчивости коллектора, длины ствола скважины, законы фильтрации нефти к горизонтальной скважине приобретают более существен-

ное значение, чем при фильтрации к вертикальной скважине, вскрывшей пласт с ограниченной толщиной.

Поиски приближённых аналитических методов определения производительности горизонтальных скважин, вскрывших нефтегазоносные пласты, направлены на выбор такой модели рассматриваемой задачи, которая, не искажая физической сущности процесса фильтрации, позволит получить простые формулы для определения дебита таких скважин.

Однако одним из наиболее распространённых способов схематизации задач фильтрации является замена истинной области фильтрации пласта областью, обеспечивающей эквивалентное сопротивление, предложенная З.С. Алиевым.

Упрощающая схематизация задач фильтрации нефти к горизонтальной скважине, вскрывшей полосообразный пласт, может быть представлена следующими способами. Для симметричного расположения в пределах радиуса $R = \frac{h}{2}$ приток нефти по длине горизонтального ствола может быть представлен как плоскорадиальный, а за пределами этого круга приток может рассматриваться как плоскопараллельная фильтрация к укрупнённой скважине.

Большой практический интерес представляет изучение влияния расположения горизонтального ствола по толщине пласта на дебит скважины.

Рассмотрим полосообразный пласт, полностью вскрытый горизонтальной скважиной, к которой происходит приток нефти, расположенной асимметрично по толщине пласта. Необходимо определить дебит скважины в зависимости от расположения горизонтального ствола по толщине пласта. В точной постановке решение такой задачи возможно численным методом, поэтому для получения простых аналитических формул необходимо использовать некоторые упрощающие предположения.

Схема для решения поставленной задачи показана на рисунке 9.

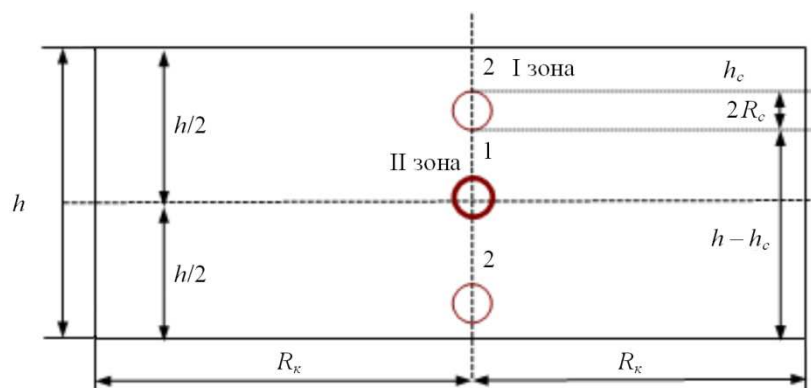


Рисунок 9 – Схема расположения ствола горизонтальной скважины по толщине пласта: 1 – симметричное; 2 – асимметричное

По формулам Joshi и Алиева-Шеремета был определён дебит горизонтальной нефтяной скважины, равноудалённой от кровли и подошвы пласта. Большой практический интерес для изучения представляет влияние расположения горизонтального ствола относительно кровли и подошвы пласта на производительность скважины. Были предложены формулы для определения дебита горизонтальной скважины, расположенной на асимметричном расстоянии от кровли или подошвы пласта по формулам:

$$Q_e = \frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot h \cdot \Delta p}{\eta \cdot B_H \cdot \left(\ln \left(A + \frac{\sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2}}{\frac{L}{2}} \right) + \frac{\beta \cdot h}{L} \cdot \ln \frac{\left(\frac{\beta \cdot h}{2}\right)^2 - \beta^2 \cdot \delta^2}{2 \cdot R_c} \right)}, \quad (8)$$

где δ – вертикальное расстояние между центром скважины и серединой толщины пласта.

Формула (8) требует выполнения следующих условий:

$$L > \beta \cdot h, \delta < \frac{h}{2}, L < 1,8 \cdot R_k; \quad (9)$$

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot L \cdot \Delta P}{\mu_n \cdot b_n} \cdot \sum_{i=1}^2 \frac{1}{\frac{2}{h_i} \cdot \left[h_i + R_c \cdot \ln \frac{R_c}{h_i + R_c} \right] + \frac{R_k - 2 \cdot h_i}{2 \cdot (h_i + R_c)}}$$

где h_i – толщина пласта i -ой зоны за вычетом радиуса скважины.

Для каждой из зон использован метод определения дебита горизонтальной скважины, принятый для симметрично расположенного ствола.

По полученным формулам были проведены расчёты по определению дебита горизонтальной скважины, расположенной на разных расстояниях от кровли и подошвы пласта.

Результаты расчётов показаны на рисунке 10, из которого видно, что величина дебита горизонтальной скважины, вскрывшей полосообразную залежь, изменяется от перемещения ствола скважины от середины продуктивного пласта к его кровле или подошве. Наилучшим расположением ствола является его нахождение по середине продуктивного пласта. Перемещение ствола к кровле или подошве в одинаковой степени влияет на дебит горизонтальной скважины. Максимальное отклонение дебита скважины от дебита при её оптимальном расположении (когда ствол расположен посередине пласта) составляет 9,5 %, а также при перемещении ствола к кровле или подошве максимальное отклонение дебита возрастает при увеличении мощности пласта.

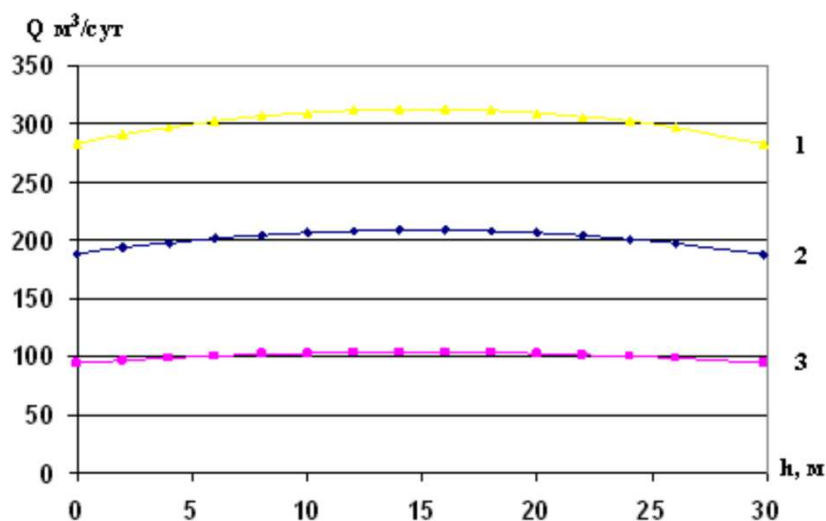


Рисунок 10 – Зависимость дебита горизонтальной нефтяной скважины от расположения ствола по толщине пласта:

1 – при $L_{гор} = 200$ м; 2 – при $L_{гор} = 400$ м; 3 – при $L_{гор} = 600$ м

Определение критического безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины, вскрывшей залежь с подошвенной водой с использованием различных методов

Обеспечение устойчивой без осложнений работы скважины в условиях образования конусов воды и газа – одна из основных и сложных проблем при разработке нефтяных месторождений. Обводнение или загазовывание нефтеносного интервала существенно снижает фазовую проницаемость нефти и приводит к значительному снижению дебита нефти.

Поэтому большое практическое значение имеют технологии, минимизирующие процесс конусообразования. Образование конуса воды происходит тогда, когда верти-

кальная составляющая вязкой силы превышает силу тяжести. Для аналитического решения задачи конусообразования в условиях равновесия должны быть удовлетворены: статическое условие, приравнивающее вязкий потенциал потока к потенциалу тяжести, и динамическое условие, для равновесия требующее превышение силы плавучести над вязкими силами.

К настоящему времени предложено несколько аналитических методов для определения предельного безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины, вскрывшей залежь с подошвенной водой.

Наиболее известным среди предложенных методов определения предельного безводного дебита являются методы Алиева З.С, Giger F.M и Joshi S.D.

Предложенные выше методы получены для постоянного забойного давления по длине горизонтального ствола, что допустимо при весьма незначительных потерях давления по стволу. Далее проведён анализ пригодности различных методов для определения предельного безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины без учёта потерь давления по длине горизонтальной части ствола.

Результаты расчётов представлены в графической форме в виде зависимостей предельного безводного дебита от расположения горизонтального ствола по толщине пласта для различных величин $L_{гор}$ с использованием приближённых выше методов при следующих исходных данных: $R_k = 250$ м; $R_c = 0,076$ м; $h = 29,2$ м; $k = 0,225$ Дарси; $b_H = 1,08$; $\mu_H = 1,72$ мПа·с; $L_{гор} = 200$; 400 и 600 м; $h_2 = 10$; 20 и 30 м.

Метод Алиева З.С.

Для определения предельного безводного дебита горизонтальной скважины рассмотрим задачу притока нефти к горизонтальной скважине, полностью вскрывшей полосообразный пласт с подошвенной водой, в условиях стационарного конуса воды. Схема задачи показана на рисунке 11.

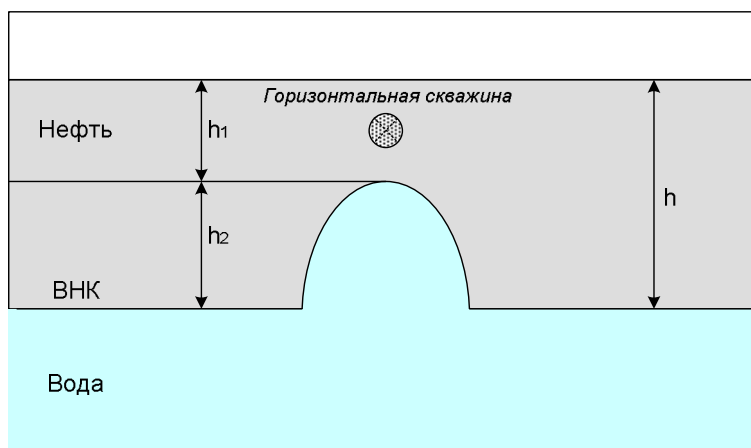


Рисунок 11 – Схема нефтяного пласта с подошвенной водой

Предполагается, что граница раздела «нефть – вода» вблизи горизонтального ствола имеет форму параболы. Тогда предельный безводный дебит горизонтальной скважины может быть определён по формуле:

$$Q = \frac{2 \cdot k \cdot L \cdot \Delta P}{\mu_H \cdot b_H} \cdot \sum_{i=1}^2 \frac{1}{\frac{2}{h_i} \cdot \left[h_i + R_c \cdot \ln \frac{R_c}{h_i + R_c} \right] + \frac{R_k - 2 \cdot h_1}{2 \cdot (h_i + R_c)}}, \quad (10)$$

где k – проницаемость пласта; L – длина горизонтального ствола; μ_H – вязкость нефти; Q – дебит нефти; h_1 – расстояние от горизонтального ствола до кровли; h_2 – расстояние от горизонтального ствола до ВНК.

С целью предотвращения обводнения скважины величина ΔP должна быть ограничена, которая принимается в соответствии с законом Паскаля в виде:

$$\Delta P = (\rho_в - \rho_н) \cdot g \cdot h_2,$$

где $\rho_в$ и $\rho_н$ – соответственно плотность воды и нефти; g – ускорение свободного падения.

Метод Joshi S.D.

В работе приведена методика определения дебита горизонтальной скважины, вскрывшей нефтяной пласт с подошвенной водой, схема такой горизонтальной скважины показана на рисунке 12. Этот метод основан на использовании формулы для определения предельного безводного дебита вертикальной скважины путём замены R_c на $R_{сз}$.

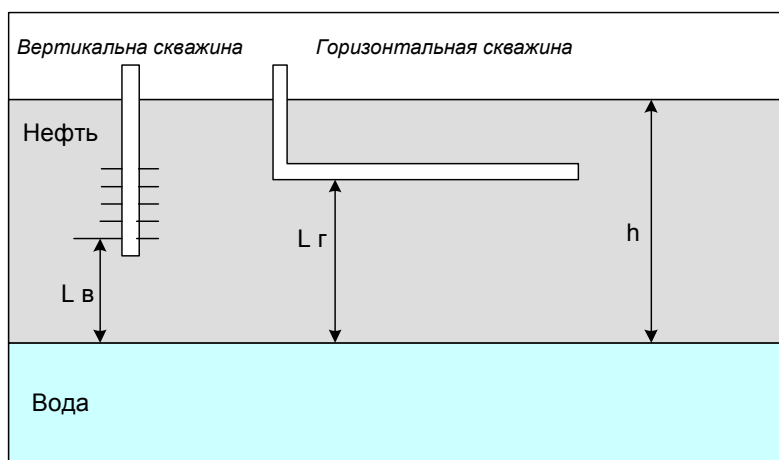


Рисунок 12 – Схема нефтяного пласта с подошвенной водой

Определение предельного безводного дебита горизонтальной скважины имеет вид:

$$Q_{пб} = \frac{1,535 \cdot (\rho_в - \rho_н) \cdot k_H \cdot [h^2 - (h - \ell_2)^2]}{\ln\left(\frac{R_K}{R_{сз}}\right)}, \quad (11)$$

где h – толщина пласта; ℓ_2 – расстояние между ВНК и горизонтальным стволом; $Q_{пб}$ – предельный безводный дебит горизонтальной скважины; $R_{сз}$ – эффективный радиус ствола, который определяется по формуле:

$$R_{сзэфк} = \frac{R_{кз} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)}{A \cdot \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{L}{2 \cdot A}\right)^2}\right] \cdot \left[\frac{h}{2 \cdot R_c}\right]^{\frac{h}{L}}}, \quad (12)$$

где A имеет вид:

$$A = \frac{L}{2} \cdot \left[\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{2 \cdot R_K}{L}\right)^4} \right]^{0,5}. \quad (13)$$

Метод Giger F.M.

Giger F.M. предложил схему задачи нефтеносного пласта с подошвенной водой, вскрытого горизонтальной скважиной. Автор допускает, что граница раздела «нефть – вода» вблизи горизонтального ствола имеет форму эллипса, а боковые стороны непроницаемы. Предельный безводный дебит горизонтальной скважины по этой методике определяется следующей формулой:

$$Q_{МКРВ} = \frac{3}{2} \cdot \frac{k \cdot \Delta\rho \cdot g \cdot R_K}{\mu_H} \cdot \left[\left(1 + \frac{16}{3} \cdot \frac{(YG')^2}{R_K^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 1 \right], \quad (14)$$

где YG' – вертикальное расстояние скважины от ВНК.

На рисунках 13, 14 и 15 показаны результаты расчётов предельного безводного дебита методами Алиева З.С., Joshi S.D. и Giger F.M. соответственно при различных расположениях горизонтальной части ствола $L_{гор} = 200, 400$ и 600 м.

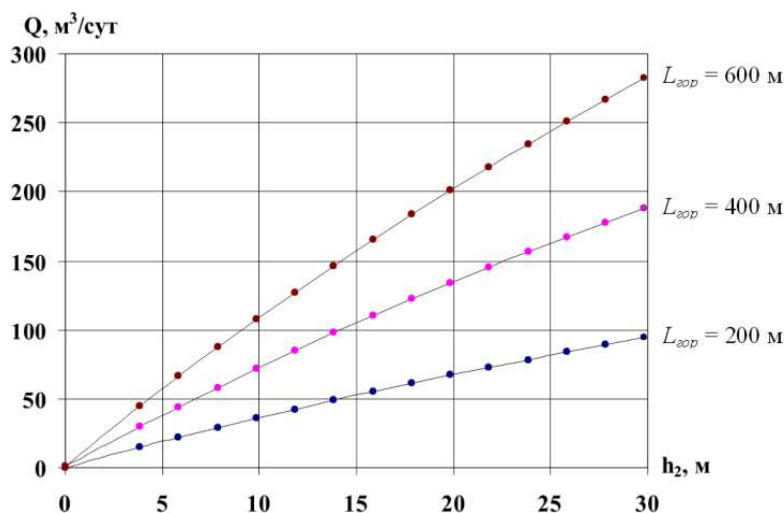


Рисунок 13 – Зависимость предельного безводного дебита нефтяной скважины от расстояния h_2 при различных длинах горизонтального ствола (Алиев З.С.)

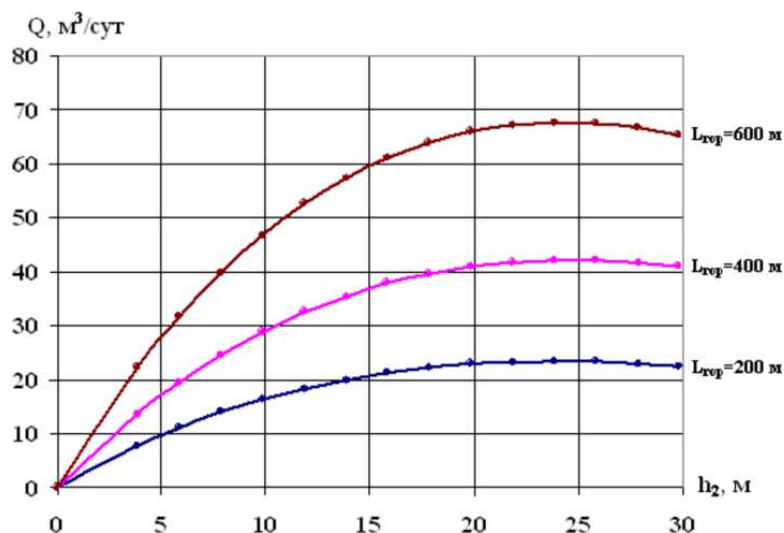


Рисунок 14 – Зависимость предельного безводного дебита нефтяной скважины от расстояния h_2 при различных длинах горизонтального ствола (Joshi S.D.)

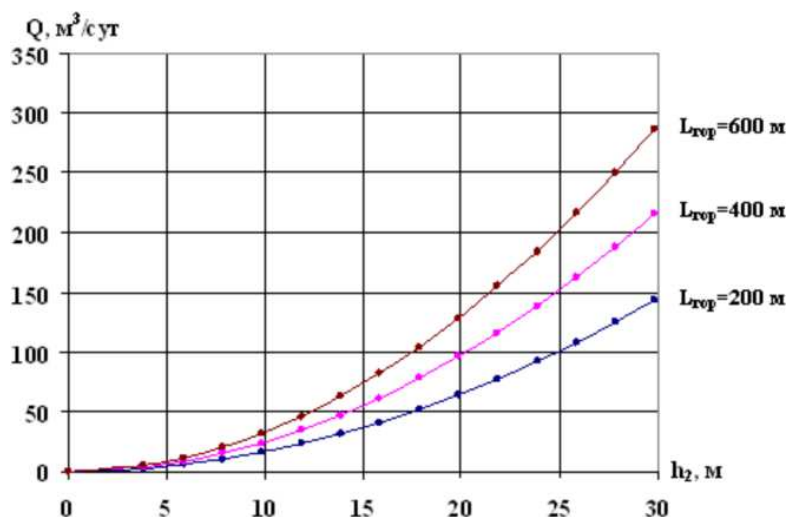


Рисунок 15 – Зависимость предельного безводного дебита нефтяной скважины от расстояния h_2 при различных длинах горизонтального ствола (Giger F.M.)

Из рисунков 13–15 следует, что все методы указывают на увеличение предельного безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины с ростом расстояния h_2 и длины участка горизонтального ствола. Максимальный безводный дебит достигается при нахождении ствола непосредственно у кровли пласта. Увеличение степени вскрытия ствола (длины горизонтального ствола) позволяет свести к минимуму возможность обводнения скважины подошвенной водой. Так например, при $h_2 = 30$ м, $L_{гор} = 600$ м, предельный безводный дебит нефтяной скважины, определённый по методу Giger F.M., оказался $Q_{пб} = 287$ м³/сут., а при $h_2 = 20$ м дебит скважины снижается до $Q_{пб} = 128$ м³/сут. Увеличение длины ствола на 200 и 400 м приводит к росту $Q_{пб}$ до 25 % и 50 % по сравнению с дебитом при длине ствола $L_{гор} = 200$ м (см. рис. 15).

Сравнение величин предельного безводного дебита, вычисленных по перечисленным выше методам при $L_{гор} = 300$ м, показано на рисунке 16.

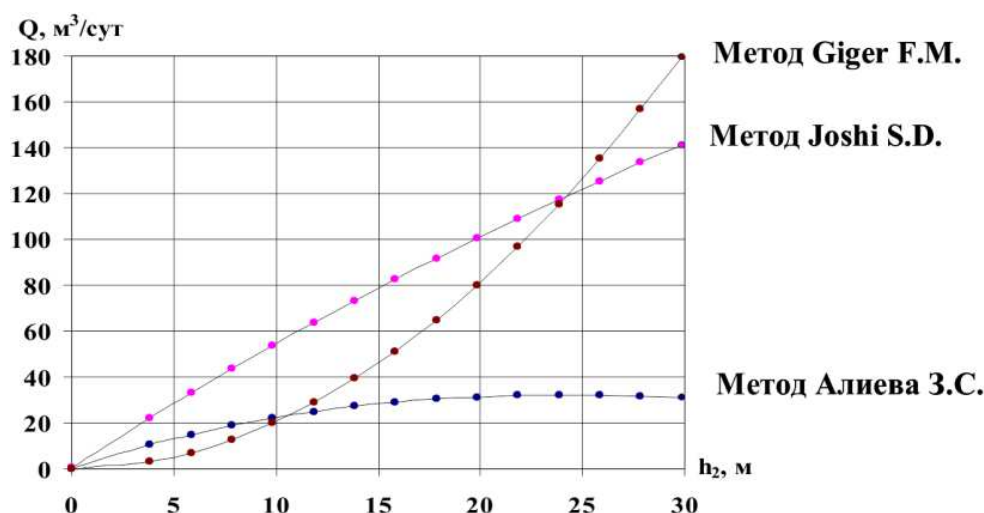


Рисунок 16 – Зависимость предельного безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины от расстояния h_2 при $L_{гор} = 300$ м с применением различных методов

Из этого рисунка следует, что существует разница в величинах предельного дебита, рассчитанного различными методами, которые связаны с различными граничными условиями и геометрическими формами зоны дренирования.

Следует отметить, что в настоящее время Алиевым З.С. и др. разработаны точные численные методы для определения безводного дебита горизонтальной нефтяной скважины с учётом изменения забойного давления по длине горизонтального ствола, неоднородности и нестационарности процесса конусообразования с использованием геолого-математических моделей фрагментов месторождений с различными емкостными и фильтрационными свойствами.

Литература:

1. Алиев З.С., Бондаренко В.В., Сомов Б.Е. Методы определения производительности горизонтальных нефтяных скважин и параметров вскрытых ими пластов. – М. : Нефть и газ, 2001. – 167 с.
2. ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть» Уточнённая технологическая схема разработки Кравцовского (Д-6) нефтяного месторождения на шельфе Балтийского моря 2004 г.
3. Алиев З.С., Сомов Б.Е., Чекушин В.Ф. Обоснование конструкции горизонтальных и многоствольно-горизонтальных скважин для освоения нефтяных месторождений. – М. : Изд. Техника, 2001. – 191 с.
4. Хусейн Д.А. Разработка технологий по освоению нефтегазовых месторождений Эль-нор и Эль-форат на севере Ирака с применением горизонтальных скважин. – 2005.
5. Алиев З.С., Шеремет В.В. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты. – М. : Недра, 1995. – 204 с.
6. Голов Л.В. Сравнение эффективности эксплуатации горизонтальной и вертикальной скважин // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 1995. – № 7.
7. Григулецкий В.Г. Основные допущения и точности формул для расчёта дебита горизонтальных скважин // Нефтяное хозяйство. – 1992. – № 12. – С. 5–6.
8. Буслаев В.Ф. Технико-технологические решения по строительству горизонтальной и разветвлённых скважин // Нефтяное хозяйство. – 1992. – № 10. – С. 8–10.
9. Определение влияния геологических и технологических факторов на производительность горизонтальных скважин на примере морского нефтяного месторождения Кравцовское Д-6. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625a2ac68a5c53b88521206d36_0.html

References:

1. Aliyev Z.S., Bondarenko V.V., Somov B.E. Methods determination of productivity of horizontal oil wells and parameters of the layers opened with them. – M. : Oil and gas, 2001. – 167 p.
2. JSC LUKOIL-VolgogradNIPImorneft the Specified technological scheme of development of Kravtsovsky (D-6) of an oil field on the shelf of the Baltic Sea, 2004.
3. Aliyev Z.S., Somov B.E., Chekushin V.F. Justification of a design of horizontal and mnogostvolno-horizontal wells for development of oil fields. – M. : Prod. Equipment, 2001. – 191 p.
4. Hussein D.A. Development of technologies on development of oil and gas fields Ale holes and El-forat in the north of Iraq with application of horizontal wells. – 2005.
5. Aliyev Z.S., Sheremet V.V. Determination of productivity of the horizontal wells which opened gas and gas-oil layers. – M. : Subsoil, 1995. – 204 p.
6. Golov L.V. Comparison of efficiency of operation of horizontal and vertical wells // Geology, geophysics and development of oil fields. – 1995. – № 7.
7. Griguletsky V.G. The main assumptions and the accuracy of formulas for calculation of an output of horizontal wells // Oil economy. – 1992. – № 12. – P. 5–6.
8. Buslayev V.F. Technical and technological decisions on construction horizontal and branched wells // Oil economy. – 1992. – № 10. – P. 8–10.
9. Definition of influence of geological and technology factors on productivity of horizontal wells on the example of a sea oil field Kravtsovsky D-6. – URL : http://knowledge.allbest.ru/geology/2c0b65625a2ac68a5c53b88521206d36_0.html

УДК 669.14-15, 621.78

УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОВ ПЕРИОДИЧЕСКИМ ВОЛНОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

HARDENING OF METALS BY PERIODIC WAVE INFLUENCE

Ильина Екатерина Евгеньевна

аспирант кафедры «Технология металлов и
металловедения».

Университет ИТМО

Тел.: +7(981) 132-93-98

il-190.89@mail.ru

Irina Ekaterina Evgenevna

postgraduate student, the department
«Technology of Metals and Metal».

ITMO University

Ph.: +7(981) 132-93-98

il-190.89@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье выполнен обзор нового метода упрочняющей обработки – аэро-термоакустическая обработка. Проведено исследование характеристик акустического поля от полного давления и геометрических параметров установки аэро-термоакустической обработки. Проведено экспериментальное исследование влияния аэро-термоакустической обработки на структуру и свойства конструкционной стали 40X.

Ключевые слова: волновое воздействие, акустическое поле, частота, звуковое давление, колебания, резонатор, металл, упрочнение, ударная вязкость.

Annotation. In current article review of new method – aero-thermoacoustic processing was given. Research of relation of acoustic field from full pressure and geometric parameters of aero-thermoacoustic processing facility was shown. Experimental research of aero-thermoacoustic processing influence to a structure and properties of constructional low alloy steel 40X.

Keywords: wave influence, acoustic field, frequency, acoustic pressure, oscillations, resonator, metal, hardening, Toughness.

Введение

Одним из основных направлений современного материаловедения является развитие новых технологий высокоэнергетического воздействия на детали машин с целью их упрочнения. К наиболее значимой проблеме данного направления можно отнести вопросы поверхностного упрочнения, поскольку, известно, что эксплуатационные свойства металлических изделий в значительной мере определяется состоянием поверхности.

На сегодняшний день актуальной остается задача разработки такого метода упрочняющей обработки, обеспечивающей малые энергозатраты, высокие экономические показатели, экологичность и одновременно с этим позволяющего получить необходимый комплекс характеристик механических свойств, особенно для деталей сложной конфигурации.

Основным трендом развития технологий упрочнения металлов является переход к управлению свойствами материала на все более тонком уровне путем, предусматривающим формирование мелкозернистой структуры различными методами. Перспективным видится разработка нового метода основанного на периодическом воздействии ударными волнами или мощным акустическим полем (аэротермоакустическая обработка – АТАО), содержащим колебания дискретного тона, основано на эффекте возникновения волн Максвелла в поверхностном слое кристаллической решетки [1], который позволит влиять на изменение микроструктуры, субструктуры и дислокационной структуры металлов.

Впервые вопрос о влиянии АТАО на структуру металлов поставлен В.К. Ерофеевым и О.Н. Засухиным. В своих работах они приводят результаты экспериментальных исследований, проведенных на стандартных образцах, деталях и инструменте, изготовленных из различных конструкционных и инструментальных сталей и сплавов (углеродистых и легированных).

Полученные результаты свидетельствуют, что воздействия, осуществляемые при АТАО, на неравновесные структуры и высокий уровень остаточных напряжений,

полученных в материале в результате предшествующей обработки, являются достаточно эффективными управляющими параметрами, позволяющими изменять структуру материалов [2–4] .

Более поздние исследования Д.А. Иванова также подтверждают эффективность воздействия этого метода [5–7] .

Анализ статей дает основание сделать вывод, что метод особенно эффективен для случаев, когда необходимо снизить остаточные напряжения в деталях, а также повысить значение ударной вязкости металлов без снижения характеристик прочности.

На основе полученных экспериментальных данных коллективу исследователей во главе с Усковым В.Н. удалось сформировать теоретическое представление влияния термодинамики импульсных процессов на формирование свойств стали при АТАО, а также определить движущие силы процессов структурообразования [8] .

До сих пор основное внимание уделялось исследованию характеристик образцов, в то время как режимы АТАО мало исследованы. Для восполнения этого пробела разработана экспериментальная установка для АТАО, которая представляет собой газоструйный генератор пульсаций давления. Более подробно механизм возбуждения и спектр частот колебаний донного давления в подобных устройствах рассмотрен в статьях Ускова В.Н. и др. [9, 10, 11] . В настоящей статье приводится исследование характеристик акустического поля, создаваемого установкой, от полного давления и геометрических параметров установки. Проводиться также экспериментальное исследование одного из типичных режимов, на котором выделяется частота дискретного тона акустического излучения.

Методика формирования акустических волн

Для создания сильного акустического поля с заданными параметрами используется, как уже отмечено выше, газоструйный генератор пульсаций давления. Это механический генератор волн давления (ударных и акустических), не имеющий подвижных частей. Источником энергии волн служит кинетическая энергия струи (рис. 1). Главный принцип работы генератора основан на преобразовании энергии сжатого газа в энергию колебаний среды. Процесс преобразования энергии реализуется с помощью возникающих в устройстве автоколебаний, появляющихся в результате взаимодействия дозвуковой, звуковой или сверхзвуковой струи, в зависимости от режима работы, с преградой. При взаимодействии струи с преградой – кромками резонатора – возбуждаются автоколебания в системе струя-резонатор. При этом часть энергии стационарного потока газа преобразуется в акустическое излучение, а в полости резонатора возбуждаются интенсивные пульсации давления.

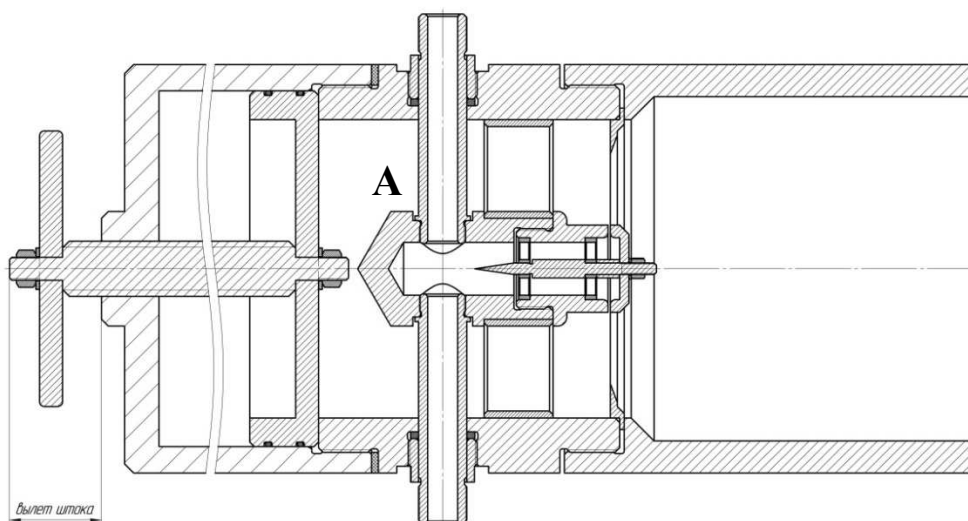


Рисунок 1 – Общий вид резонатора для создания колебаний ударно-волновых структур

Параметры акустического поля создаваемого генератором зависят от характеристик потока, а именно от давления подачи рабочей среды, от величины зазора, определяющего величину проходного сечения кольцевого сопла, и размеров камеры резонирующей полости (А, рис. 1). Таким образом, варьируя эти значения, мы можем создавать акустическое поле с требуемой частотой и интенсивностью.

Результаты и анализ

Экспериментальные исследования режимов АТАО

Экспериментальное исследование технологических режимов АТАО заключалось в измерении характеристик акустического поля в зависимости от полного давления, внутреннего диаметра диафрагмы и размеров/объема резонирующей области (регулируются положением штока).

С этой целью для каждого из сменных технологических колец, регулирующих диаметр канала резонатора: 60, 70, 80, 90 и 100 мм, был проведен следующий комплекс измерений:

- Измерения акустического поля, постепенно наращивая давление в установке от 0,25 до 2 атм с шагом 0,25 атм.
- Измерения акустического поля, указанные в п. 1, для положения штока в 10, 15, 20 и 25 см.

По результатам проведенных измерений получены графики зависимости основных частот от энергии потока (мощности). Примеры результатов проведенных измерений представлены на рисунках 2–6. Графики представлены при минимальном положении штока т.к. именно в данном случае мы имеем минимальный объем резонирующей камеры, что способствует получению максимальной частоты колебаний в установке. В большинстве случаев можно отчетливо отследить главные частоты акустического излучения на каждом из исследуемых режимов. При минимальном диаметре канала резонатора (рис. 4) спектры размытые, тогда как на больших диаметрах режимы дискретного тона (частоты основной колебательной моды) ярко выражены и видны на графиках. На основе полученных данных можно определить наиболее эффективные (с точки зрения энергетического воздействия) режимы для упрочняющей обработки.

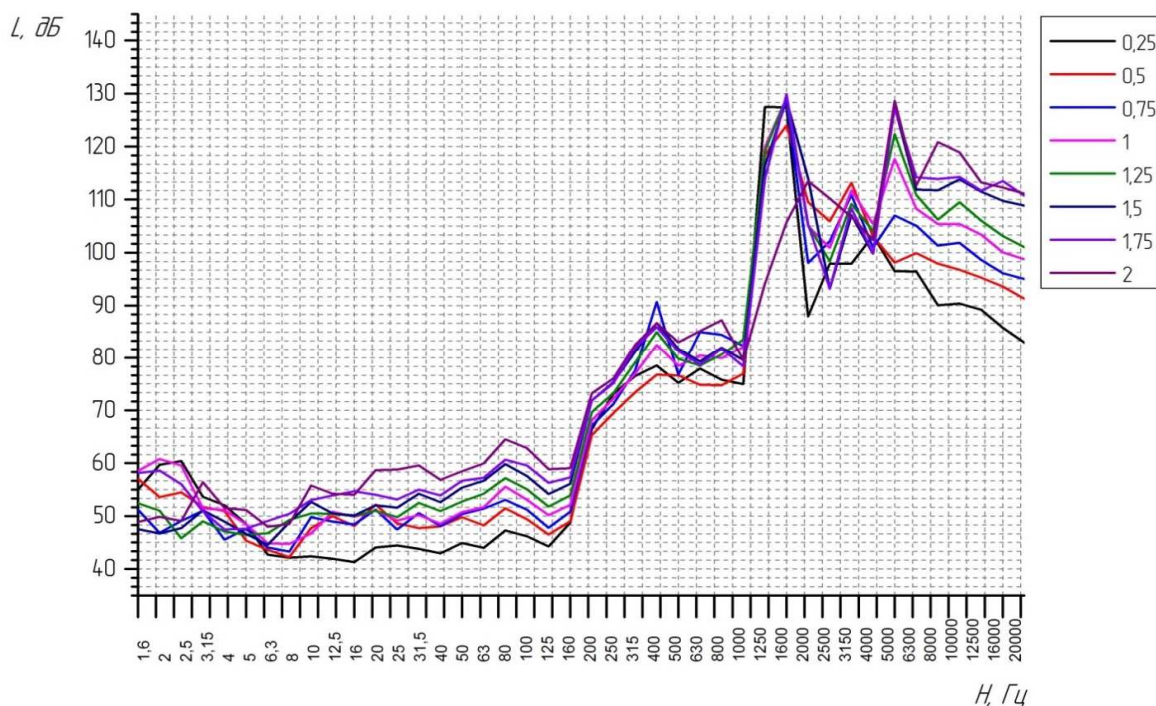
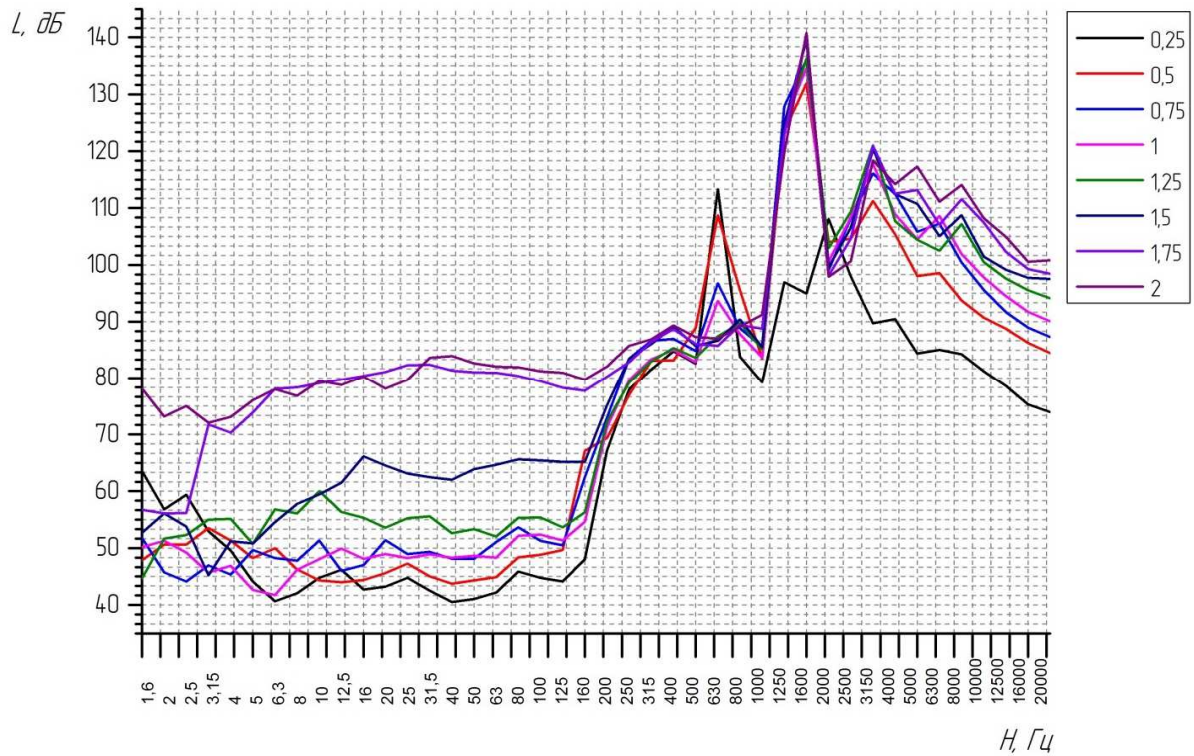
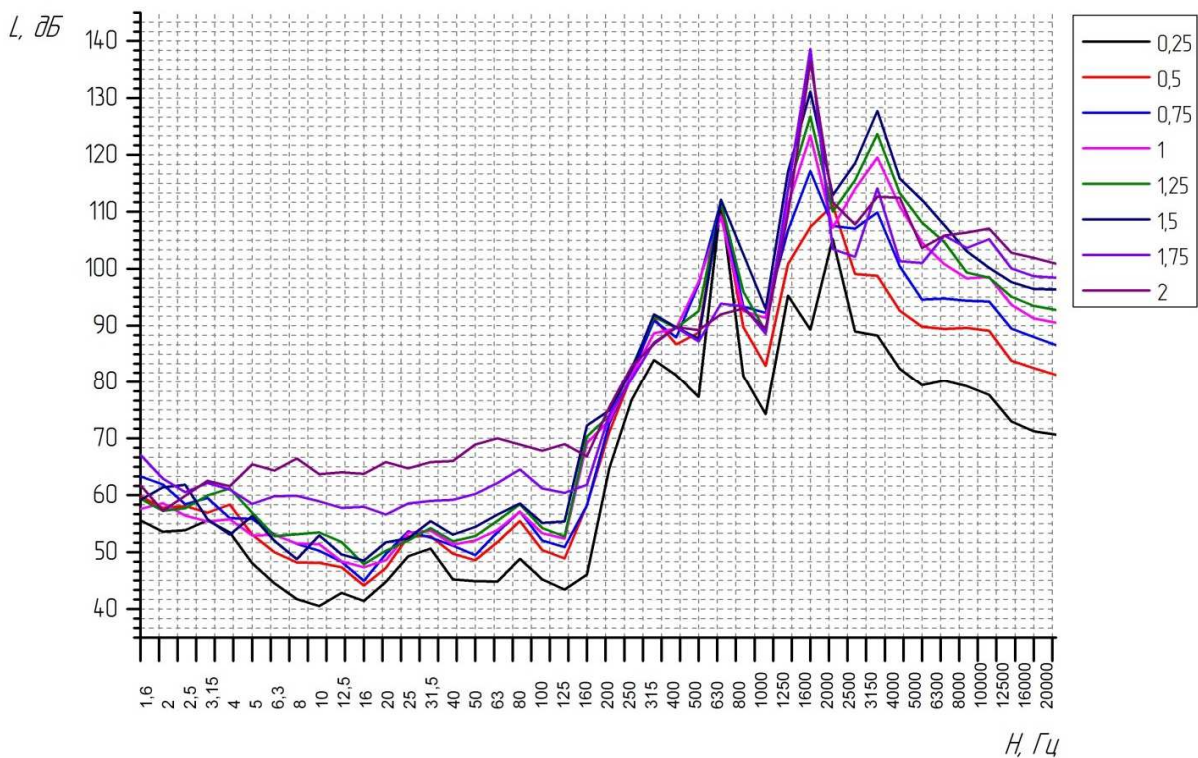


Рисунок 2 – Результаты измерения акустического поля.
Диаметр технологического кольца – 60 мм, положение штока – минимум



**Рисунок 3 – Результаты измерения акустического поля.
Диаметр технологического кольца – 70 мм, положение штока – минимум**



**Рисунок 4 – Результаты измерения акустического поля.
Диаметр технологического кольца – 80 мм, положение штока – минимум**

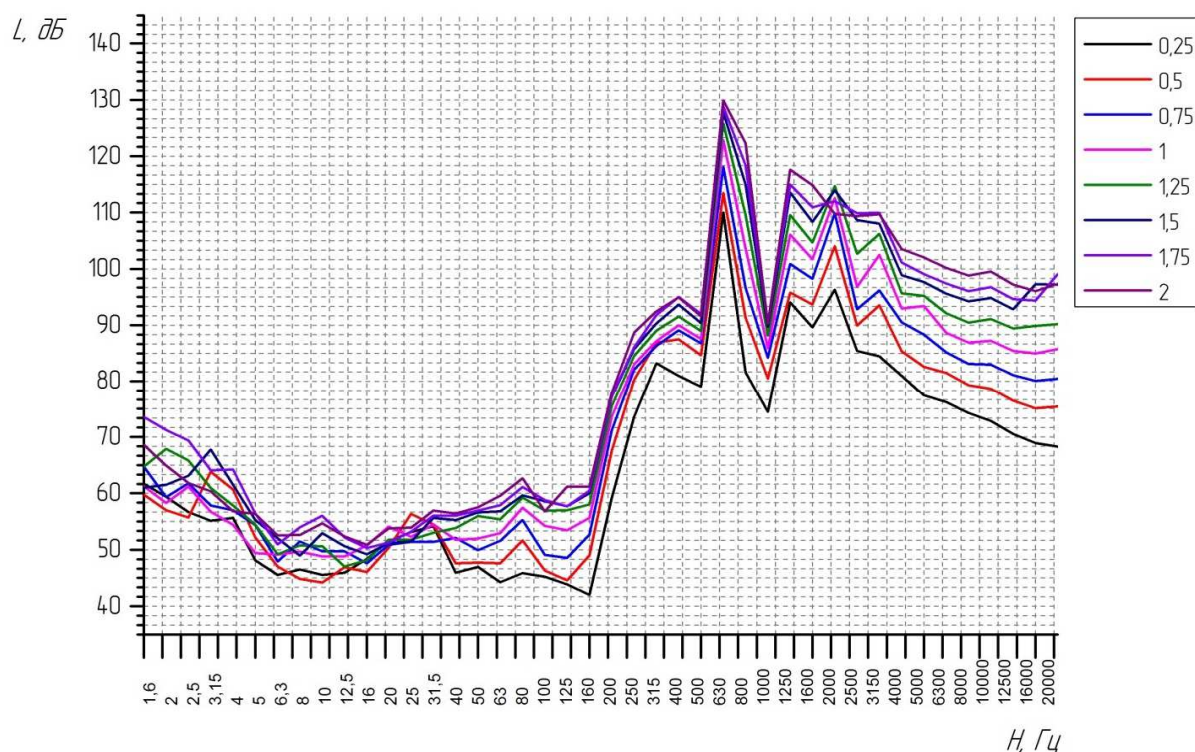


Рисунок 5 – Результаты измерения акустического поля.
Диаметр технологического кольца – 90 мм, положение штока – минимум

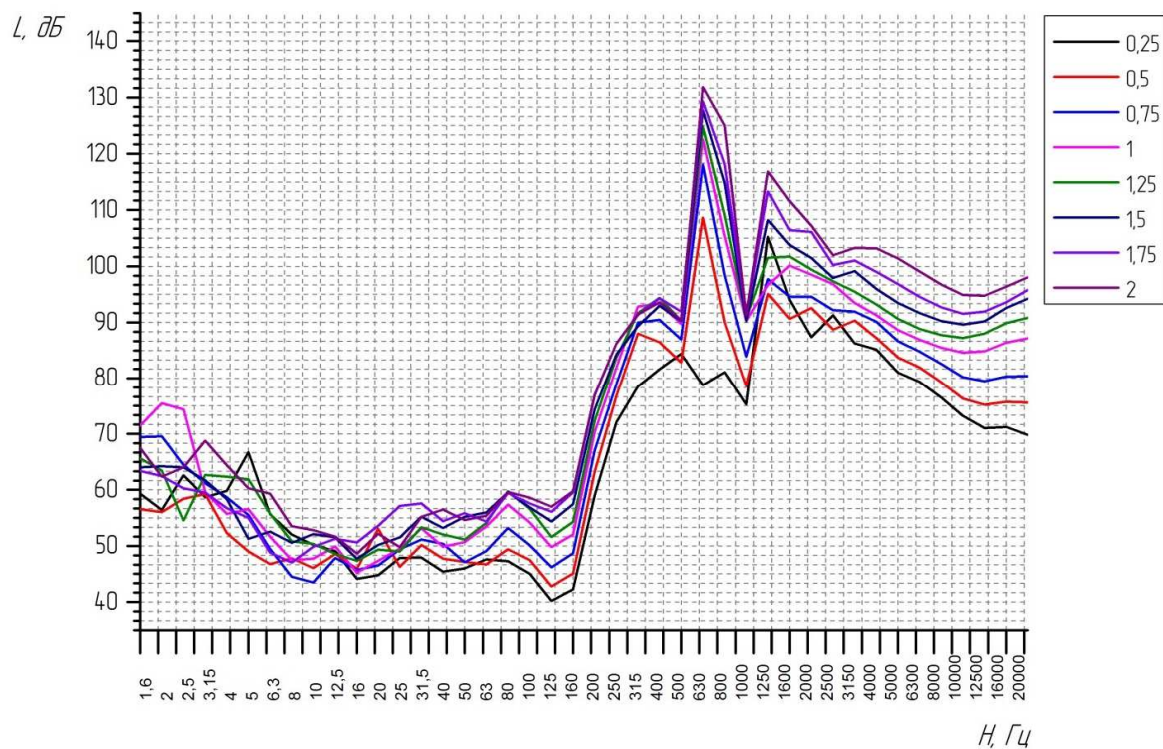


Рисунок 6 – Результаты измерения акустического поля.
Диаметр технологического кольца – 100 мм, положение штока – минимум

Экспериментальное исследование влияния АТАО на структуру и свойства металла

В качестве объекта исследования использовались стандартные ударные образцы, изготовленные из конструкционной низколегированной стали 40Х следующего состава: С – 0,39 %, Si – 0,3 %, Mn – 0,64 %, S – 0,021 %, P – 0,018 %, Cr – 0,95 %, Ni – 0,15 %, Cu – 0,13 %.

Аэротермоакустическая обработка выполнялась следующим образом: образцы из стали в высокопрочном состоянии, достигнутом за счет закалки и низкого/высокого отпуска, помещают на выходе из успокоительной камеры установки (рис. 1), где подвергают воздействию при комнатной температуре пульсирующим дозвуковым воздушным потоком, обладающим частотой колебаний 630 Гц и уровнем звукового давления 129–130 дБ в течение 15–20 минут.

В качестве предварительных режимов термической обработки были выбраны широко используемые на практике в материаловедении режимы:

- закалка 850 °С, выдержка 20 минут, охлаждение – вода;
- низкий отпуск 200 °С, выдержка 30 минут, охлаждение – вода;

Полученные после АТАО образцы исследованы на ударную вязкость (динамические испытания), в том числе сравнительные образцы, которые не подвергались АТАО (только предварительная термическая обработка). Это позволило нам оценить вклад в изменение свойств, полученный именно от воздействия АТАО. Полученные по результатам испытаний образцов значения ударной вязкости после закалки составили 0,0125 МДж/м². Обработка непосредственно после закалки пульсирующим воздушным потоком позволила получить значения ударной вязкости, равные 0,18 МДж/м².

После термической обработки на высокопрочное состояние путём закалки (рис. 7) в воду с температуры 850 °С с последующим низким отпуском при температуре 200 °С и аналогичных закалки и отпуска с дополнительной обработкой при комнатной температуре пульсирующим дозвуковым воздушным потоком, получены, в последнем случае, значения показателя ударной вязкости КСЧ, в среднем 0,34 МДж/м² против 0,2 МДж/м² без газоимпульсной обработки, что соответствует повышению сопротивления.

Значения ударной вязкости

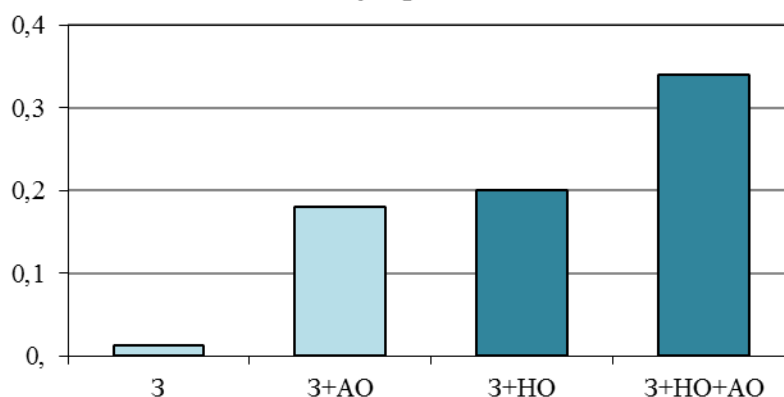


Рисунок 7 – Результаты после различных сочетаний обработки разных видов: закалка (З); АТАО (АО); низкий отпуск (НО)

Традиционно термическая обработка на высокопрочное состояние включает в себя низкий отпуск (НО) продолжительностью 1,5–2 часа. Столь продолжительный отпуск требуется для наиболее полного снятия остаточных напряжений. Как следует из полученных результатов, возможно сокращение в 3–4 раза продолжительности отпуска в случае дополнительного использовании технологического процесса упрочняющей обработки пульсирующим дозвуковым воздушным потоком. Полученные значения ударной вязкости обеспечивают достаточную надёжность благодаря получению высокого комплекса механических свойств. Дополнительная обработка АТАО после традиционных.

Заключение

Выполнено экспериментальное исследование характеристик акустического поля от полного давления и геометрических параметров установки АТАО. Получены графики зависимостей частоты от уровня звукового давления для каждого из сменных технологических колец, регулирующих диаметр канала резонатора и объемов резонирующей камеры в диапазоне значений давления от 0,25 до 2 атм. На основе полученных данных можно определить и выбрать наиболее эффективные (с точки зрения энергетического воздействия) режимы для проведения АТАО. Проведено экспериментальное исследование одного из полученных режимов на структуру и свойства конструкционной низколегированной стали 40Х. Результаты исследования полученных образцов показали увеличение значения показателя ударной вязкости у образцов подвергнутых дополнительной обработке пульсирующим дозвуковым воздушным потоком.

Литература:

1. Ерофеев В.К. Концептуальная модель влияния АТАО на свойства металлических материалов / В.К. Ерофеев, Г.А. Воробьева // *Металлообработка*. – 2009. – № 3. – С. 31–39.
2. Воробьева Г.А. О структурных превращениях в металлах и сплавах под действием импульсной обработки / Г.А. Воробьева, А.Н. Иводитов, А.М. Сизов // *Известия АН СССР. Металлы*. – 1991. – № 6. – С. 131–137.
3. Ерофеев В.К. Влияние аэротермоакустической обработки на свойства литейных и деформируемых алюминиевых сплавов / В.К. Ерофеев, Г.А. Воробьева, Г.А. Лукьянов, П.Г. Генкин // *Металлообработка*. – 2007. – № 4. – С. 21–25.
4. Ерофеев В.К. Исследование влияния аэротермоакустической обработки на структуру инструментальных быстрорежущих сталей и сплавов / В.К. Ерофеев, Г.А. Воробьева // *Металлообработка*. – 2009. – № 6. – С. 34–40.
5. Иванов Д.А. Повышение конструкционной прочности металлических материалов путем обработки нестационарными газовыми потоками без предварительного нагрева // *Технико-технологические проблемы сервиса*. – 2011. – № 4 (18). – С. 24–29.
6. Иванов Д.А. Воздействие газоимпульсной обработки на структуру и механические свойства нормализуемых сталей // *Технико-технологические проблемы сервиса*. – 2013. – № 3 (25). – С. 19–22.
7. Иванов Д.А. Газоимпульсная обработка стальных витых пружин / Д.А. Иванов, О.Н. Засухин, А.П. Иванов // *Технико-технологические проблемы сервиса*. – 2014. – № 3 (29). – С. 20–24.
8. Воробьева Г.А. Аэротермоакустическая обработка сталей и сплавов / Г.А. Воробьева, В.Н. Усков // *Балтийский государственный технологический университет*. – СПб., 2012. – 132 с.
9. Усков В.Н., Булат П.В. Об исследовании колебательного движения газового подвеса ротора турбохолодильных и детандерных машин. Часть I. Постановка задачи.

References:

1. Erofeyev V.K. Conceptual model of influence of ATAО on properties of metal materials / V.K. Erofeyev, G.A. Vorobyova // *Metal working*. – 2009. – No. 3. – P. 31–39.
2. Vorobyova G.A. About structural transformations in metals and alloys under the influence of pulse processing / G.A. Vorobyova, A.N. Ivoditov, A.M. Sizov // *News of Academy of Sciences of the USSR. Metals*. – 1991. – No. 6. – P. 131–137.
3. Erofeyev V.K. Influence of aero thermoacoustic processing on properties of the foundry and deformed the alyuminevykh alloys / V.K. Erofeyev, G.A. Vorobyova, G.A. Lukyanov, P.G. Genkin // *Metal working*. – 2007. – N 4. – P. 21–25.
4. Erofeyev V.K. Research of influence of aero thermoacoustic processing on structure of tool quick cutting steels and alloys / V.K. Erofeyev, G.A. Vorobyova // *Metal working*. – 2009. – N 6. – P. 34–40.
5. Ivanov D.A. Increase of constructional durability of metal materials by processing by non-stationary gas streams without preliminary heating // *Technical and technological problems of service*. – 2011. – No. 4 (18). – P. 24–29.
6. Ivanov D.A. Impact of gas-pulse processing on structure and mechanical properties the normalized staly // *Technical and technological problems of service*. – 2013. – No. 3 (25). – P. 19–22.

7. Ivanov D.A. Gas-pulse processing of steel twisted springs / D.A. Ivanov, O.N. Zasukhin, A.P. Ivanov // Technical and technological problems of service. – 2014. – No. 3 (29). – P. 20–24.

8. Vorobjeva G.A. Aero thermoacoustic processing staly and alloys / G.A. Vorobjeva, V.N. Uskov // Baltic state technological university. – SPb., 2012. – 132 p.

9. Uskov V.N., Bulat P.V. About research of an oscillating motion of gas subweight of a rotor turbo-refrigerator and the detandernykh of cars. Part I. Problem definition.

УДК 693.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING ENVELOPES AND STRUCTURES

Соловьева Екатерина Владимировна

доктор экономических наук, профессор.

Кубанский государственный
технологический университет

Тел.: +7(918) 463-85-20

soloveisolovei008@yandex.ru

Сельвиан Михаил Андреевич

студент.

Кубанский государственный
технологический университет

Тел.: +7(989) 297-29-79

michaelselvian@gmail.com

Аннотация. Приоритетные задачи в области энергосбережения в строительстве: внедрение в производство современных эффективных материалов, технологий, уменьшение энергопотерь, а, следовательно, снижение потребления тепловой энергии на отопление. В статье рассматривается повышение теплозащиты зданий за счет увеличения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, применение энергоэффективных материалов, технологий, инженерных систем.

Ключевые слова: энергоэффективность, повышение энергоэффективности, энергоэффективные материалы, энергоэффективные технологии.

Solovyova Ekaterina Vladimirovna

Doctor of Economics, Professor.

Kuban State University of Technology

Ph.: +7(918) 463-85-20

soloveisolovei008@yandex.ru

Selvian Mikhail Andreevich

Student.

Kuban State University of Technology

Ph.: +7(989) 297-29-79

michaelselvian@gmail.com

Annotation. Priorities in the field of energy saving in the building: the introduction of modern, efficient materials, technologies, reducing energy losses and hence reduce the consumption of thermal energy for heating. The article discusses the increase in thermal performance of buildings by increasing the thermal resistance of enclosing structures, the use of energy efficient materials, technologies, engineering systems.

Keywords: energy efficiency, energy efficiency, energy-saving materials, energy efficient technologies.

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов является важнейшим приоритетом государственной политики по снижению энергоемкости экономики страны и повышению конкурентоспособности отечественной продукции. Высокая энергоемкость по-прежнему доминирует во всех секторах российской экономики. Россия входит в число 25 самых энергоемких стран в 7 основных секторах экономической деятельности: сельское хозяйство, строительство, обрабатывающая промышленность, транспорт и т.д. [1]

В нашей стране энергоэффективность остается на катастрофически низком уровне, уступая таким странам как Индия и Китай в 1,4 раза. Для сравнения: на 1 % роста ВВП у нас приходится 0,6 % роста энергопотребления. А в том же Китае только 0,3–0,4 %. О США, Европе и Японии даже говорить не приходится. В абсолютных цифрах это означает, что мы ежегодно тратим «лишние» 170–180 миллиардов кубометров газа, а в целом потенциал энергосбережения оценивается примерно в 400 миллионов тонн условного топлива, а это десятки миллиардов долларов. В то же время, по данным Центра по эффективному использованию энергии, потенциал наращивания производства энергоресурсов равен примерно 100 млн тонн условного топлива.

Наибольшим техническим потенциалом повышения энергоэффективности обладают жилые здания, производство электроэнергии и промышленность. В отчете Всемирного банка и Центра по эффективному использованию энергии «Энергоэффективность России: скрытый резерв» показан потенциал повышения энергоэффективно-

сти по направлениям с указанием уровней, при которых имеющийся потенциал является экономически целесообразным и финансово оправданным.

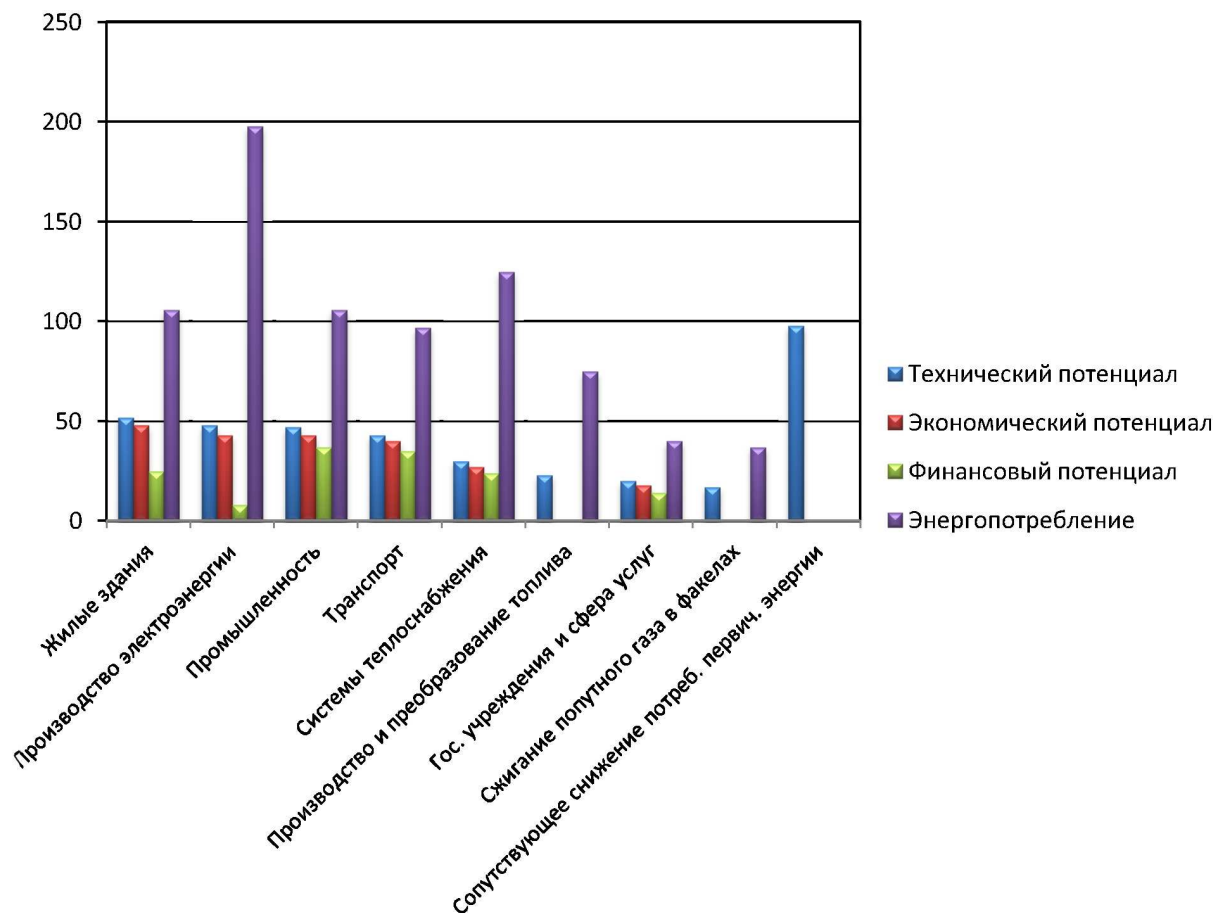


Рисунок 1 – Потенциал повышения энергоэффективности по секторам [1]

По данным Росстат жилищный фонд Краснодарского края насчитывает 112,7 млн кв. м общей жилой площади, из которой 38 % составляет многоквартирный фонд и 62 % – частный фонд. 68 % населения проживает в населенных пунктах численностью менее 65 тыс. чел. Население Краснодарского края в год потребляет 4,2 млрд кВт·ч электроэнергии, 3,3 млрд куб. м газа, 4,4 млн Гкал тепла, 3,3 млн т у.т. нефтепродуктов, 173,7 млн куб. м воды. Удельное потребление энергоресурсов составляет 0,1–0,11 Гкал/кв. м в год, ХВС – 122 л/чел. в сутки, 786 куб. м газа на человека в год, 830 кВт·ч/чел. электроэнергии. Для радикального снижения энергозатрат необходима комплексная модернизация. Она включает в себя: утепление фасадов и кровель, замену старых окон, полную реконструкцию устаревших сетей центрального теплоснабжения с установкой современных ЦТП или домовых котельных и т.п. К сожалению, пока по настоящему энергоэффективные дома, где применен комплексный подход к энергосбережению, в России можно пересчитать буквально по пальцам. В существующих зданиях основные барьеры для повышения энергоэффективности приведены на рисунке 2 [1].

Долгосрочная целевая программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Краснодарского края на период 2011–2020 годов» приводит перечень мероприятий (при проектировании, возведении и вводе в эксплуатацию зданий и сооружений) и основные задачи по энергосбережению, повышению энергоэффективности в жилищном фонде:

- снижение удельного потребления тепла в жилищном фонде до 0,07–0,08 Гкал/кв. м к 2020 году;
- сокращение удельного потребления воды населением на 10–15 % к 2020 году;
- сокращение удельного потребления газа населением на 15–17 % к 2020 году [2].

Барьеры	Решения	
<p>Отсутствие знаний о способах повышения энергоэффективности у собственников квартир и управляющих компаний.</p> <p>Стандарты теплозащиты зданий станут добровольными.</p> <p>Отсутствие стимула к повышению энергоэффективности у девелоперов и их подрядчиков.</p> <p>У владельцев квартир нет стимулов к инвестированию в энергосбережение.</p> <p>Ограниченный доступ владельцев квартир управляющих компаний к внешнему финансированию</p>	<p>Меры быстрой отдачи</p>	<p>Распространение информации по повышению энергоэффективности.</p> <p>Обязательные минимально допустимые требования в стандартах энергоэффективности зданий, ведение энергетических паспортов для мониторинга энергоэффективности в течение срока эксплуатации зданий</p>
	<p>Базовые меры</p>	<p>Требование повышения энергоэффективности при предоставлении финансовой поддержки от государства на проведение ремонтов.</p> <p>Стимулирование установки приборов учета.</p> <p>Разработка типовых перфомансконтрактов на управление зданиями для ТСЖ и управляющих компаний.</p> <p>Создание фонда, предоставляющего гарантии по кредитам на проведение ремонтов, повышающих энергоэффективность здания.</p> <p>Внедрение стандартов энергоэффективности и маркировки для светильных и электробытовых приборов</p>

Рисунок 2 – Барьеры и решения для повышения энергоэффективности в жилых зданиях [1]

Для снижения удельного потребления тепла в жилищном фонде в Европе и США применяются энергосберегающие строительные технологии на протяжении многих лет. Приоритетными направлениями повышения энергоэффективности являются использование при строительстве и реконструкции зданий энергосберегающих материалов, эффективной теплоизоляции.

В Краснодарском крае при строительстве энергоэффективного дома используются энергосберегающие материалы в комбинации с традиционными (камень, бетон, кирпич), современные конструкции окон и рам, эффективно теплоизолируются ограждающие конструкции (стены, крыша, пол). Утеплением лишь ограждающих конструкций невозможно добиться существенного снижения энергопотерь. Значительная часть тепла дома уходит через так называемые «мостики холода» – участки, образующие в местах стыков, швов ограждающих конструкций.

Современная система утепления предусматривает создание защитной термооболочки вокруг всей конструкции здания. Современные материалы теплоизоляции (утеплители) должны соответствовать следующим стандартам: при минимальной толщине материала иметь низкий коэффициент теплопроводности (не выше 0,03–0,08 Вт/мК), низкую паропроницаемость (способность материала не пропускать пар, влагу и не терять своих свойств), низкую плотность (минимальные дополнительные нагрузки на конструкцию здания), высокую водостойкость и химическую устойчивость к агрессивному влиянию окружающей среды.

В данной статье рассматриваются материалы, применяемые для повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий в Краснодарском крае. При строительстве и реконструкции зданий можно рассматривать три основных варианта конструктивных решений наружных стен: фасадные системы со штукатурным слоем, фасады с вентилируемым зазором, слоистые системы. Разработчик новых материалов и технологий, использующий при этом научный подход, корпорация ТехноНИКОЛЬ, предлагает системы для теплоизоляции которые позволяют снизить расходы на отоп-

ление, а также обладают звукопоглощающими свойствами, защищают от вибраций. Для производства систем применяются такие теплоизоляционные материалы как каменная вата, экструзионный пенополистирол – каждый из материалов имеет свои преимущества, позволяющие сделать конструкцию для теплоизоляции дома максимально эффективной и долговечной [3]. Утепление наружных стен здания позволяет достичь оптимального микроклимата в помещении и сократить энергозатраты. При изоляции штукатурных фасадов с тонким штукатурным слоем в качестве теплоизоляции используются жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты на синтетическом связующем ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ. Данный вид теплоизоляции экологически чист, не горюч, не имеет усадки после производства материала, обладает звукоизоляционной способностью, хорошей паропроницаемостью.

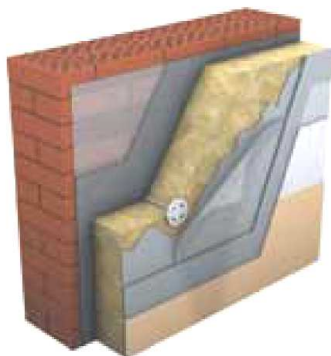


Рисунок 3 – Система утепления фасада с тонким штукатурным слоем [3]

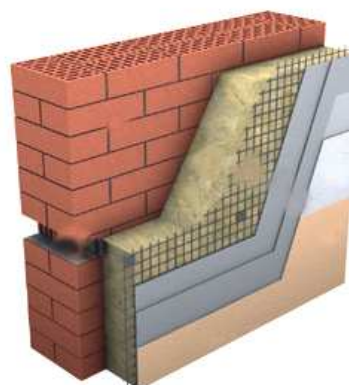


Рисунок 4 – Система утепления фасада с отделочным слоем из традиционной штукатурки [3]

Фасадная система с отделочным слоем из традиционной штукатурки, благодаря стальной армирующей сетке и толщине штукатурного слоя до 40 мм имеет высокую ударную прочность. В качестве теплоизоляции используются жесткие гидрофобизированные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА на стальном связующем.

При устройстве фасадов с вентилируемым зазором применяются плиты ТЕХНОВЕНТ. Возможна комбинация ТЕХНОВЕНТ + ТЕХНОЛАЙТ / ТЕХНОБЛОК. Перечисленные плиты имеют следующие физико-технические характеристики (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-технические характеристики плит

Показатели	ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ	ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА	ТЕХНОФАС/ ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ	ТЕХНОФАС ЭКСТРА	ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	ТЕХНОБЛОК
Плотность, кг/м ³	72 ÷ 88	81 ÷ 99	136 ÷ 159 / 131 ÷ 135	80 ÷ 100	34 ÷ 42	40 ÷ 50
Сжимаемость, %, не более	2	2	–	–	20	10
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(мК), не более	0,033	0,035	0,036	0,037	0,036	0,035
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(мК), не более	0,036	0,036	0,038	0,037	0,038	0,037
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Водопоглощение по массе, % не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ

В Краснодарском крае, на строительном рынке получил распространение тепло- и звукоизоляционный материал «URSA», предназначен для использования в многослойных строительных конструкциях наружных стен, перегородок, пола и потолка в качестве среднего слоя.

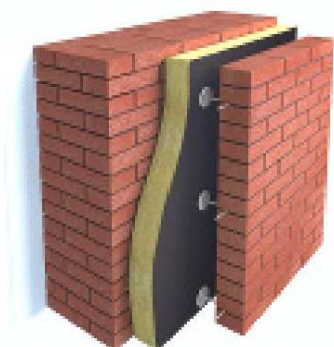


Рисунок 5 – Трехслойные стены с облицовкой из кирпича, теплоизоляция URSA GEO / URSA XPS / TERRA [7]



Рисунок 6 – Навесные вентилируемые фасады на кронштейнах, минеральная изоляция URSA GEO / TERRA [7]

Материал выпускается в виде плит размерами 0,6 x 1,0 (1,250) метр при толщине 0,02–0,08 метра, в рулонах 1,2 x 8,0 (18,0) метров при толщине 0,05–0,14 метра. Коэффициент теплопроводности от 0,034 до 0,047 Вт/мк. «URSA» не сгораем (имеется пожарный сертификат), экологически безопасен (гигиенический сертификат). Производится с водоотталкивающей обработкой или без нее.

Широкое применение теплоизоляционных материалов произведенных из природного камня, обеспечивает отличную тепло- и звукоизоляцию помещений, защиту от огня. Сочетание этих преимуществ можно найти в продукции компании «ROCKWOOL». В таблице 2 приведены характеристики наиболее востребованной продукции этой компании.

Таблица 2 – Физико-технические характеристики продукции «ROCKWOOL»

Показатели	ФАСАД БАТТС	ВЕНТИ БАТТС	КВИТИ БАТТС	БЕТОН ЭЛЕМЕНТ БАТТС	СЕНДВИЧ БАТТС С	ПЛАСТЕР БАТТС
Плотность, кг/м ³	130	90	45	90	115	90
Сжимаемость, %, не более		–	15	2	–	–
Теплопроводность, Вт/(мК),	0,037	0,035	0,035	0,035	0,042	0,035
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Водопоглощение при кратковременном и частичном погружении, кг/м ² , не более	1	1	1	1	1	1
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ

Высококачественные теплоизоляционные изделия из базальтового супертонкого волокна (БСТВ) под торговой маркой «MagmaWool™», также позволяет значительно уменьшить энергопотери. Базальтовое супертонкое волокно обладает рядом ценных преимуществ перед другими волокнистыми материалами, присутствующими на рынке, а именно: значительно более широкой температурной областью применения; большей химической и влагостойкостью; повышенной механической и вибрационной прочностью; базальтовое супертонкое волокно в десять раз меньше абсорбирует влагу из

воздуха по сравнению со стекловолокном и в десятки раз меньше, чем шлаковата и целлюлозное волокно; улучшенная звукоизоляция помещений. Базальтовое супертонкое волокно имеет наиболее высокие параметры звукопоглощения по сравнению со всеми присутствующими на рынке системами термо- и звукоизоляции.



Рисунок 7 – Базальтовые маты на основе базальтового супертонкого волокна (БСТВ)

Таблица 3 – Физико-технические характеристики матов «MagmaWool™»

Свойства, ед. измерения	Параметр
Плотность, кг/м ³	от 20 до 120
при (25 ± 5) °С, Вт/м·К	0,034
при (125 ± 5) °С, Вт/м·К	0,054
при (300 ± 5) °С, Вт/м·К	0,098
Горючесть	НГ
Массовая доля влаги, %, не более	0,8

Инновационный представитель группы жидких теплоизоляционных материалов Terplomett. Это новый материал, состоящий из нескольких видов вакуумированных микросфер, высококачественного акрилового связующего, противогрибковых и антикоррозийных добавок, исключающих появление плесени на стенах и ржавчины на металлических поверхностях. В зависимости от модификации, материал способен выдерживать воздействие температур от – 60 °С до +600 °С. Внешне он напоминает обычную краску, что позволяет легко наносить его на поверхности любой конфигурации. После высыхания, в течение 5–6 часов, образуется эластичное теплоизоляционное покрытие, которое обладает уникальными свойствами по сравнению с традиционными утеплителями. Слой сверхтонкой теплоизоляции Terplomett толщиной всего в 1 мм заменяет 50 мм слоя из минеральной ваты. Коэффициент теплопроводности сверхтонкой теплоизоляции – 0,0012 Вт/м·К. Принцип работы жидкого керамического утеплителя Terplomett объясняется его сложным структурным строением – на 80 % он состоит из керамических микросфер диаметром 10–30 мкм и на 20 % из смеси силиконовых микросфер, высококачественного акрилового связующего и различных целевых добавок.

Находящиеся во взвешенном состоянии в акриловой композиции силиконовые полые микросферы (диаметром от 50–80 мкм) оказываются «облепленными» полыми керамическими микросферами с разряженным воздухом внутри. В результате образуется структура, составными частями которой являются кластеры (сочленение силиконовой полый микросферы, облепленной несколькими вакуумированными керамическими микросферами).

Такая комбинация делает сверхтонкую теплоизоляцию Terplomett легкой, гибкой, растяжимой, обладающей хорошей адгезией к покрываемым поверхностям.

На российском рынке представлены следующие виды жидкой теплоизоляции: «Магнитерм», «Корунд», «Альфатек», «Астратек», «Актерм», «ИЗОЛЛАТ», «Re-Therm», «ТС-Ceramic», «Mascoat».

Совершенствование проектных решений раскрывает большие резервы снижения энергозатратности при строительстве объектов и их эксплуатации. За последние годы в Краснодарском крае получили распространение следующие энергосберегающие решения: канадская технология строительства домов из SIP (Structural Insulated Panels) панелей и технология строительства зданий с применением панели «Русская стена».

Таблица 2 – Физико-технические характеристики жидкой теплоизоляции

Показатели	Величина
Коэффициент теплопроводности материала, при температуре $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$, Вт/(м·°C)	$0,023 \pm 10 \%$
Коэффициент теплопроводности покрытия (результатирующий), при температуре $(20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$, Вт/(м·°C)	$0,0012 \pm 10 \%$
Коэффициент паропроницаемости покрытия, мг/м·ч·Па	0,02

Строительство по технологии использующей SIP панели экономично и долговечно. SIP панели – это трехслойная конструкция, состоящая из двух стружечных плит OSB-3 (Oriented Strand Board) 12 мм между которыми под давлением приклеивается слой твердого пенополистирола в качестве утеплителя, толщина панели в готовом виде 171 мм. OSB плита сочетает в себе отличные эксплуатационные характеристики и уникальные механические свойства. OSB является ориентированно стружечной плитой, где прямоугольная плоская щепка толщиной 0,6 мм и длиной до 180 мм укладывается в три разнонаправленных слоя и прессуется в условиях высокого давления и температуры с использованием древесной смолы и современного полиизоцианатного клея (MDI), не содержащего фенолоформальдегида. MDI – реагирует с гидрогенами, содержащимися в древесине, образуя полиуретан, что придает плите дополнительную надежность и твердость. Важным аргументом при выборе плиты OSB является малое количество клея в плите (менее 3 %), окончательно полимеризующегося через месяц после прессования. Поэтому плита классифицируется по гигиеническому классу E1. Вспененный пенополистирол имеет ячеистую структуру, состоящую на 98 % из воздуха и на 2 % из полистирола, он гипоаллергенен. Данные материалы не являются питательной средой для плесневых грибков и бактерий, не подвержены гниению и поражению насекомыми, не содержат летучих элементов. Жесткость плит OSB-3 соответствует жесткости дерева твердой породы. Защита от сколов и повреждений по краям плиты осуществляется благодаря микроструктуре спрессованной крупноразмерной стружке, что делает плиту прочной по всему периметру. SIP панели можно легко резать во всех направлениях, следовательно, из них можно создать различные конструктивные элементы: фундаментные, стеновые, кровельные панели, которые, в свою очередь, также изготавливаются в заводских условиях на специальных станках и с высочайшей точностью.

В основу технологии строительства с применением панели «Русская стена» легло использование стеновых панелей (3D panel), которые представляют собой пространственную ферменную конструкцию, состоящую из арматурных сеток и оцинкованных или нержавеющей стержней, приваренных под углом к сеткам; сердечника из пенополистирола; двух слоев бетона, нанесенных методом торкретирования.

Поскольку стены и несущие конструкции, возводимые с применением панели «Русская стена», представляют собой не отдельно взятый элемент стены, а единую монолитную конструкцию, данная строительная технология базируется на методе монолитного строительства быстровозводимых зданий. В виду легкости строительного материала, осуществление монтажа происходит без применения тяжелой строительной техники.

Панели «Русская стена» имеют стандартные размеры: длина составляет 3 м (6 м), ширина – 1 м (предусмотрено изготовление на заказ панелей любой длины с шагом, кратным 100 мм). Толщина пенополистирольного сердечника может иметь различную толщину: 120 мм у 3D-плит для наружных стен, 100 мм для внутренних несущих стен и перекрытий и 50 мм у перегородок. В панелях, используемых для несущих стен, арматурная сетка отстоит от сердечника на 19 мм, а в перегородочных – на 16 мм. Небольшая масса трехметровой панели составляет всего 27 кг, что позволяет производить монтаж без применения тяжелой строительной техники.

При данной технологии оптимальными являются следующие типы фундамента: монолитный ленточный и монолитная плита. Для возведения стен необходимы арматурные выпуски из фундамента диаметром 10 мм с шагом около 500 мм, при этом обязательным условием является примыкание к ним одной стороной – обычно внутренней. Задача выпусков состоит в предотвращении смещения монтируемых панелей как по горизонтали,

так и по вертикали. Производство выпусков предусматривает два способа. Первый заключается в предварительном просверливании отверстия, в которые устанавливаются арматурные стержни, и последующем заполнении зазоров цементным раствором. Второй способ значительно проще – необходимо установить стержни в еще не застывший бетон. В виду вышеуказанных причин предпочтительны фундаменты двух упомянутых типов.

Возведение стен всегда начинают с угла, а затем к этому «узлу» постепенно присоединяют новые панели. Их скрепление осуществляют путем связывания между собой и с выпусками арматуры фундамента при помощи вязальной проволоки. Возможна подрезка панелей до необходимого размера: с помощью мощных кусачек или болгарки сначала прорезают с обеих сторон арматурную сетку, а затем с помощью ножа – пенопластовый сердечник.



Фото 1



Фото 2

После сборки стен первого этажа производится укладка перекрытия из 3D-панелей с сердечником толщиной 100 мм и количеством стержней-раскосов 200 шт./м². Во избежание отклонения стеновых панелей от проектного положения, осуществляют установку временных горизонтальных распорок и откосов (после схватывания первого слоя торкретбетона производят их демонтаж). При создании перекрытия сами панели на стены не опираются. После бетонирования в точках опирания располагают армированные пояса. Для их создания еще на земле панели в таких местах снабжают арматурными хомутами (скобами) диаметром 8 мм с шагом 200–250 мм. Также на земле делают усиление нижней стороны панели необходимым количеством арматурных стержней, что в свою очередь позволяет увеличивать нагрузку на перекрытие в разы: с 300 до 600 кг/м², а при необходимости до 1000 кг/м². Следующим этапом является поднятие панелей на место вручную и их связывание друг с другом и с несущими стенами вязальной проволокой. Закрытие стыков, как и при создании стен, осуществляется соединительной сеткой.

При бетонировании обычно соблюдают следующий порядок:

- наносят первый слой торкретбетона на стены (внутри и снаружи);
- наносят первый слой торкретбетона на нижнюю часть плиты перекрытия;
- заливают бетоном верхнюю часть плиты;
- производят завершающее торкретирование стен и плиты.

Под давлением сжатого воздуха бетонную смесь послойно наносят на бетонную поверхность. Такой метод называют торкретированием. Существует два вида торкретирования: мокрое и сухое. При первом способе к соплу поступает уже готовый бетонный раствор, при втором – неувлажненная бетонная смесь подается к соплу по шлангу, где смачивается водой и выбрасывается на торкретируемую поверхность.

Как показывает практика, метод нанесения влажной смеси более предпочтителен. Это обусловлено рядом причин: при этом методе нанесения нужен менее мощный компрессор, небольшой относительного сухого отскок материала – не более 10 %. Плотность бетона в нанесенном слое несколько ниже, чем при сухом методе.

Бетонную смесь В25 для торкретирования производят на месте в небольшой бетономешалке. Компоненты используются в следующем соотношении (из расчета на 1 м³): цемент М500 – 300 кг, вода – 150 л, песок – 667 кг, отсев щебня крупностью до 5 мм – 1029 кг. Подача бетона осуществлялась вручную, а нанесение на стены – ручным распылителем, снабженным «ковшом» емкостью около 10 кг.

В настоящее время описанные материалы и технологии используются при возведении жилых домов, как одноэтажных, так и сложных с архитектурной точки зрения многоэтажных жилых домов, в частности, широкое применение технология получает в области энергоэффективного малоэтажного строительства с высокими требованиями к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций.

В России необходимо развивать рынок энергоэффективных строительных материалов, изделий, технологий, конструктивных и инженерных решений. Инвестирование в современные материалы и технологии – экономически целесообразно. Дополнительные инвестиции в увеличение теплозащиты будут многократно возвращены за счет большой экономии в потреблении энергии во время жизненного цикла здания.

Литература:

1. «Энергоэффективность России: скрытый резерв». Отчет Всемирного банка и Центра по эффективному использованию энергии.
2. Долгосрочная целевая программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Краснодарского края на период 2011–2020 годов». Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 29 декабря 2010 г. № 1300. – 159 с.
3. Румянцев Б.М. Системы изоляции строительных конструкций : учебное пособие / Румянцев Б.М., Жуков А.Д.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный строительный университет, 2-е изд., перераб. – М. : МГСУ, 2014. – 640 с.
4. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энерго-эффективного дома. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 432 с.
5. Соловьева Е.В., Пахомов И.А. Технология строительства каркасно-монолитных энергоэффективных малоэтажных домов с промежуточным утеплителем (пенополистирольным сердечником) // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 1. – С. 77–82.
6. [http://www.ivd.ru/№7\(119\)июль2008/Строим дом: Вадим Ковалев «Русская стена»](http://www.ivd.ru/№7(119)июль2008/Строимдом:ВадимКовалев«Русскаястена»).
7. <http://www.ursa.ru>
8. <http://www.rockwool.ru>

References:

1. «Energy Efficiency in Russia: Untapped Reserves». The World Bank and the Center for Energy Efficiency.
2. Long-term target program «Energy conservation and energy efficiency in the Krasnodar Territory for the period 2011–2020». Resolution of the Head of Administration (Governor) of Krasnodar Region on 29 December 2010 with № 1300. – 159 p.
3. Rumyantsev B.M. Systems of isolation of construction designs: Manual / Rumyantsev B.M., Zhukov A.D.; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Moscow state construction university, 2nd prod., reslave. – M. : MGSU, 2014. – 640 p.
4. Badin G.M. Construction and reconstruction of low-rise energy-efficient home. – SPb. : BHV-St. Petersburg, 2011. – 432 p.
5. Solovieva E.V., Pakhomov I.A. Construction technology frame-monolithic energy-efficient low-rise buildings with intermediate insulation (polystyrene foam core) // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 1. – С. 77–82.
6. [http://www.ivd.ru/№7\(119\)July 2008 / Building a House: Vadim Kovalev «Russian Wall»](http://www.ivd.ru/№7(119)July2008/BuildingaHouse:VadimKovalev«RussianWall»).
7. <http://www.ursa.ru>
8. <http://www.rockwool.ru>

УДК 656.073

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕРЕВОЗОК ПассажиРОВ ПО ЗАКАЗАМ В РЕГИОНЕ

FEATURES OF THE SYSTEM OF MAINTENANCE OF TRANSPORT ORDERS IN THE REGION

Коновалова Татьяна Вячеславовна

Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(861) 275-86-19

Надирян София Левоновна

Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(918) 465-80-19
sofi008008@yandex.ru

Миронова Мария Петровна

Кубанский государственный
технологический университет

Konovalova Tatiana Vyacheslavovna

Kuban State University of Technology
Ph.: +7(861) 275-86-19

Nadiryan Sofiya Levonovna

Kuban State University of Technology
Ph.: +7(918) 465-80-19
sofi008008@yandex.ru

Mironova Mariya Petrovna

Kuban State University of Technology

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим особенности системы обслуживания перевозок пассажиров по заказам в регионе. Рынок перевозчиков, осуществляющих перевозки пассажиров по заказам весьма обширен и разнообразен, однако всегда присутствуют риски, связанные с финансами, качеством предоставляемых услуг, достоверностью информации о перевозчике и безопасностью. В связи с вышеизложенным, можно сделать вывод, что совершенствование системы обслуживания перевозок пассажиров по заказам – это важный элемент повышения качества транспортного обслуживания населения в регионе.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, пассажиры, перевозчики, транспортное обслуживание, инвестиционная привлекательность.

Annotation. In this article we consider the peculiarities of the system of maintenance of transport orders in the region. The market for carriers transporting passengers on the orders of a very extensive and varied, however there are always risks associated with Finance, quality of services, accuracy of information about carrier safety. In connection with the foregoing, it can be concluded that the improvement of transport orders is an important element of improving the quality of transport service of the population in the region.

Keywords: road transport, passengers, carriers, transport service, investment attractiveness.

В результате ряда исследований было выявлено, что в последние годы существенно возрос спрос на перевозки пассажиров (частных лиц или работников предприятий различных форм собственности) автобусами малой вместимости или легковыми автомобилями. Цели поездок разнообразны: экскурсии, трансферы от вокзалов и аэропортов и др. Перевозки пассажиров по заказу приобретают особенную актуальность во время проведения массовых мероприятий, корпоративов, юбилеев, свадеб и т.п. Рынок перевозчиков, осуществляющих перевозки пассажиров по заказам весьма обширен и разнообразен, однако всегда присутствуют риски, связанные с финансами, качеством предоставляемых услуг, достоверностью информации о перевозчике и безопасностью. В связи с вышеизложенным, можно сделать вывод, что совершенствование системы обслуживания перевозок пассажиров по заказам – это важный элемент повышения качества транспортного обслуживания населения в регионе.

Перевозчикам, осуществляющим данный вид деятельности, очень важно определить особенности организации перевозок пассажиров. Правильная организация деятельности в дальнейшем позволит избежать проблем с государственными контролирующими органами, занять выгодное положение на рынке транспортных услуг и повысить уровень безопасности перевозочного процесса [1].

На начальном этапе организации необходимо определить законодательную и нормативную базу, регулирующую перевозки пассажиров и багажа по заказам. Отношения по перевозке пассажиров и багажа по заказам автомобильным транспортом регламентируются нормами Гражданского кодекса РФ [2, 3], федерального закона [4], устава [5] Постановление Правительства РФ [5] и др.

На основании [5, 6] приняты общие правила выполнения перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом, а также требования предъявляемые к оборудованию транспортных средств и к остановочным пунктам, используемым при перевозке неопределенного круга лиц.

Так как перевозка пассажиров связана с большой ответственностью перед людьми, к ней предъявляются повышенные требования безопасности. Требования, предъявляемые к перевозчику, транспортным средствам, а также о обязательном предрейсовом медицинском осмотре и порядок прохождения технического обслуживания (ТО). при осуществлении перевозки пассажиров регламентированы в [4].

Все вышеперечисленные требования обязательны для применения всеми перевозчиками независимо от формы собственности на территории РФ.

Деятельность по перевозкам пассажиров и багажа по заказам автомобильным транспортом не требует лицензирования, однако согласно Постановления Правительства РФ [6] требует уведомления о порядке начала осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности (за исключением осуществления таких перевозок по маршрутам регулярных перевозок, а также для обеспечения собственных нужд юридических лиц, индивидуальных предпринимателей). Уведомление представляется юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, предполагающим выполнять работы (оказывать услуги) в соответствии с перечнем работ и услуг в составе отдельных видов предпринимательской деятельности в соответствующие контролирующие государственные органы. А именно в Федеральную службу по надзору в сфере транспорта (ее территориальный орган).

Стратегией [7] определено, высокие темпы роста экономики будут поддерживаться за счет развития приоритетных комплексов края с ярко выраженным мультипликативным экономическим и социальным эффектом, высокой долей добавленной стоимости и значительным потенциалом роста. Необходимым для решения этой задачи потенциалом обладают транспортный комплекс, курортно-рекреационный и туристский комплекс.

В области пассажирских перевозок автомобильным транспортом с учетом увеличения количества отдыхающих, прибывающих в Краснодарский край из других регионов, а также увеличения подвижности населения края в летний период планируется реализация следующих стратегических действий [7, 8]:

- формирование эффективного нормативно-правового механизма рыночного и государственного регулирования пассажирских перевозок, регламентирующего деятельность субъектов отрасли;
- приведение фактического количества транспортных средств, задействованных в перевозке пассажиров, в соответствие с экономически обоснованным для улучшения финансовых результатов деятельности специализированных автотранспортных предприятий края, а также для увеличения пропускной способности улично-дорожной сети края, увеличения технической скорости движения транспорта общего пользования;
- открытие на паритетной основе новых междугородных, межобластных, международных автобусных маршрутов; открытие туристических, экскурсионных маршрутов, что повлияет на увеличение пассажиропотока отдыхающих до 5 процентов, и, как следствие, увеличение доходов санаторно-курортного комплекса края в среднем на 1–2 процента;
- повышение инвестиционной привлекательности сектора перевозки пассажиров автомобильным транспортом путем развития частно-государственного (муниципального) партнерства с привлечением бизнеса, заводов-изготовителей подвижного состава и бизнес-структур; а также формирование региональной тарифной политики в области пассажирских перевозок, предусматривающей рентабельную работу перевозчиков различных форм собственности.

В связи с вышеизложенным, можно утверждать, что совершенствование системы обслуживания перевозок пассажиров по заказам – это реальный инструмент реализации задач Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края в транспортном комплексе, курортно-рекреационном и туристском комплексе.

Литература:

1. Методические основы оценки эффективности системы управления безопасностью движения на автотранспортных предприятиях / Коновалова Т.В., Надирян С.Л. – Краснодар : ФГБОУ ВПО «КубТУ», 2015. – 183 с.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) от 30.11.1994 № 51-ФЗ (ред. от 06.04.2015).
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 № 14-ФЗ (ред. от 06.04.2015).
4. Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10 декабря 1995 года № 196-ФЗ.
5. Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта от 8 ноября 2007 г. № 259-ФЗ.
6. Постановление Правительства Российской Федерации «Об уведомительном порядке начала осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности» от 16.07.2009 г. № 584.
7. Закон Краснодарского края «О Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2020 года». Принят Законодательным Собранием Краснодарского края 16 апреля 2008 года.
8. К вопросу оценки и управления инвестиционными рисками / Коновалова Т.В., Надирян С.Л. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2014. – № 2. – С. 61–63.

References:

1. Methodological foundations of assessment of effectiveness of the management system of safety on transport companies / Konovalova T.V., Nadiryan S.L. – Krasnodar : FGBOU VPO «KudNU», 2015. – 183 p.
2. Of the Civil code of the Russian Federation (part one) from 30.11.1994 № 51-FZ (as amended on 06.04.2015).
3. Of the Civil code of the Russian Federation (part two) from 26.01.1996 № 14-FZ (as amended on 06.04.2015).
4. Federal law «On road safety». December 10, 1995 № 196-FZ.
5. The Charter of road transport and urban land-electric transport, dated November 8, 2007 № 259-FZ.
6. Decree of the Government of the Russian Federation «About a notifying order of the beginning of implementation of separate types of entrepreneurial activity» dated 16.07.2009, № 584.
7. The Law of the Krasnodar territory «On the Strategy for socio-economic development of Krasnodar region till 2020». Adopted by the Legislative Assembly of Krasnodar region on 16 April 2008.
8. To the question of assessing and managing investment risks / Konovalova T.V., Nadiryan S.L. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2014. – No. 2. – P. 61–63.

УДК 656.073

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕГИОНЕ

THE PECULIARITIES OF THE SYSTEM OF TRANSPORT SERVICE OF PRODUCTION ENTERPRISES IN THE REGION

Коновалова Татьяна Вячеславовна

Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(861) 275-86-19

Надирян София Леоновна

Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(918) 465-80-19
sofi008008@yandex.ru

Недашковская Анастасия Олеговна

Кубанский государственный
технологический университет

Konovalova Tatiana Vyacheslavovna

Kuban State University of Technology
Ph.: +7(861) 275-86-19

Nadiryana Sofiya Levonovna

Kuban State University of Technology
Ph.: +7(918) 465-80-19
sofi008008@yandex.ru

Nedashkovskaya Anastasia Olegovna

Kuban State University of Technology

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим особенности системы транспортного обслуживания производственных предприятий в регионе. В результате исследований было выявлено, что при реализации хозяйственной деятельности производственные предприятия неизбежно сталкиваются с проблемой повышения эффективности системы транспортного обслуживания для снижения доли транспортных затрат в себестоимости продукции. Выбор способов повышения эффективности системы транспортного обслуживания зачастую происходит интуитивно на основе практического опыта.

Ключевые слова: логистика, транспортные затраты, себестоимость, транспортное обслуживание, коммерциализация.

Annotation. In this article we consider the peculiarities of the system of transport service of production enterprises in the region. As a result of the studies, it was found that in case of implementation of economic activity of industrial enterprises inevitably face the problem of increasing the efficiency of the transport service system to reduce the share of transport expenses in the cost of production. The choice of ways of increasing the efficiency of transport services often occurs intuitively on the basis of practical experience.

Keywords: logistics, transport cost, cost, transportation, commercialization.

Целью хозяйственной деятельности любого производственного предприятия является достижение устойчивого положительного финансового результата. В обеспечении нормального функционирования технологических процессов производственных предприятий важную роль играет транспорт: это и доставка сырья, материалов, оборудования, и сбыт продукции, и обслуживание основных производственных процессов, и доставка работников к месту приложения труда. В связи с этим, одним из резервов повышения эффективности деятельности производственных предприятий можно считать повышение эффективности транспортного обслуживания.

Для достижения этой цели необходимо решить ряд задач:

1. Изучение и систематизация элементов производственно-хозяйственной деятельности, требующих транспортного обслуживания.
2. Определение требуемых параметров транспортного обслуживания производства.
3. Разработка методики оценки эффективности системы транспортного обслуживания производственных предприятий с учетом региональных и технологических особенностей.

В результате исследований было выявлено, что при реализации хозяйственной деятельности производственные предприятия неизбежно сталкиваются с проблемой повышения эффективности системы транспортного обслуживания для снижения доли транспортных затрат в себестоимости продукции. Выбор способов повышения эффективности системы транспортного обслуживания зачастую происходит интуитивно на основе практического опыта.

Научное обоснование принимаемых решений в области транспортного обслуживания производства может существенно снизить риски повышения транспортных затрат, а следовательно и себестоимости продукции. Снизить транспортные затраты любого производственного предприятия возможно с помощью выбора эффективной системы транспортного обслуживания.

Логика экономического развития производства предполагает постоянное позитивное развитие всех подсистем производственного предприятия, в том числе и транспорта [1, 2]. Предлагается следующий алгоритм исследования и совершенствования системы транспортного обслуживания производственных предприятий:

- классификация элементов производственно-хозяйственной деятельности по виду необходимого транспортного обслуживания;
- разработка методики оценки эффективности системы транспортного обслуживания производственных предприятий с учетом региональных и технологических особенностей;
- разработка методики выбора подвижного состава по заданному критерию.

Работая по заданному алгоритму, производственные предприятия могут добиться определенных результатов:

1. Снижения затрат на транспортное обслуживание производственно-хозяйственной деятельности.
2. Определения требуемых параметров транспортного обслуживания производства.
3. Систематизации элементов производственно-хозяйственной деятельности, требующих транспортного обслуживания.
4. Повышения эффективности системы транспортного обслуживания производственных предприятий с учетом региональных и технологических особенностей.

Самым сложным вопросом в предлагаемом алгоритме исследования и совершенствования системы транспортного обслуживания производственных предприятий остается научное обоснование выбора системы транспортного обслуживания. При этом выбор критерия – процесс субъективный, также требующий научного обоснования. Этот вопрос требует глубокого изучения и послужит темой дальнейшего исследования.

Инновационную методику по снижению затрат на транспортное обслуживание хозяйственной деятельности производственных предприятий в дальнейшем можно реализовать на рынке (коммерциализировать). В качестве источника финансирования при реализации данной методики могут выступать частные инвесторы (производственные предприятия). Конкурентами при реализации данного проекта можно условно считать организации, специализирующиеся на автомобильных перевозках [1, 3]. Данная методика отличается от существующих у конкурентов тем, что базируется не только на анализе хозяйственной деятельности производственного предприятия, но и на комплексной оценке требуемых показателей его транспортного обслуживания.

В ходе исследования был изучен зарубежный опыт, технологии транспортного обслуживания производственных предприятий, рассмотрены различные способы выбора подвижного состава, обслуживающего производственные предприятия, обоснована актуальность, научная новизна и практическая значимость методики повышения эффективности системы транспортного обслуживания производственных предприятий в регионе. Уточнена классификации элементов производственно-хозяйственной деятельности по виду необходимого транспортного обслуживания.

Были обобщены исходные данные для оценки эффективности инвестиционных проектов региона в рамках реализации стратегических целей транспортного обслуживания для определения экономичности, продуктивности и результативности использо-

вания их основных фондов. Разработаны рекомендации по снижению затрат на транспортное обслуживание.

Литература:

1. Пути повышения экономической эффективности автотранспортной деятельности / Коновалова Т.В., Надирян С.Л. В сборнике «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения». Материалы IX Международной заочной научно-технической конференции. – Пенза : Изд. «АДИ ПГУАС», 2015. – С. 156–159.

2. Особенности финансово-экономического анализа деятельности автотранспортных предприятий / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Ненастин С.В. // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2015. – № 3. – С. 137–141.

3. Применение функционально-стоимостного анализа для повышения эффективности автотранспортной деятельности / Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Денисова А.С. // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 1. – С. 83–84.

References:

1. Ways to improve the economic efficiency of the road transport activities / Konovalova T.V., Nadiryan S.L. In the collection «Problems of quality and maintenance of vehicles: road traffic organization and road safety». Materials of IX International scientific-technical conference. – Penza : Ed. «ADI PGWS», 2015. – P. 156–159.

2. Features of financial and economic analysis of activity of motor transport enterprises / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Nenactin S.V. // Vestnik of Siberian state automobile and highway Academy. – 2015. – No. 3. – P. 137–141.

3. Applying functional cost analysis to improve the efficiency of the road transport activities / Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Denisova A.S. // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – No. 1. – P. 83–84.

УДК 33

**НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА
ПО РАЗРАБОТКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ
ПРОГРАММЫ ПО ОСВОЕНИЮ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**THE NEW PRINCIPLES OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP
ON DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL TARGET
PROGRAM FOR DEVELOPMENT OF THE BLACK SEA COAST OF
THE RUSSIAN FEDERATION**

Клещенко Юрий Александрович

кандидат экономических наук,
генеральный директор Группы компаний
«Строительно-монтажное управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Третьяков Рудольф Михайлович

профессор, доктор экономических наук,
Президент Академии проблем подъема
экономики России, г. Москва
tretyakova.kseni@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется система управления процессами взаимодействия государства и частного бизнеса в условиях современной экономики. Авторами доказывается, что исследуемые направления государственно-частного партнерства должны строиться на основе современных правовых и экономических методах.

Ключевые слова: государственно-частное партнерство, реформирование, сотрудничество.

Kleshchenko Yury Aleksandrovich
Candidate of Economic Sciences,
CEO of Gruppy kompany Construction
Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Tretjakov Rudolf Mikhaylovich
Professor, Doctor of Economics,
President of Academy of problems of
economic recovery of Russia, Moscow
tretyakova.kseni@mail.ru

Annotation. In article the control system of processes of interaction of the state and private business in the conditions of modern economy is investigated. By authors it is proved that the studied directions of public-private partnership have to be under construction on the basis of modern legal and economic methods.

Keywords: public-private partnership, reforming, cooperation.

В настоящее время в экономике ряда развитых и развивающихся стран широкое распространение принимает новая особая форма взаимодействия государства и частного бизнеса – государственно-частное партнерство. Государственно-частное партнерство представляет собой организационное и институциональное объединение государства и частного бизнеса с целью реализации общественно значимых проектов в масштабе всей страны или отдельных территорий. Значительные изменения происходят в формах и методах управления производственной и социальной инфраструктуры, по традиции находящиеся в государственной собственности: коммунальные и энергетические сети, морские и речные порты, аэропорта; здравоохранение, образование, правоохранительная и военная области.

Эти изменения характеризуют ослабление непосредственного влияния государства в экономике и параллельное усиление ее государственного регулирования в различных формах. Причиной такого поведения является недовольство государства работой публичных служб по обеспечению и обслуживанию общества. Вытекающее из этого следствие представляет собой партнерство государства и частного сектора [1].

Учитывая интенсивное развитие многообразных форм государственно-частного партнерства во всех регионах мира, применение в различных отраслях экономики, эту форму взаимодействия можно трактовать как характерную черту современной смешанной экономики.

Смешанная экономика представляет собой экономику с элементами рынка и командной формы управления. Эта некая альтернативная форма управления. В

настоящее время в США значительная часть решений принимается рынком. Однако роль правительства страны от этого не угасает, наоборот, государство играет важную роль в работе рынка: издаются указы и положения, регулирующие экономическую среду, предоставляются услуги в сфере здравоохранения, образования и охраны правопорядка, контролируется бизнес и загрязнение окружающей среды.

Интерес бизнеса обусловлен заинтересованностью в максимизации прибыли от реализации проектов, т.к. обладая хозяйственной свободой в проектах, предоставляемой государством, частный сектор стремится к увеличению производительности труда и нововведениям. Во-вторых, бизнес, при неудачном стечении обстоятельств при реализации проекта, получает достаточные гарантии возврата вложенных средств в реализацию проекта, т.к. государство несет определенные риски. В некоторых случаях, при высококачественном обслуживании государство доплачивает своему партнеру. И последнее, частный сектор получает в долговременное управление активы государства на льготных условиях платы [3].

Заинтересованность же государства состоит в том, что оно может переложить часть расходов по содержанию и инвестированию имущества на частный сектор. Так же, за счет арендных и концессионных платежей, государственные структуры получают дополнительный источник доходов в бюджет.

В число положительных сторон партнерства относится повышение качества товаров и услуг, во-вторых, решаются социально – экономические проблемы. А также, теперь уже высвобожденные средства государство может потратить на решение других более значимых задач и выполнение своих первоочередных функций.

Согласно концепции либералов, границы вмешательства государства должны быть существенно сокращены, «рынок есть саморегулирующая среда, или что частная собственность намного эффективней государственной». Под действием неблагоприятного состояния экономики некоторых стран и данных стереотипов, правительство этих стран принялись усиленно применять новую политику – приватизацию. Как известно последствия оказались не самыми утешительными – произошло расхождение в целях государства и частных интересов. Чтобы исправить положение понадобились новые формы. Государственно-частное партнерство же оказалось наиболее успешно применимой в некоторых приватизированных странах. Государственно-частное партнерство – это полуприватизированная форма, следовательно, приватизация не отменяется. Конечно, есть такие сферы, где частные предприятия могут функционировать и без государственной поддержки и вмешательства, но традиционные сферы государственной ответственности: инфраструктура, национальная оборона, образование и т.д., не представляют особого интереса бизнесу и, в конечном счете, могут исчезнуть, что может привести к нарушению социально-экономического обеспечения, поэтому такие активы не могут передаваться в частные руки. Из этого следует право на данное определение как некой альтернативной приватизации.

Как привлечь инвестора к реализации государственных проектов. Бизнес зачастую не видит определенных целей государства и его готовность к сотрудничеству.

Во-первых, государство должно признать сотрудничество с новым субъектом рыночной экономики, должно определиться со сферами и целями реализации общественно значимых проектов.

Во-вторых, укрепить законодательную базу.

И последнее, это создание административного аппарата, готового к реализации созданных проектов.

Анализ причин следует дополнить анализом моделей и форм. После выполнения всех вышеизложенных условий, государственные структуры и частный сектор вступают в партнерство, которое закрепляется определенными договорами, контрактами, соглашениями и т.д. В зависимости от степени интенсивности решаемых задач в рамках государственно-частного партнерства все существующие формы партнерства можно классифицировать на отдельные модели. Для задач государственно-частного партнерства различают организационные модели, модели финансирования и кооперации [2].

При организационной модели глубокого вторжения в отношения собственности не происходит, сотрудничество заключается путем привлечения третьих лиц, органи-

заций, «переуступки отдельных функций и контрактных обязательств, использования возможностей передачи объектов во внешнее управление».

К этой модели относят наиболее распространенный тип – концессии. Модель финансирования представляет собой коммерческий наем, аренда, лизинг и различные формы финансирования. Модель кооперации это объединение усилий партнеров, представленное в различных формах и методах для создания новой потребительской стоимости как публичного блага. Обычно такая кооперация представляет собой сложную структуру, особенно в сфере производства [7].

Формы государственно-частного партнерства представляют собой:

Государственные контракты как административный договор, составленный между государством и частной фирмой для осуществления особо полезных и необходимых видов деятельности: контракты на выполнение работ по финансированию, проектированию, строительству, на оказание общественных услуг, на управление, на поставку государственных нужд, для оказания технической помощи и т.д. Особенностью такой формы является то, что государство не передает права собственности частному предпринимателю. Вся деятельность по контракту (строительство, закупка материалов) осуществляется на средства государства, а частный сектор выступает подрядчиком и не имеет права произвольно распоряжаться полученными средствами. Интерес же частного партнера состоит в получаемой доле в доходе и прибыли. Однако следует заметить, что это весьма привлекательный бизнес, т.к. кроме устойчивых доходов, предоставляются всевозможные льготы и некий престиж.

Аренда государственной собственности (здания, оборудования и т.д.) и в форме лизинга. Смысл арендных отношений заключается в передаче частному сектору государственное и муниципальное имущество во временное пользование и за определенную плату. По традиции предполагается возврат арендованного имущества арендатору, при этом право на распоряжение остается за государством, но возможны исключения в виде выкупа арендованного объекта, в специально оговоренных случаях. Главной особенностью является получение государством прибыли в виде арендных платежей. В случае лизинга лизингополучатель, т.е. частный сектор в любом случае имеет право выкупить арендованное государственное или муниципальное имущество.

Совместные государственно-частные предприятия. Они создаются в основном путем акционирования или на основе долевого участия сторон без выпуска акций. Степень свободы частного сектора определяется долей сторон в капитале. Также в зависимости от такой доли распределяются риски между участниками.

Концессии (концессионное соглашение) – форма отношений между государством и частным бизнесом, получающее все большее распространение. Особенность состоит в том, что государство, оставаясь полноправным собственником имущества, уполномочивает частного партнера выполнять в течение определенного срока определенные функции, которые оговариваются в соглашении, наделяя его при этом соответствующими правомочиями. Одно из них заключается в том, что он получает исключительное право не допускать аналогичной деятельности других лиц и самого государства. За пользование государственной или муниципальной собственностью концессионер вносит плату, оговариваемые в соглашении. На выработанную продукцию концессионер получает право собственности. По этому соглашению концессионер (частный партнер) обязан подчиниться требованиям публичных интересов, оказывать соответствующие услуги, делать их общедоступными и устанавливать одинаковый тариф на эти услуги. В случае обстоятельств, приносящие угрозу обществу, государство принимает законные меры, не прописанные в соглашении [1].

Соглашения о разделе продукции. Эта форма напоминает традиционную концессию, но все же имеет некоторые отличия. В концессии говорится о том, что выпущенная продукция полностью принадлежит концессионеру, в случае такой формы частный партнер государства имеет право только на ее часть, которые оговариваются в специальном соглашении.

Для проведения анализа и четкого представления структуры развития партнерства начать, пожалуй, следует, с изучения эволюции государственно-частного парт-

нерства как комплексного явления, который выявляет очевидную зависимость между уровнем присутствия его в экономике и господствующей государственной идеологией.

Так, в Чехии был реализован проблемный инфраструктурный проект. Частные инвестиции в этой стране привлекаются по британской модели частной финансовой инициативе (PFI). Опыт этой страны говорит о тех опасностях и проблемах, с которыми может столкнуться государственный партнер, имеющий недостаточный опыт и подготовку в реализации и применении партнерства. Итак, для сооружения отрезка автобана, протяженностью 80 км, частным предпринимателем был предложен весьма интересный и привлекательный на первый взгляд проект, на что он получил внеконкурсный подряд [3].

Проблема собственно состояла в отсутствии достаточного опыта ГЧП и недооценки командой государственного партнера намерений частного подрядчика, который в свою очередь изначально не имел особого стремления в реализации проекта. В конечном итоге предложенная им структура финансирования сводилась к перекладыванию всех рисков на государство. И результатом было расторжение проекта, и выплата, ко всему прочему, значительной неустойки.

Удачной моделью эффективного сочетания интересов публичного и частного партнеров признан проект по реконструкции крупнейшего аэропорта Германии во Франкфурте-на-Майне. Проект предполагал предварительную стадию приватизации – эмиссию акций, 29 % которых были проданы на фондовой бирже. Держателями остальных акций стали земля Гессен (32,1 %), город Франкфурт (20,5 %) и государство (18,4 %). Сформированное таким образом АО «Фрапорт» намеренно сохранило контроль публичных инвесторов. При этом АО является «частным» акционером других германских аэропортов, т.е. «частная» сторона партнерств в них представлена структурой с преимущественно государственным участием.

В настоящее время денежные средства на развитие транспортной инфраструктуры осуществляется двумя путями: напрямую – для крупных проектов и опосредовано – через государственный фонд развития инфраструктуры.

Таким образом, на базе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Отмечается существенная разница между уровнем социально-экономического развития и приоритетными отраслями для применения в них государственно-частного партнерства – проектов.

2. В любой стране каждой подгруппы правительством выбирается наиболее приоритетная отрасль для реализации государственно-частного партнерства – проектов (в зависимости от степени важности и возможности реализации). К примеру, в Великобритании и Италии, сделки осуществлялись, в основном, в сфере строительства автомобильных и железных дорог.

3. В большей степени успешное взаимодействие интересов государственной структуры и частных представителей, а также полнота ясности и предсказуемости стратегии дальнейшего развития страны.

4. В каждой стране созданы специализированные учреждения, несущие ответственность за осуществление определенной деятельности в масштабах страны. Например, в Великобритании это «публичные корпорации», в Японии это публичные или публично-правовые предприятия, в Швеции право заниматься предпринимательством получают органы исполнительной власти.

5. Широкая и упорядоченная нормативная база, регулирующая контрактные отношения в различных отраслях и позволяющая наиболее полно учесть разнообразие условий функционирования различных сфер.

Проанализировав различные варианты взаимодействия бизнеса и власти в мировом масштабе, рассмотрим развитие и успехи взаимоотношений государственного и частного секторов в России.

В жизни российской экономики сама возможность партнерских отношений между государством и бизнесом до начала текущего столетия казалась маловероятной. В советское время государство, при руководящей роли партии, исполняло роль строгого, но рачительного опекуна, заботящегося об ускорении роста, перестройки экономики и т.п., с развитием же либеральных реформ наметилась противоположная тенденция –

освобождение экономики от прямого государственного вмешательства, доминировавшего в экономической стратегии, из-за слабости механизмов экономического регулирования в условиях спада во второй половине 90-х годов. Вследствие этого взаимовыгодное партнерство между государством и бизнесом было признано необходимым элементом государственной политики только в начале 2000-х гг., когда в экономической жизни страны стал насущным переход от экономики, основанной на эксплуатации сырьевых отраслей, к экономике знаний и развитию высоких технологий. В результате первостепенное значение приобрели вопросы, касающиеся четкого законодательного сопровождения развитию партнерства и определения самого понятия государственно-частного партнерства. Вопросы приобрели особую остроту при появлении признаков мирового финансового кризиса.

Наравне с успехами и результатами имеются и некоторые сложности и прорехи в реализации проектов:

1. Нет согласованности действий при разработке и реализации проектов.
2. Законодательство не содержит специальных положений, целенаправленно регулирующих тот или иной аспект реализации проектов.
3. Недостаток финансовых ресурсов и неэффективное использование имеющихся средств.
4. Недоверие муниципалитетных органов к частным операторам.
5. Муниципальные активы не всегда зарегистрированы в установленном порядке, поэтому не могут быть переданы в управление частному сектору.
6. Пробелы в инвестиционных соглашениях и отсутствие судебной практики по решению спорных вопросов.
7. Отсутствие единой концепции государственно-частного партнерства, отсюда проблемы с правовым обеспечением проектов, плохо структурированные соглашения, малоинтересные для инвесторов экономические модели и допустимые финансовые механизмы.
8. Отсутствие единого центра для выработки общей позиции государственных органов, координация их деятельности при реализации принятых решений.

Анализируя развитие партнерства в зарубежных странах, особо хочется подчеркнуть тот факт, что эти страны готовы к новым переменам и развитию особых экономических отношений, что представители и правительство стран имеет четкое направление деятельности с частным сектором, имеет достаточное и объемное количество проектов реализации стратегически важных объектов, в зависимости от уровня развития страны и ее экономического положения. Также особо развиты специализированные учреждения, несущие ответственность за осуществление определенной деятельности в масштабах страны. Все это говорит в пользу наиболее успешного развития государственно-частных проектов и их значительное влияние на экономику стран [5].

Обобщая анализ развития партнерства в ряде зарубежных стран, и соотнося все с российской аналогией, можно сделать вывод, что развитие государственно-частного партнерства в России особенно необходимо, так как страна находится на сложном этапе экономического развития, а также имеет место развитие экономического кризиса.

Перспективы перехода на более высокий уровень развития рынка государственно-частного партнерства зависит от внутренних и внешних экономических, институциональных и политических факторов. Несмотря на всю быстроту развития на мировых финансовых рынках и существенное ухудшение экономической ситуации в России, институциональные инвесторы готовы вкладывать в проекты с невысоким риском и умеренными требованиями к начальной сумме инвестиций. Особо отмечается развитие государственно-частного проектов в сфере транспортной инфраструктуры, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики, а также промышленности и строительства. Это предполагает значительные изменения в отношении частных операторов, переход к возможности рационального сочетания свободной конкуренции с мерами госрегулирования и обеспечения интересов общества.

Суммируя все показатели и возможности государственно-частного партнерства, необходимо выразиться в пользу такой новой формы взаимоотношений государства с

частным бизнесом. Во-первых, государственно-частное партнерство является одним из механизмов смешанной экономики, позволяющий развивать отношения бизнеса и государства, во вторых это возможность государства нахождения источника бюджетных доходов, а у частного сектора – возможность владения и распоряжения государственными и муниципальными активами, а также возможность получения различных государственных привилегий. В третьих, объединение усилий государства и частного предпринимательства в рамках конкретных проектов формирует их дополнительные конкурентные преимущества. И последнее, это удачный механизм нахождения экономического и социального консенсуса, внедрение новых разработок и технологий, с помощью идей, логических и хладнокровных рассуждений бизнеса в сочетании с упорядоченностью и властью государственных структур.

Таким образом, можно сделать вывод что государственно-частное партнерство в современном мире при грамотном и рациональном поведении – механизм, который может стать основой создания высокотехнологических корпоративных структур, призванных обеспечить ориентацию бизнеса и государства на решение задач, связанных с выводом реального сектора экономики из финансового кризиса.

Литература:

1. Алпатов А.А. Государственно-частное партнерство: Механизмы реализации. – М. : Альпина Паблишерз, 2010.
2. Борщевский Г.А. Государственно-частное партнерство учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М. : Юрайт, 2015.
3. Дуброва Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов. Серия: Университетская серия. – М. : Маркет ДС, 2010.
4. Кудров В.М. Мировая экономика: социально-экономические модели развития. – М. : Магистр, 2009.
5. Региональная экономика Серия: Золотой фонд российских учебников / под ред. Т.Г. Морозовой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
6. Самофалова Е.В. Государственное регулирование национальной экономики. – М. : КноРус, 2007.
7. Системный мониторинг: Глобальное и региональное развитие. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.
8. Фоломьев А.Н. Экономический потенциал России: развитие и эффективное использование. – М. : РАГС, 2010.
9. Йескомб Э.Р. Государственно-частное партнерство: Основные принципы финансирования. – М. : Альпина Паблишер, 2015.

References:

1. Alpatov A.A. Public-private partnership: Realization mechanisms. – М. : Alpina Pablisherz, 2010.
2. Borschevsky G.A. Public-private partnership the textbook and a practical work for a bachelor degree and a magistracy. – М. : Yurayt, 2015.
3. Dubrova T.A. Forecasting of social and economic processes. Series: University series. – М. : DS market, 2010.
4. Kudrov V.M. World economy: social and economic models of development. – М. : Master, 2009.
5. Regional economy Series: Gold fund of the Russian textbooks / under the editorship of T.G. Morozova. – М. : UNITY-DANA, 2010.
6. Samofalova E.V. State regulation of national economy. – М. : Knorus, 2007.
7. System monitoring: Global and regional development. – М. : Book house of «LIBROKOM», 2010.
8. Folomyev A.N. Ekonomichesky capacity of Russia: development and effective use. – М. : RAGS, 2010.
9. Yeskomb E.R. Public-private partnership: Basic principles of financing. – М. : Alpina Pablisher, 2015.

УДК 33

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РАЗВИТИЮ И КОМПЛЕКСНОЙ ЗАСТРОЙКЕ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

SYSTEM APPROACH TO DEVELOPMENT AND COMPLEX BUILDING OF A RESORT ZONE OF THE BLACK SEA AND AZOV COAST OF THE RUSSIAN FEDERATION

Клещенко Юрий Александрович

кандидат экономических наук,
генеральный директор Группы компаний
«Строительно-монтажное управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Аннотация. В статье исследуется системный подход в развитии курортной зоны Черноморско-Азовского побережья Российской Федерации. Автором доказывается необходимость принятия решений по развитию, застройке и освоению Черноморско-Азовского побережья.

Ключевые слова: Черноморско-Азовское побережье, застройка, сотрудничество.

Kleshchenko Yury Aleksandrovich
Candidate of Economic Sciences,
CEO of Gruppy kompany Construction
Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Annotation. In article system approach in development of a resort zone of the Black Sea and Azov coast of the Russian Federation is investigated. The author proves need of decision-making on development, building and development of the Black Sea and Azov coast.

Keywords: Black Sea and Azov coast, building, cooperation.

Азово-Черноморское побережье Краснодарского края представляет собой сложившийся курортно-рекреационный регион, являющийся юго-западной границей России. Береговая линия проходит по Черному и Азовскому морям на протяжении 1 160 км.

Восточный берег Азовского моря сложен озерно-аллювиальными отложениями, поэтому испытывает значительное опускание и наибольшую интенсивность размыва.

Следует отметить, что ведомственный подход к использованию пляжей, нарушение требований природоохранного, водного и земельного законодательства при их эксплуатации, отсутствие мониторинга их состояния со стороны соответствующих государственных служб привели к возникновению ситуации, при которой на отдельных участках побережья Черного моря начали резко уменьшаться размеры пляжной полосы. В частности, такие случаи отмечены в городе-курорте Анапа и практически на протяжении всей береговой полосы от города Туапсе до города Сочи.

Так, на протяжении от Туапсе до Адлера пляжи, прилегающие к железной дороге в качестве гидротехнических сооружений (120 км особо охраняемых природных территорий), Северо-Кавказская железная дорога считает своей полосой отвода, что приводит к возникновению конфликтов между Министерством путей сообщения Российской Федерации, санаторно-курортными организациями и администрациями курортных территорий при использовании пляжей для целей рекреации.

Нерациональный подход к прогнозированию и использованию пляжных ресурсов привел к ощутимой нехватке общегородских (муниципальных) пляжей. Дефицит пляжей наблюдается на участках побережья в пределах Геленджикской группы курортов протяженностью 17,5 км и рекреационной площадью 10,7 га и на участках побережья в границах Большого Сочи протяженностью 8,8 км и рекреационной площадью 31 га [6].

Резервные площади рекреационных пляжей отмечаются лишь на сравнительно небольших участках побережья: на участке курорта «Головинка» (в пределах Сочи) и участках побережья поселка пансионата «Гизельдере» и села Шепси на территории Туапсинской группы курортов.

Названные факты являются достаточным условием для создания системы планомерного формирования курортных территорий, включая объекты инженерного обес-

печения и защиты прибрежных территорий, объекты эксплуатации берегозащитных, противооползневых и других сооружений, а также пляжи, которые имеют многофункциональное назначение (лечебно-рекреационное, инженерное, берегозащитное, налоговое, имущественное и другое).

В настоящее время проведение берегозащитных и других работ по инженерной защите пляжей практически не ведется, многие существующие берегозащитные сооружения, в том числе и пляжи, требуют реконструкции или восстановления для выполнения своих непосредственных функций, как гидротехнических, так и рекреационных, так как без пляжей развитие курортов на Азово-Черноморском побережье Краснодарского края практически невозможно [1].

Прекращение работ по созданию систем инженерной защиты территорий курортов ведет к потере устойчивости участков пляжей, активизации негативных процессов, разрушению жилых домов, промышленных объектов, инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, угрозе безопасности населения, большому экономическому ущербу, возникновению чрезвычайных ситуаций и катастроф.

Выходом из ситуации, когда ограниченность существующих пляжей сдерживает развитие санаторно-курортного и туристского комплекса края, может быть сооружение пляжных комплексов на искусственной основе.

Отдельные участки от Анапы до Сочи селеопасны. К третьей категории селевой опасности относятся районы Новороссийска и Туапсе. Причиной селей являются гидрографические факторы и антропогенное воздействие (массовая вырубка лесов).

Из-за отсутствия финансовых ресурсов практически прекращены работы по установлению округов санитарной (горно-санитарной) охраны, устанавливающих особый режим хозяйствования, проживания, природопользования, обеспечивающих защиту и сохранение природных лечебных ресурсов края. Результатом интенсивного и нерационального использования природных лечебных ресурсов является их преждевременное истощение и загрязнение лечебно-оздоровительных местностей Краснодарского края.

Природные лечебные ресурсы Краснодарского края настолько велики и разнообразны, что создают практически неограниченные возможности для развития климатических (приморских, горных, предгорных, равнинных, степных) бальнеогрязевых курортов для лечения самого широкого спектра заболеваний.

Курортно-туристский комплекс является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики Краснодарского края. Объем услуг курортно-туристской отрасли составляет третью часть от общего объема платных услуг населению в крае. Курортно-туристский комплекс Краснодарского края – это 1040 здравниц и более 400 туристских предприятий. Здравницы в период максимального развертывания могут принимать 220 тысяч отдыхающих (это треть емкости всех курортов России). Частный сектор в летнее время может принять около 200 тысяч неорганизованных (без путевок) отдыхающих.

Развитие курортно-туристского комплекса является одним из приоритетных направлений развития края: создание условий для эффективного использования уникальных природно-климатических ресурсов края, расширение материально-технического потенциала курортно-туристских предприятий.

Санаторно-курортный и туристский комплекс Краснодарского края является крупнейшим в Российской Федерации и состоит из 1 030 средних и крупных средств размещения, представленных 839 санаторно-курортными организациями и организациями отдыха с числом мест 198,3 тыс. единиц, 191 гостиницей с числом мест 21,4 тыс. единиц.

Санаторно-курортный и туристский комплекс Азово-Черноморского побережья Краснодарского края занимает в крае ведущее место по числу санаторно-курортных организаций и их вместимости: его доля по числу санаторно-курортных и туристских организаций составляет 75,6 процента, по числу мест в них – 97,2 процента, по числу отдохнувших в них – 95,0 процентов. Доля предприятий гостиничного сектора составляет лишь 30,9 процента, по числу мест в них – 67,4 процента [3].

Функционирование санаторно-курортного и туристского комплекса Азово-Черноморского побережья Краснодарского края характеризуется сезонностью. Так,

число мест в период максимального развертывания в 2,7 раза превышает число круглогодичных мест. И если в организациях санаторного типа число мест в период максимального развертывания превышает число круглогодичных мест в 1,3 раза, то в организациях отдыха и турбазах число мест в этот же период превышает круглогодичный показатель более чем в 5 раз.

В настоящее время в Краснодарском крае широкое распространение получили средства размещения вместимостью от 5 до 30 номеров, принадлежащие индивидуальным предпринимателям и предназначенные для проживания туристов (неорганизованных отдыхающих). Большинство таких объектов строится и вводится в эксплуатацию как индивидуальные жилые дома. Число мест в таких средствах размещения практически сравнялось с коечной емкостью всего санаторно-курортного и туристского комплекса края и в несколько раз превышает номерной фонд традиционных гостиниц.

Малые средства размещения, принося минимальные налоговые доходы в бюджеты всех уровней (около 3 процентов), не восполняют в полном объеме финансовые расходы от использования ими сетей инженерной инфраструктуры (водоснабжение, канализация и так далее).

Необходимо оперативное решение этой проблемы с целью полноценного вовлечения малых средств размещения в санаторно-курортный и туристский комплекс края на общих правах с другими организациями.

Основными препятствиями для получения достоверных стоимостных оценок масштабов санаторно-курортного и туристского комплекса края и его влияния на экономику Краснодарского края являются отсутствие необходимой государственной статистической информации о деятельности санаторно-курортного и туристического комплекса и слабая экономико-статистическая изученность туристской деятельности как на уровне края в целом, так и на уровне муниципальных образований.

Черноморское побережье Краснодарского края является одним из главных курортных районов России. Крупные курорты: Сочи, Анапа, Геленджик, имеются бальнеологические курорты Ейск на Азовском море, Горячий Ключ в предгорьях Западного Кавказа, а также горноклиматическая станция Красная Поляна. Вдоль побережья Чёрного моря и в прилегающих горных районах Западного Кавказа (в том числе по Кавказскому природному биосферному заповеднику) проходят всероссийские туристские маршруты [6].

На курортах Краснодарского края побывали почти 6 млн чел.олек, что составило прирост на 12 % по сравнению. Из них 2,2 млн организованные туристы. В период с мая по октябрь здравницы были заполнены на 74 %. Среди курортных регионов особенно отличилась Анапа, где отдохнуло более миллиона чел.олек. Тот самый миллион россиян, которым так гордится Турция, считая это достижением своей рекламной стратегии, а российский рынок – вторым по значимости приложения усилий. Турки пока не видят в российской Ривьере конкурента. А в ряде других стран Средиземноморья уверены, что через несколько лет побережье Черного моря составит весьма ощутимую конкуренцию раскрученным европейским курортам.

У Кубани есть все – великолепная природа, замечательные лечебные факторы, понимание значимости отрасли на административном уровне и развивающаяся инфраструктура.

В числе позитивных факторов является рекламная стратегия руководства края. Определив для себя целевые рынки – Москва с областью и субъекты ЮФО и вложив деньги в интегрированную рекламу, Краснодарский край и Статистика, позволяет охарактеризовать роль Геленджика в мировом, отечественном и региональном туризме. Доля Геленджика (по прибытиям туристов) в мировом туризме составляет всего 0,15 %, в российском туризме – 2,2 %, а в туризме Краснодарского края, который занимает первое место в России – 25 %. Среднегодовые темпы прироста в показателях прибытий за 5 лет по Краснодарскому краю составляют 20,5 %, а по курорту Геленджик – 17,8 %. Мир и Европа имеют меньшие, но более устойчивые показатели.

В организации туризма на курорте Геленджик принимают участие администрация и все действующие субъекты туризма. Основная функция в организации туризма

принадлежит администрации города-курорта в лице заместителя мэра по курортам и туризму, Управлению по курортам и туризму как основному исполнительному органу администрации, курирующему сферу туризма.

В организации туризма на курорте Геленджик принимают участие администрация и все действующие субъекты туризма. Основная функция в организации туризма принадлежит администрации города-курорта в лице заместителя мэра по курортам и туризму, Управлению по курортам и туризму как основному исполнительному органу администрации, курирующему сферу туризма.

Основные ресурсы города-курорта Геленджик для устойчивого развития туризма определяются наличием уникальных природно-климатических условий, благоприятных для туризма, отдыха, лечения, реабилитации и оздоровления. К основным ресурсам относятся рекреационные, туристические ресурсы, наличие курортно-туристского комплекса (183 здравниц), профессиональные людские ресурсы, способные использовать имеющийся потенциал для приема и обслуживания гостей [6].

Рекреационные ресурсы включают: субтропический климат, горячее солнце, теплое море, горно-морской воздух, разнообразную живописную растительность, гидроминеральные и лечебные источники и грязи.

Туристические ресурсы – это объекты культурного, исторического, археологического и этнического показа, а также ландшафтные памятники природы.

Все это – главные ресурсы развития туризма как базового сектора экономики курорта, который привлекает в настоящее время на лечение и отдых свыше 1 млн туристов в год.

Весь объем бюджетного финансирования санаторно-курортного и туристского комплекса края необходимо направить на реконструкцию существующих и строительство новых инженерных сетей, модернизацию городских коммуникаций (прежде всего очистных сооружений, водоводов, сети тепло- и энергоснабжения), развитие транспортной системы, пляжного хозяйства, инфраструктуры развлечений.

Реализация задач, стоящих перед санаторно-курортным и туристским комплексом края, станет возможной только при наличии выверенной маркетинговой стратегии и тактики, включая коммуникационную составляющую по продвижению курортного и туристского продукта на внутреннем и международном рынках.

Единого федерального органа, осуществляющего государственное регулирование в области туризма и лечебного (рекреационного) туризма как его части, в Российской Федерации не существует. Курортным делом занимается Министерство здравоохранения Российской Федерации, а туризмом – Министерство экономического развития и торговли Российской Федерации. Вследствие отсутствия связи между Минздравом России и Минэкономразвития России проводится несогласованная и разновекторная государственная политика, что, безусловно, отрицательно сказывается на развитии санаторно-курортного комплекса в целом.

Основными направлениями совершенствования законодательства Российской Федерации и законодательства Краснодарского края в сфере санаторно-курортного и туристского комплекса края должны стать:

1) включение вопросов развития санаторно-курортного и туристского комплекса края в долгосрочные программы социально-экономического развития Краснодарского края как приоритетного направления государственной политики;

2) унификация понятийного аппарата в сфере санаторно-курортного и туристского комплекса в соответствии с рекомендациями Всемирной туристской организации и Европейского союза, международными конвенциями и соглашениями, в том числе совершенствование общероссийских классификаторов в части вопросов, отнесенных к туризму и туристской деятельности;

3) дальнейшее совершенствование норм, регламентирующих деятельность санаторно-курортного и туристского комплекса, а также принятие подзаконных актов, направленных на конкретизацию таких норм. Разработка и принятие подзаконных актов, регулирующих предоставление услуг в различных сферах туристской деятельности (культурно-познавательный туризм, конгрессно-выставочный туризм, услуги частных гостиниц, а так-

же туристское обслуживание неорганизованных отдыхающих, экскурсионные услуги), определение порядка осуществления деятельности по продаже прав на клубный отдых, чартерные перевозки воздушным транспортом, морские круизы;

4) разработка и принятие нормативного правового акта о системе туристских обозначений и знаков;

5) разработка и принятие нормативных документов о порядке ведения краевого государственного статистического учета и отчетности в сфере санаторно-курортной и туристской деятельности;

6) разработка и принятие подзаконных нормативных актов о создании и мерах государственной поддержки туристских центров краевого значения, включая вопросы планирования и регулирования туристских потоков на территории края с учетом интересов государства и местного населения;

7) разработка новых стандартов, норм и систем классификации всех сегментов индустрии туризма, отвечающих требованиям Всемирной торговой организации, правилам и стандартам Европейского Союза, внедрение международной системы сертификации услуг в области туризма, в том числе услуг, предоставляемых частными гостиницами;

8) разработка и принятие ряда поправок в действующую законодательную и нормативную базу, а также внесение проектов новых нормативных правовых актов, регламентирующих процесс вовлечения малых средств размещения в санаторно-курортный и туристский комплекс края;

9) разработка нормативных правовых актов о финансовых расчетах в области туризма (дорожные чеки, кредитные карты), выпуске и обращении государственных (муниципальных) ценных бумаг (туристских облигаций), использование которых позволит создать дополнительные источники финансирования объектов индустрии туризма на курортах Краснодарского края [4].

Реализация поставленных задач в сфере туризма и курортного дела возможна в рамках краевой целевой программы, предусматривающей совершенствование законодательного и нормативного обеспечения деятельности санаторно-курортного и туристского комплекса Краснодарского края.

Основные направления развития санаторно-курортного и туристского комплекса края сформированы в условиях незаконченного перехода экономической системы страны от централизованно планируемой экономики к рыночной экономике. Для устойчивого экономического развития санаторно-курортного и туристского комплекса края определены следующие приоритеты:

1) ускоренное завершение основных институциональных преобразований, в том числе:

– совершенствование организационно-экономического механизма развития санаторно-курортного и туристского комплекса края;

– создание новой и совершенствование имеющейся нормативной правовой базы, регуливающей вновь возникающие правоотношения, в том числе связанные с активным использованием индивидуальных домовладений для ведения предпринимательской деятельности в области оказания санаторно-курортных услуг;

– поддержка и развитие въездного, внутреннего туризма;

– совершенствование системы статистического учета и отчетности;

– приведение в соответствие с современными требованиями существующих положений, медицинских стандартов и критериев проведения лицензирования медицинской деятельности санаторно-курортных организаций, аттестации медицинских работников санаторно-курортного комплекса и сертификации оказываемых ими услуг;

– разработка новых стандартов, норм и систем классификации средств размещения туристов, отвечающих требованиям Всемирной туристской организации, правилам и стандартам Европейского союза для всех сегментов индустрии туризма, внедрение международной системы сертификации услуг в области туризма, в том числе услуг, предоставляемых малыми средствами размещения;

2) создание условий для эффективного функционирования объектов санаторно-курортного и туристского комплекса края, в том числе:

– расширение и упрощение краевой программы субсидирования части процентной ставки по кредитам, полученным в кредитных организациях предприятиями санаторно-курортного и туристского комплекса края, в том числе за счет включения в программу предприятий, основным видом деятельности которых оказание санаторно-курортных услуг не является, но которые осуществляют финансирование мероприятий, направленных на развитие курортной инфраструктуры курортных городов и районов края;

– формирование системы поддержки предприятий санаторно-курортного и туристского комплекса края, осуществляющих реконструкцию собственных основных фондов, путем предоставления им налоговых льгот, установления режима административного благоприятствования;

– разработка подпрограммы по подготовке и повышению квалификации кадров, занятых в сфере оказания санаторно-курортных и туристских услуг;

– разработка комплексных методик лечения на основе курортных факторов края; формирование маркетинговой стратегии продвижения санаторно-курортных и туристских услуг на внутреннем и внешнем рынках;

– разработка комплекса мер по обеспечению безопасности туристов, прибывающих на отдых в Краснодарский край;

3) разработка подпрограммы по сохранению природных лечебных ресурсов и улучшению экологии курортов, включающей мероприятия по обеспечению экологической безопасности населения на уровне национальных и международных стандартов, а также по предотвращению техногенных и экологических катастроф;

4) развитие туризма как одной из перспективных отраслей экономики края, способной дать значительный социально-экономический эффект:

– реконструкция и завершение строительства туристских объектов, расположенных в районах с наиболее высоким туристским потенциалом;

– подготовка и создание базового пакета информационно-рекламных материалов о возможностях регионального туристского рынка;

– участие туристских организаций в проведении международных, федеральных и региональных туристских выставок;

– проведение рекламных кампаний в средствах массовой информации с целью формирования положительного имиджа Азово-Черноморского побережья Краснодарского края и продвижения туристского продукта на внутреннем и внешнем рынках.

Министерство экономики России в рамках Всероссийской программы по развитию въездного и внутреннего туризма и отдыха выделило средства на создание рекламного фильма о курортах Кубани. Он выйдет в одной серии с лентами о Байкале, Камчатке, Минеральных Водах и «Золотом кольце России». Документальный фильм покажут центральные телеканалы, а кадры из него будут изданы фотоальбомом на трех языках [7].

Реализация намеченной цели является капиталоемкой и потребует привлечения в эту сферу значительных инвестиционных ресурсов. Объемный масштаб проблем общегосударственного и регионального значения предполагает объединение усилий и концентрацию финансовых ресурсов бюджетов всех уровней. Для этого необходимо создать портфель первоочередных предложений, ориентироваться на консолидированные инвестиционные средства, установив режим наибольшего благоприятствования для приоритетных инвесторов.

Таким образом, необходимо отметить, что проблема привлечения инвестиций является жизненно важной для края. Создание благоприятного инвестиционного климата является приоритетной задачей социально-экономического развития и строительству объектов санаторно-курортного и туристского комплекса края. Для реализации поставленной задачи исключительно важное значение приобретает наличие законодательства Краснодарского края, обеспечивающего прозрачность инвестиционного процесса, стабильность правового поля, защиту прав инвестора как собственника и льготные условия функционирования предприятий в период реализации инвестиционного проекта. В связи с вышеназванным необходимо продолжить работу по совершенствованию законодательства Краснодарского края, стимулирующего инвестиционную деятельность [2].

Литература:

1. Каракеян В.И. Экономика природопользования. – М. : Юрайт, 2014.
2. Курорт Большой Сочи. – Вокруг света, 2008.
3. Региональная экономика. Серия: Золотой фонд российских учебников / под ред. Т.Г. Морозовой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
4. Потаев Г.А. Градостроительство. Теория и практика : учебное пособие. – М. : Форум, 2014.
5. Сухарев Е.Е. Курортное дело. Серия: Библиотека высшей школы. – М. : Омега-Л, 2011.
6. Самофалова Е.В. Государственное регулирование национальной экономики. – М. : КноРус, 2007.
7. Системный мониторинг: Глобальное и региональное развитие. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.
8. Фоломьев А.Н. Экономический потенциал России: развитие и эффективное использование. – М. : РАГС, 2010.

References:

1. Karakeyan V.I. Ekonomika of environmental management. – M. : Yurait, 2014.
2. Resort Greater Sochi. – Round the world, 2008.
3. Regional economy. Series: Gold fund of the Russian textbooks / under the editorship of T.G. Morozova. – M. : UNITY-DANA, 2010.
4. Potayev G.A. Gradostroitelstvo. Theory and practice: manual. – M. : Forum, 2014.
5. Sukharev E.E. Resort business. Series: Library of the higher school. – M. : Omega-L, 2011.
6. Samofalova E.V. State regulation of national economy. – M. : Knorus, 2007.
7. System monitoring: Global and regional development. – M. : Book house of «LIBROKOM», 2010.
8. Folomyev A.N. Ekonomichesky capacity of Russia: development and effective use. – M. : RAGS, 2010.

УДК 33

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВООРУЖЕНИЯ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ

THE BASIC PRINCIPLES OF QUALITY MANAGEMENT OF ARMS IN LIFE CYCLE

Руденко Филипп Григорьевич

кандидат юридических наук,
доцент кафедры гражданского права.
Кубанский социально-экономический институт
Rudenko@krasnodar.arbitr.ru

Третьяков Рудольф Михайлович

профессор, доктор экономических наук,
Президент Академии проблем подъема
экономики России, г. Москва
tretyakova.kseni@mail.ru

Аннотация. В статье исследуются основные принципы и методология управления технологическими процессами, обеспечивающими необходимый уровень качества изделий. необходимый во всем периоде эксплуатации. Автор указывает на то, что исследуемые направления управления процессами производства должны строиться на основе современных экономических методах.

Ключевые слова: стратегическое управление, оборонно-промышленный комплекс, качество вооружения.

Rudenko Philip Grigoryevich

Candidate of jurisprudence,
associate professor of civil law.
Kuban social and economic institute
Rudenko@krasnodar.arbitr.ru

Tretjakov Rudolf Mikhaylovich

Professor, Doctor of Economics,
President of Academy of problems of
economic recovery of Russia, Moscow
tretyakova.kseni@mail.ru

Annotation. In article the basic principles and methodology of management of the technological processes providing a necessary level of quality of products are investigated. necessary in the entire period of operation. The author specifies that the studied directions of management of processes of production have to be under construction on the basis of modern economic methods.

Keywords: strategic management, defense industry complex, quality of arms.

В процессе производства вооружений и военной техники (ВВТ) одним из необходимых условий безусловно является обеспечение высокого качества выпускаемых изделий. Для эффективного управления процессом качества целесообразно использование интенсивных факторов экономического развития. включающие организационно-технические структуры управления качеством. Современный этап экономического развития России предполагает необходимость формирования адекватной системы управления предприятиями и в первую очередь стратегического управления, в том числе и качеством выпускаемых изделий.

По отечественной и международной классификации [5] при оценке этапов жизненного цикла вооружений, в первую очередь необходимо отнести этапы проектирования изделий, и отработка необходимого уровня качества и эксплуатационных характеристик, В нормально функционирующей экономике любого государства, в целях обеспечения необходимого уровня обороноспособности страны, одним из важнейших критериев уровня производства является уровень качества выпускаемых изделий общей техники (ОТ и вооружения и военной техники (ВВТ).

В области совершенствования уровня качества вооружения и военной техники имеется много выполненных научно-исследовательских работ, однако на современном этапе экономического развития производства, необходимо расширить весь спектр методик и принципов управления качеством изделий, включая внедрение комплексных систем управления качеством продукции с учетом управляющего воздействия на формирование качественных характеристик изделий показателей информационного и метрологического обеспечения, стандартизации и унификации, позволяющих охватить

многие взаимосвязанные технологии и методы организации производства, которые позволят обеспечить необходимые характеристики, обеспечивающие требуемый уровень жизненного цикла продукции на всех этапах, включая проектирование, изготовление и эксплуатацию.

При формировании оптимальной системы технологической подготовки производства, обеспечивающей необходимый уровень качества выпускаемой продукции необходимо упорядочить выбор вариантов совокупности оптимальных параметров объектов управления качеством, оценки уровня управления, осуществляемого на различных этапах, а также рационального распределения ресурсов и оценки путей дальнейшего развития уровня разработки систем вооружения.

По традиционно принятой методологии и данным [3] управлять качеством можно с помощью следующих функционально-управляющих воздействий:

а) по результатам испытаний изделий ВВСТ с целью: разработки нормативов качества изделий при испытаниях; планирования уровня качества по календарным срокам, типам изделий, участкам испытаний; учета фактических показателей качества для достижения заданных уровней;

б) по результатам управления программой обеспечения надежности изделий ВВСТ с целью: расчета нормативов надежности изделий в целом и его составных частей; планирования уровня надежности по календарным срокам, типам изделий, этапам создания и эксплуатации изделия; учета достигнутого уровня надежности; контроля на соответствие заданным требованиям в нормативных документах; разработки и реализации мероприятий для поддержания надежности изделия в заданных пределах;

в) по результатам управления обслуживанием ВВСТ в эксплуатации с целью: расчета материально-финансовых нормативов на обслуживание; планирование показателей по нормативам; реализации мероприятий по устранению дефектов и проведению доработок.

Наряду с вышеуказанными факторами управляющих воздействий, необходимо предусмотреть решение и других задач, которые формируются на ранних стадиях разработки и в эксплуатационный период, в том числе:

- участие в разработке ТТЗ и методов испытаний;
- доводка образцов до уровня современных требований и его модернизация;
- обеспечение необходимого уровня качества систем вооружения в период эксплуатации.

В решении задач повышения уровня качества и боеготовности образцов ВВСТ большая роль принадлежит метрологическому обеспечению, которое оказывает существенное влияние на формирование и реализацию необходимого уровня качества ВВСТ на всех этапах жизненного цикла. Эффективность и качество метрологического обеспечения в значительной степени зависят от научно-обоснованных требований и контроля их выполнения.

Контроль за качеством метрологического обеспечения сложных систем вооружения имеет ряд особенностей, к которым можно отнести следующие:

- большое количество измеряемых и контролируемых параметров физических величин;
- значительное количество применяемых средств измерений и контроля как по количеству, так и по номенклатуре;
- многообразие характеристик и показателей метрологического обеспечения, подлежащих контролю.

Для обеспечения выпуска изделий систем вооружения высокого уровня сложности весьма важным фактором являются вопросы выбора, обоснования, оценки и нормирования показателей унификации и стандартизации. В настоящее время в промышленности сформулированы основные требования к показателям уровня унификации и стандартизации к изделиям высокой сложности [4]. Вместе с тем, актуальной остается разработка методов обоснования, задания и контроля выполнения требований по уровню взаимной унификации и стандартизации изделий на различных этапах их проектирования и производства.

В системе управления качеством важное место занимает задача определения оценочных показателей и критериев его уровня. Необходимость оценки уровня качества возникает при решении ряда задач управления качеством, в том числе:

- планирования и прогнозирования уровня качества;
- выбора оптимального варианта при создании новых изделий;
- контроля качества;
- обоснования правил эксплуатации вооружения, нормативов ЗИП. Функциональная структура подсистемы метрологического обеспечения состоит из следующих направлений деятельности, а именно:
 - внедрение новых средств измерений;
 - поиск конструкторских и технологических решений, повышающих управляемость процессов его создания и эксплуатации;
 - внедрение подсистем управления запасами и резервным фондом средств измерения и метрологического обслуживания.

В общем, качество продукции необходимо рассматривать как совокупность свойств, обуславливающих пригодность этой продукции в наибольшей степени удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. В этой связи, обеспечение высокого уровня конкурентоспособности вооружения. Военной и специальной техники (ВВСТ) в настоящее время становится одной из основных задач, стоящих перед российским оборонно-промышленным комплексом.

Рассматривая конкурентоспособность как комплекс потребительских и эксплуатационных характеристик изделий, способных обеспечить решение поставленных задач, необходимо выделить ряд основных факторов, влияющих на нее: качество, цена, надежность поставок, техническое обслуживание и т.п.

Построение математической модели требуемого уровня качества целесообразно выполнять, последовательно выполняя такие следующие этапы:

- формализация основных потребительских и эксплуатационных характеристик, предъявляемых к данному виду изделий;
- требования к уровню подготовки производства, который должен будет обеспечить необходимый уровень качества независимо от уровня квалификации кадров;
- исследование теоретических подходов и методов прогнозирования требуемого уровня качества;
- построение системы моделей расчета показателей обоснования требуемого уровня заданных характеристик изделия (ВВСТ).

Построение моделей безусловно должно базироваться на требованиях научности управления, правильности определять перспективу и очередность выполняемых задач, ориентации на новейшие достижения науки и техники, на передовой отечественный и зарубежный опыт, на требования гибкости, способности быстро и четко реагировать на изменяющиеся условия.

Применительно к рассматриваемым задачам, проверка создаваемых моделей и полученных решений, должна строиться на ретроспективных подходах и методах прогнозирования в том числе включая и метод экспертных оценок. По эксплуатационным результатам созданных вновь изделий (ВВСТ) с учетом замечаний необходимо провести анализ выявленных расхождений, которые следует ввести в исходные данные модели, которые проверяются также на устойчивость, т.е. на критичность результатов к значениям отдельных параметров. Достаточную эффективность на этом этапе может оказать применение корреляционно-регрессионного анализа, функций с гибкой структурой и методов исследования операций [3].

В целях безусловного обеспечения необходимого уровня качества выпускаемых изделий (ВВСТ) на предприятиях ОПК и поддержании его на всех этапах жизненного цикла в процессе эксплуатации должны обеспечить военные представительства Министерства обороны. В соответствии с руководящими документами военные представительства (ВП) на промышленных предприятиях являются органами военного контроля за качеством изготовления и поставки продукции. ВП осуществляют приемку опытных образцов и серийных изделий, а также контроль серийного производства в соответ-

ствии с требованиями конструкторской документации, руководствуясь постановлениями и решениями правительства РФ, приказами и директивами командования, договорами и заказами-нарядами.

В целом, для наиболее полного выполнения поставленных задач, структурам ВП необходимо выполнять целый комплекс мероприятий по науке управления контролем выпуска выпускаемых изделий, которая предусматривает применение организационных структур, в том числе: экспертный метод, а также методы группировок и типизации структур; методы информационного моделирования, и программно-целевой метод как основа планирования и организации работы военных приемок.

Выводы: Обеспечение высокого уровня качества изделий вооружений, военной и специальной техники (ВВСТ) является одной из важнейших оборонных, научно – технических, организационных, экономических и многих других задач, которые необходимо рассматривать и решать только в комплексе на всех этапах проведения НИР и ОКР, разработки конструкторской и технологической документации, подготовки и организации производства, выпуска изделий высокого качества, которое гарантировано службами ОТК на серийных заводах и системой военной приемки (ВП) от «заказчика» а также проведением необходимых мероприятий по эксплуатации изделий военной, специальной техники и систем управления на всех этапах жизненного цикла.

Литература:

1. Указ Президента РФ от 12.05.2009 № 537 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» // Собрание законодательства РФ. – 18.05.2009. – № 20. – Ст. 2444.
2. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ «О безопасности» // Собрание законодательства РФ. – 03.01.2011. – № 1. – Ст. 2.
3. Руденко Ф.Г. Программно-целевое планирование на предприятиях ОПК // Научно-технический сборник «Вопросы оборонной техники». – 2013. – № 2.
4. Руденко Ф.Г. Повышение роли новейших разработок микроэлектроники в развитии технологических систем промышленности // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 2.
5. Руденко Ф.Г. Совершенствование уровня планирования и контроля экономической эффективности на предприятиях оборонного комплекса // Общество и право. – 2013. – № 1.
6. Руденко Ф.Г., Третьяков Р.М. Динамика и пути активации инновационной деятельности в оборонно-промышленном комплексе // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – № 1.

References:

1. The decree of the Russian President from 12.05.2009 No. 537 «About Strategy of national security of the Russian Federation till 2020» // Collection of the legislation of the Russian Federation. – 18.05.2009. – № 20. – Art. 2444.
2. The federal law of 28.12.2010 No. 390-FZ «About safety» // Collection of the legislation of the Russian Federation. – 03.01.2011. – № 1. – Art. 2.
3. Rudenko F.G. Program and target planning on defense industry enterprises // Scientific technical collection «Questions of Defensive Equipment». – 2013. – № 2.
4. Rudenko F.G. Increase of a role of the latest development of microelectronics in development of technological systems of the industry // Theory and practice of social development. – 2013. – № 2.
5. Rudenko F.G. Improvement of level of planning and control of economic efficiency at the enterprises of defense industry // Society and the right. – 2013. – № 1.
6. Rudenko F.G., Tretyakov R.M. Dinamik and ways of activation of innovative activity in defense industry complex // Humanitarian, social and economic and social sciences. – 2013. – № 1.

УДК 33

ИНВЕСТИЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ВНЕБЮДЖЕТНЫХ И ГОСУДАРСТВЕННЫХ БЮДЖЕТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ

INVESTMENT STRATEGY OF ATTRACTION OF EXTRABUDGETARY AND PUBLIC BUDGETARY FUNDS FOR CONSTRUCTION OF FACILITIES OF INFRASTRUCTURE OF THE BLACK SEA COAST OF KRASNODAR KRAI AND AUTONOMOUS REPUBLIC OF CRIMEA

Клещенко Юрий Александрович

кандидат экономических наук,
генеральный директор Группы компаний
«Строительно-монтажное управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Третьяков Рудольф Михайлович

профессор, доктор экономических наук,
Президент Академии проблем подъема
экономики России, г. Москва
treyakova.kseni@mail.ru

Аннотация. В статье исследуется стратегия привлечения частных и государственных средств для строительства объектов инфраструктуры. Автором доказывается, что исследуемые направления должны строиться на основе современных методов экономического моделирования.

Ключевые слова: инфраструктура, строительство, партнерство.

Kleshchenko Yury Aleksandrovich
Candidate of Economic Sciences,
CEO of Gruppy kompany Construction
Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Tretjakov Rudolf Mikhaylovich
Professor, Doctor of Economics,
President of Academy of problems of
economic recovery of Russia, Moscow
treyakova.kseni@mail.ru

Annotation. In article strategy of attraction of private and public funds for construction of facilities of infrastructure is investigated. By the author it is proved that the studied directions have to be under construction on the basis of modern methods of economic modeling.

Keywords: infrastructure, construction, partnership.

Местные власти даже в странах с благополучной экономикой постоянно сталкиваются с нехваткой средств для удовлетворения своих необходимых потребностей, в связи с чем всем им приходится искать новые приемлемые способы экономии расходов местных бюджетов и одновременно увеличения их доходов. С некоторых пор важное место в достижении этих целей стали занимать усилия местных властей по привлечению частного бизнеса к решению «социально-экономических проблем муниципальных сообществ.

Зарубежный опыт взаимодействия территориальных властей и предпринимательских структур многолик и индивидуален. Это, безусловно, затрудняет его анализ и оценку, но вовсе не исключает саму возможность выявления некоторых общих тенденций и явлений [1].

На протяжении последних десятилетий на территории Черноморского побережья и Краснодарского края наблюдается расширение активности местных органов власти в области экономической и хозяйственной деятельности. В этом проявилось принципиальное изменение в отношении к местному экономическому развитию как к некоей второстепенной проблеме, находящейся в тени главной задачи обеспечения экономического роста в масштабах всей страны, достигаемого исключительно с помощью находящихся в ведении центрального правительства инструментов макроэкономической политики. Воздействие глобальных экономических изменений вызвало к жизни новые подходы к обеспечению экономической жизнеспособности территорий за счет местного экономического саморазвития. Благодаря проводившимся во многих странах реформам механизма административно-территориального управления региональные и местные власти получают более широкие возможности для стимулирования

предпринимательства, воздействия на хозяйственные пропорции, привлечения капиталов, развития передовых производств и т.д.

При этом тенденция такова, что компетенция и полномочия, предоставляемые местным властям в сфере взаимодействия с предпринимательством, а также используемые при этом формы и методы подробно определяются и закрепляются в законодательстве. Контролировать решения, принимаемые местными органами власти, в этих условиях означает следить только за их законностью.

В мировой практике прослеживается устойчивая тенденция замены административных мер кредитно-денежными и финансово-бюджетными рычагами воздействия региональных и местных властей на предпринимательские структуры. При этом все больший вес приобретают используемые местными властями, исходя из своих возможностей и целей, многообразные формы прямой и косвенной поддержки предприятий вне зависимости от их юридического статуса, отраслевой принадлежности и т.п.

В качестве прямой поддержки используются субсидии, премии за создание новых и расширение рабочих мест на уже действующих предприятиях, ссуды на льготных условиях для покупки или аренды земельных участков или помещений и другие. Основными видами косвенной помощи являются гарантии по займам, скидки с продажной цены или с платы за аренду земли и помещений, создание консультационных служб для оказания помощи предприятиям в принятии хозяйственных, управленческих, финансовых решений, помощь в благоустройстве территории и развитии инфраструктур, необходимых для предпринимательства, и т.д. [3]

В большинстве стран растут расходы региональных и местных бюджетов на поддержку предпринимательства. При этом темпы роста и структура расходов в разных странах неодинаковы. Несмотря на это, можно говорить об общем доминировании стратегии местных властей на обновление региональных экономических структур, на повышение эффективности их работы. Это выражается в том, что основная часть предоставляемой помощи идет на поддержку новых или расширение уже действующих предприятий и гораздо меньшая доля средств расходуется на помощь предприятиям-банкротам или предприятиям, находящимся в трудном положении.

Состав и приоритетность получателей помощи местных властей зависит от характера и остроты социально-экономических проблем территории, от ее производственно-хозяйственной специализации, а также от уровня административно-территориальных единиц, которые эти власти представляют [3].

Реформы механизма административно-территориального управления Юга России, проводимые последние 10–15 лет способствовали расширению возможностей местных властей по участию в предпринимательской деятельности. В ведении местных властей находятся службы, имущество и недвижимость социального и культурного назначения, городского оснащения. Усиливается их роль как производителей работ, главным образом в строительстве объектов общественного назначения. Это строительство детских яслей и садов, начальных школ, колледжей, лицеев, помещений для социальных служб, торговых и рыболовных портов и т.д.

Управление и принципы функционирования разнообразных по своим формам и целевому назначению муниципальных учреждений и предприятий ориентируются на рыночные методы (на анализ затрат и выгод, дохода и эффективности того или иного вида деятельности). Усиливается привлечение частных предпринимателей в традиционно контролируемые государством и местными властями сферы коммунального и городского хозяйства, дорожного благоустройства, строительства и т.д. Осуществляется это различными способами. Например, путем передачи в аренду, частной и Волной приватизации муниципальной собственности. Последний способ особенно широкое распространение получил в США. По данным анализа ситуации, более чем в двух десятках крупнейших городов еще начале 90-х годов на долю частного сектора приходилось в среднем не менее половины общего объема услуг, оказываемых населению, а в зависимости от конкретного вида услуг его доля колебалась от 16 до 90 %. Скажем, в здравоохранении уровень приватизации достиг практически 50 %, а наиболее широко она охватила сферу отдыха и развлечений, в которой свыше 80 % культурных и спортивных заведений было передано в частную собственность. Обычным направлением приватизации стало превращение государственных шоссейных дорог в частные платные магистрали.

Наиболее активные сторонники приватизации считают, что для нее в принципе не может быть никаких ограничений. Подтверждением тому является передача частным фирмам строительства и эксплуатации даже исправительных учреждений. Это сделано уже более чем в десяти штатах, и еще во многих такая возможность обсуждается. Частные фирмы занимаются охраной, проводят дорожные работы, содержат городские автостоянки, занимаются текущим ремонтом улиц и уличного освещения и т.д. Важным мотивом в действиях местных властей по приватизации муниципальных служб является стремление заставить их работников работать лучше. Однако более серьезная причина для приватизации связана с возможностью улучшить состояние местных бюджетов, существенно снизив их затраты, а не увеличивать доходы от местных налогов или прибегать к помощи из вышестоящих бюджетов. Приватизация выступает альтернативой повышения налогового бремени, способного вызвать отток и предприятий, и населения, только ухудшив экономическую ситуацию [2].

Приватизация может быть осуществлена путем продажи муниципального имущества. Местные бюджеты при этом получают двойной выигрыш. Во-первых, продавая такое имущество, они одновременно получают значительные средства. А во-вторых, переход в частные руки прежде не облагаемой налогами собственности превращает ее в дополнительный постоянный источник доходов, получаемых с помощью налогообложения недвижимости и прибыли компаний.

Другим способом приватизации может служить заключение контракта между местной администрацией и предпринимательской структурой, в котором оговариваются условия передачи муниципальной собственности, сроки и формы контроля со стороны администрации за исполнением соглашения. Как показывают результаты опросов в городах и сельских районах, попав в конкурентные условия (прежде всего, с муниципальными учреждениями, выполняющими аналогичные функции), контрактные предприятия начинают функционировать более эффективно.

Контракт способствует и улучшению качества предоставляемых услуг, поскольку предприниматели, работающие в условиях конкуренции, инициативнее и склонны к инновациям. Контрактная система заставляет и муниципальные службы перестраиваться, пересматривать свои подходы к оценке результатов, ориентироваться на соотношение между доходами и затратами, осуществлять жесткий контроль над своими текущими финансовыми операциями и т.д., чтобы противостоять конкуренции со стороны частных предпринимателей. [7]

Помимо приватизации муниципального имущества в ряде практикуется способ создания смешанных компаний с участием местных властей и частного капитала (Франция и другие европейские страны). Особый интерес представляют смешанные компании, которые в настоящее время могут создаваться для решения самых разнообразных задач, в том числе для реализации рискованных инновационных проектов, инвестирования в наукоемкие технологии, научные исследования и разработки, для создания промышленных предприятий. Поскольку смешанные компании финансируются за счет займов при незначительном собственном капитале, то акционеры прямо не рискуют своим капиталом: заем гарантируется местными властями. Смешанные компании пользуются налоговыми льготами, что делает их выгодной сферой применения капитала.

В нынешних российских условиях при решении проблем территориального развития Юга России наиболее актуален поиск таких форм и методов, которые ориентировались бы в основном на местный капитал и местную рабочую силу, которые не ложились бы тяжелым бременем на местные бюджеты и в то же время способствовали бы повышению деловой активности в депрессивных районах страны и уменьшали бы размеры безработицы.

В этой связи привлекателен опыт создания так называемых предпринимательских зон, получивших наибольшее распространение в США. Обычно они организуются в экономически депрессивных районах крупных городов, умеющих наиболее высокий уровень безработицы, и охватывают, как правило, площадь в несколько квадратных километров, не имеют огороженных пределов и выделяются лишь статусом компаний [5].

Предпринимательские зоны подразделяются на три типа: федеральные, штатные и местные. Каждая зона создается решением правительственных органов и действует на основе правительственных программ соответствующего уровня.

Для получения статуса предпринимательской зоны район, выделяемый для этих целей, должен отвечать ряду требований. Например, более 70 % жителей конкретного района должны иметь личный или семейный доход менее 80 % среднего дохода для этого города или всей страны, а уровень безработицы в этом районе должен быть значительно выше, чем по всему городу или всей стране.

Экономические стимулы и льготы, предоставляемые федеральным законодательством, включают в себя 5 %-ную скидку на налоги, выплачиваемые при строительных и ремонтных работах, налоговые скидки предприятиям за каждого дополнительно принятого на работу чел.овека (до 2 тыс. долл. на одного чел.овека), отмену налога на увеличение стоимости капитала. Значительные льготы предоставляются компаниям на уровне различных штатов: 50 %-ная скидка на доходы предприятия в Коннектикуте, 100 %-ная скидка с налога на продажи при продаже оборудования в Луизиане, на продажи строительных материалов в Канзасе, на основной капитал в Вирджинии и т.п. Более 70 % всех налоговых льгот получают предприниматели, которые создают новые рабочие места в предпринимательских зонах.

Помимо экономических стимулов есть и ряд других льгот, в частности, упрощенная процедура ведения документации, снижение требований к стандартам по охране окружающей среды и нормам безопасности. Правительства некоторых штатов оказывают зонам прямую поддержку. Так, в Коннектикуте создан специальный фонд в 1 млн долл. для финансирования предприятий, действующих в зонах штата.

Таким образом, опыт показывает, что в распоряжении территориальных властей Юга России имеется достаточно широкий спектр организационно-экономических возможностей оживления экономики на местах. Необходимо только разработать адекватную местным условиям стратегию развития и выбрать действенную систему стимулов предпринимательства.

Литература:

1. Гусева М. Маркетинг в строительстве. Серия: Высшая школа. – М. : Книжный мир, 2011.
2. Михненко О.В. Менеджмент в строительстве. Стратегический и оперативно-производственный менеджмент строительной организации. Серия: Высшая школа. – М. : Книжный мир, 2011.
3. Региональная экономика. Серия: Золотой фонд российских учебников / под ред. Т.Г. Морозовой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
4. Самофалова Е.В. Государственное регулирование национальной экономики. – М. : КноРус, 2007.
5. Системный мониторинг: Глобальное и региональное развитие. – М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010.
6. Сухарев О.С. Экономическая политика и развитие промышленности. – М. : Финансы и статистика, 2011.
7. Фоломьев А.Н. Экономический потенциал России: развитие и эффективное использование. – М. : РАГС, 2010.

References:

1. Guseva M. Marketing in construction. Series: The higher school. – M. : Book world, 2011.
2. Mikhnenkov O.V. Management in construction. Strategic and quick and production management of the construction organization. Series: The higher school. – M. : Book world, 2011.
3. Regional economy. Series: Gold fund of the Russian textbooks / under the editorship of T.G. Morozova. – M. : UNITY-DANA, 2010.
4. Samofalova E.V. State regulation of national economy. – M. : Knorus, 2007.
5. System monitoring: Global and regional development. – M. : Book house of «LIBROKOM», 2010.
6. Sukharev O.S. Economic policy and development of the industry. – M. : Finance and statistics, 2011.
7. Folomyev A.N. Ekonomichesky capacity of Russia: development and effective use. – M. : RAGS, 2010.

УДК 33

ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТРАТЕГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ И МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ С ПОЛНЫМ ОБУСТРОЙСТВОМ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

BASES OF THE STATE STRATEGY OF COMPLEX BUILDING OF THE CITIES AND MUNICIPALITIES OF KRASNODAR KRAI WITH FULL ARRANGEMENT BY SOCIAL INFRASTRUCTURE

Клещенко Юрий Александрович

кандидат экономических наук,
генеральный директор Группы компаний
«Строительно-монтажное управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Лукашевич Андрей Юрьевич

первый заместитель Генерального директора
Группы компаний «Строительно-монтажное
управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Аннотация. В статье исследуется стратегия комплексной застройки городов и муниципальных образований Краснодарского края. Авторами доказывается, что исследуемые направления должны строиться на основе современных методов экономического и технического моделирования.

Ключевые слова: инфраструктура, строительство, стратегия.

Kleshchenko Yury Aleksandrovich
Candidate of Economic Sciences,
CEO of Gruppy kompany Construction
Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Lukashevich Andrey Yuryevich
First Deputy CEO of Gruppy kompany
Construction Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Annotation. In article strategy of complex building of the cities and municipalities of Krasnodar Krai is investigated. By authors it is proved that the studied directions have to be under construction on the basis of modern methods of economic and technical modeling.

Keywords: infrastructure, construction, strategy.

Действующий градостроительный кодекс Российской Федерации определяет общие положения по основным терминам, используемым в профессиональном лексиконе.

Градостроительная деятельность представляет собой деятельность государственных органов, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц в области градостроительного планирования развития территорий и поселений, определения видов использования земельных участков, проектирования строительства и реконструкции объектов недвижимости с учетом интересов граждан, общественных и государственных интересов, а также национальных историко-культурных, экологических, природных особенностей указанных территорий и поселений.

Создание, использование, реконструкция и любые иные изменения недвижимости должны соответствовать утвержденной градостроительной документации, государственным градостроительным нормативам и правилам, а также правилам застройки. Объектами градостроительной деятельности являются территория Российской Федерации и ее объектов или их части. Для объектов градостроительной деятельности разрабатывается градостроительная документация. В зависимости от типа поселения устанавливаются вид и содержание градостроительной документации, порядок ее разработки, согласование и утверждение в соответствии с правовыми актами субъектов Российской Федерации [1].

Особому регулированию подлежит градостроительная деятельность в случаях, если без введения специальных правил территориальное обеспечение частных, общественных или государственных интересов в области градостроительства невозможно или затруднено. Особое регулирование градостроительной деятельности на территории и в поселениях осуществляется посредством:

- введения специальных государственных стандартов, государственных градостроительных нормативов и правил;
- введения особого порядка разработки, согласования и утверждения градостроительной документации;
- выдачи специального разрешения на строительство. К территориям, на которых градостроительная деятельность подлежит особому регулированию, могут относиться территории объектов историко-культурного наследия, особо охраняемые природные территории, территории традиционного проживания коренных малочисленных народов и т.п.

Города Краснодарского края имеют ведущее значение среди всех мест расселения, так как они – центры наибольшего развития культуры, промышленности, транспорта. Города наиболее экономичный вид расселения в отношении капитальных затрат, эксплуатационных расходов по водопроводу, канализации, энергоснабжению, дорогам и другим видам благоустройства. Большинство современных городов – города курорты. Они являются административными и культурными центрами районов. В соответствии с темпами развития народного хозяйства увеличивается и количество городов.

На территории Краснодарского края открываются все новые естественные богатства, что ведет к возникновению в необжитых районах нового промышленного и транспортного строительства. Возникают новые населенные места и развиваются существующие города и поселки.

Сельские населенные места имеют малую численность населения, преобладающая часть которого занята в сфере сельского хозяйства.

В мире насчитывается более 220 сверхкрупнейших и около 2000 больших городов. В России 12 крупнейших и сверхкрупнейших городов, а крупных – уже 59. В наше время особенно интенсивно растут крупные и крупнейшие города. Их развитие и рост тесно связаны с научно-техническим и социальным прогрессом. Значительная роль в экономической, политической и культурной жизни принадлежит городам-миллионерам.

За последние годы в мире определилась тенденция увеличения численности больших городов до невиданных размеров. За это время возникло $\frac{3}{4}$ всех городов-миллионеров. Особенно быстро они появляются в странах с низким уровнем жизни сельского населения. За счет сельских жителей, стремящихся улучшить условия жизни, увеличились города: Сан-Паулу в Бразилии – в 3 раза; Сантьяго в Чили – на 800 тыс. чел., Каракас в Венесуэле – в 5 раз. Некоторые капиталистические города хаотически, стихийно увеличиваясь, срастаются в целые агломерации – супергорода. Примером может служить гигантская агломерация, протянувшаяся на 250 км от Бостона до Филадельфии, где центральным ядром является Нью-Йорк, население которого вместе с пригородами составляет 16 млн чел.

Во избежание хаотичности развития городов они должны строиться и развиваться по научно обоснованным проектам планировки и застройки. Основа для составления этих проектов – план развития страны. Реконструкция старых городов и строительство новых вызваны стремлением к максимальному удовлетворению постоянно растущих материальных и культурных потребностей всей страны [3].

Города строят на столетия. Это требует от проектировщиков умения находить перспективное решение, сочетая его с текущими потребностями города. В практике планировку и застройку города рассчитывают на 25–30 лет.

Выделяют первую очередь строительства на ближайшие 5–10 лет. Для этого объем городского строительства определяют подробно. Перспективное развитие на расчетный срок, т.е. за который намечают выполнить план полностью, определяют в общих чертах: устанавливают основные направления развития промышленности, благоустройства, устройства внешнего транспорта, потребность в территории, общее количество работающих.

На основании планов развития страны во второй половине XX в. произошел интенсивный рост существующих городов, а также стремительное увеличение количества новых населенных пунктов.

Основой формирования системы расселения на территории нашей страны явилась исторически сложившаяся сеть населенных пунктов, размещение которых ранее происходило стихийно. Это были центры промышленности, торговли, разработки полезных ископаемых. Вокруг крупнейших городов складывались группы тесно располо-

женных населенных мест различной величины, с высокой плотностью населения, резкими социальными контрастами и практически неуправляемым развитием – агломерации. Городские территории делились по социальному признаку, и только после революции градостроительство изменило свою социальную направленность.

При размещении городов учитываются экономические и социальные условия. Это наличие полезных ископаемых, возможность совместного использования сырьевой и энергетической баз, транспорта, межотраслевые связи с перерабатывающими предприятиями и возможность привлечения трудовых ресурсов. При этом существует необходимость обоснования целесообразности возникновения населенных пунктов именно в выбранном регионе [8].

При групповом расселении все входящие в группу населенные пункты взаимосвязаны экономически, функционально и культурно, причем каждый из них не сможет полноценно функционировать без остальных. Благодаря такой схеме не происходит чрезмерного разрастания их в неуправляемые агломерации.

Возникновение и рост населенных мест происходит вследствие развития производительных сил страны, создающих пункты приложения труда, которые объединяют большое количество людей.

Крупные комплексные программы предусматривают целесообразное размещение производительных сил внутри страны в районах, богатых сырьем и топливом. Там размещаются промышленные предприятия по производству металла, топлива, энергии, химической продукции, строительных материалов, перерабатывающие производства.

Те факторы, которые являются основными в создании того или иного города и непосредственно влияют на его рост, называют градообразующими. Соответственно те предприятия, которые явились причиной возникновения города и значение которых выходит за его пределы, называют градообразующими предприятиями (заводы, фабрики, электростанции, крупные транспортные узлы, аэропорты и морские порты, государственные структуры управления районного и регионального значения, научно-исследовательские учреждения, музеи, библиотеки, театры, санатории, дома отдыха и др.).

В любом городе возникают учреждения и предприятия, осуществляющие культурно-бытовое обслуживание людей, работающих на градообразующей группе предприятий. Такие учреждения и предприятия называют обслуживающими. Их значение не распространяется за пределы данного населенного пункта. Это могут быть местные административные, лечебные учреждения, музеи, магазины, предприятия местной легкой промышленности, школы, средние и высшие учебные заведения и т.д.

При разработке генерального плана города необходимо иметь сведения об объеме строительства и площади территории. Эти данные можно получить, определив численность населения города на перспективу. Численность населения можно вычислить в достаточной степени точно. Расчет основан на положении, что все трудоспособное население принимает участие в общественно полезном труде.

Города различны по времени и условиям своего возникновения. Одни города возникли как крепости, другие – как торговые, культурные и административные центры и никогда не имели серьезных военных укреплений. Третьи, и таких большинство, совмещали в себе сразу функции обороны, торговли и управления.

Единство городов, возникших примерно в одно время, проявляется в их структуре. В зависимости от причины возникновения городов в них были развиты в большей степени те или иные сооружения. Если город возник как центр обмена, торговли, то в нем важное место занимает торговая площадь. Большая часть городов имела весь комплекс этих сооружений.

Планировочная структура города выражается во взаимном расположении основных функциональных зон и системы связей между ними. Это основа города. Она определяет транспортную схему, внешний облик города и отражается в генеральном плане города [3].

Планировочная структура древнерусских городов была проста и едина. Она состояла во взаимном расположении основных функциональных зон древнего города: оборонительных сооружений, торговых площадей и жилых кварталов. Планировочная структура наших современных городов сложна и многообразна, так как многосложна организация основных функциональных зон.

Промышленная зона включает промышленные предприятия, обслуживающие их культурно-бытовые учреждения, улицы, площади, зеленые насаждения.

Селитебная зона – территория, предназначенная для жилья. На ней могут размещаться микрорайоны и жилые кварталы, предприятия культурно-бытового обслуживания, отдельные безвредные предприятия, улицы, площади, объекты озеленения, склады, резервные территории, устройства транспорта.

Санитарно-защитная зона – зеленые насаждения шириной от 50 до 1000 м, защищающие территории от вредного влияния промышленности и транспорта.

Транспортная зона – устройства внешнего транспорта (водного, воздушного, железнодорожного).

Складская зона – территория разного рода складов.

Планировочная структура зависит от расположения города на рельефе. Различают компактную форму плана, расчлененную, рассредоточенную с равномерно распределенными районами, рассредоточенную с преобладающим районом и линейную. Сложность планировочной структуры больших городов заключается еще и в том, что большое разнообразие промышленных предприятий не может располагаться на территории одной промышленной зоны. Это вызывает членение селитебных территорий. Возникают новые жилые районы на периферии города, образуются новые зоны отдыха. Новые промышленные зоны приводят к появлению санитарно-защитных территорий. Рост города способствует развитию внешнего транспорта и расширению транспортной зоны.

Функциональное зонирование современного исторически сложившегося города более многогранно, особенно в его центральной части, где расположено огромное количество объектов различного назначения в непосредственной близости друг к другу.

Город является местом проживания большого количества людей, сосредоточения промышленных предприятий, учреждений и объектов культурно-бытового назначения. Чем больше город, тем более разветвлена транспортная сеть, тем больше учреждений и предприятий, тем разнообразнее маршруты населения. Но есть в городе объекты, посещаемые жителями с большой степенью постоянства. Они определяют направление основных транспортных и пешеходных потоков города. Такие объекты относят к городским центрам тяготения населения – это промышленные предприятия, учреждения, пункты культурно-бытового обслуживания, высшие учебные заведения, спортивные комплексы, парки культуры и отдыха, вокзалы и др.

При создании планировки города учитывают расположение центров тяготения для правильной трассировки улиц. В реконструируемых городах увязывают место расположения центров тяготения с существующей сетью путепроводов.

Важный элемент планировочной структуры – общегородской центр. Чаше всего он располагается посередине территории города, а при наличии водоема тяготеет к нему.

Основные планировочные оси – главные магистрали. Центр города, как правило, располагается на пересечении главных планировочных осей. Общегородской центр является организующим ядром для всего города и должен быть удобно связан с остальными центрами тяготения, с системой общественных и специализированных центров: медицинских, спортивных, учебных, музейно-выставочных и центров отдыха.

В больших городах мира, где уровень автомобилизации очень высок, важной проблемой является транспортная разгрузка центра. В центрах некоторых городов снижается или вовсе запрещается автомобильное движение. Транспортные потоки должны пересекаться за пределами центра, чтобы не нарушать нормальной его жизнедеятельности. Для автомобилей личного пользования предусматриваются стоянки у границ зоны пешеходной доступности. Такие меры должны применяться также в городах, где центр составляет старая часть города со средневековой планировкой улиц и площадей.

Общегородские, специализированные и другие общественные центры градостроители формируют на основании норм расчета всех необходимых учреждений обслуживания на 1000 жителей.

В общегородском центре следует размещать объекты управления, науки, гостиницы, учреждения обслуживания городского значения. Центры районов включают объекты управления и обслуживания районного значения. В общественных центрах микрорайонов размещают объекты культурно-бытового обслуживания местного значения.

Общественные центры планируют с учетом размещения зеленых насаждений, общественных площадей, предназначенных для митингов, встреч, проведения спортивных и народных праздников. Необходимо обеспечить хорошие проезды и подходы к размещаемым объектам. Общественные центры должны быть взаимосвязаны с транспортной системой города.

В городах для общегородского центра широко используется в увязке с наземными зданиями подземное пространство для размещения транспортных сооружений, учреждений обслуживания, площадок для стоянки автомобилей, а также выделяют пешеходные зоны, улицы и площади, обеспечивающие полную безопасность и комфорт пребывания посетителей. Общегородской центр вместе со специализированными центрами, с центрами жилых районов и микрорайонов составляют единую систему культурно-бытового обслуживания.

Учреждения культурно-бытового назначения призваны удовлетворить все запросы населения в сфере быта и отдыха. Система обслуживания включает следующие основные группы учреждений: административно-общественную, лечебно-физкультурную, культурно-просветительскую, зрелищную, торгово-бытовую и массового отдыха. Они должны охватывать селитебные территории, зону приложения труда и зону отдыха. Эти учреждения являются Центрами тяготения, поэтому очень важно правильно решить вопрос их размещения [5].

Все учреждения обслуживания населения имеют разную периодичность посещения. В зависимости от нее в градостроительстве принципиально принята ступенчатая система культурно-бытового обслуживания. Все учреждения культурно-бытового обслуживания по периодичности пользования ими населения разделены на три ступени с установлением для каждой из них расстояний или времени подхода и подъезда, обеспечивающего наибольшие удобства для населения.

Учреждения повседневного пользования включают в себя детские ясли-сады, общеобразовательные школы, поликлиники, магазины, столовые, кафе, приемные пункты бытового обслуживания жилищно-эксплуатационные организации и другие учреждения посещаемые населением особенно часто, удовлетворяющие его потребности в предметах первой необходимости.

Эти учреждения должны располагаться в каждом микрорайоне или в группе микрорайонов, не разделенных магистральными улицами. Радиус обслуживания ими населения принимается на более 500 м.

Учреждения периодического пользования включают в себя кино и театры, универмаги, спортивные сооружения, библиотеки, клубы. Эти учреждения обслуживают группы жилых районов или городской район. Этими учреждениями жители пользуются систематически. Они располагаются в районном общественном центре, в пределах пешеходной доступности или затрат времени на проезд в общественном транспорте не более 15 мин.

Учреждения эпизодического пользования включают в себя административно-деловые комплексы, музеи, театры, выставки, концертные залы, картинные галереи, большие специализированные магазины, больницы, рестораны. Учреждения эпизодического пользования располагаются в составе общегородского центра, а частично – в пригородной зоне. Они обслуживают население всего города с расчетом максимальных затрат времени на общественном транспорте 20–30 мин.

При проектировании системы обслуживания в городе необходимо учитывать особенности демографической структуры, бюджета времени населения, социальную, возрастную и профессиональную структуру, роль города в системе расселения, требования к перспективному развитию сферы обслуживания. Рациональное размещение торговых центров и предприятий на территории города значительно сокращает непроизводительные затраты времени на домашний труд и увеличивает долю свободного времени, позволяет населению широко использовать предприятия сферы общественного обслуживания.

Стандартное обслуживание включает универсамы, комплексные пункты питания и службы быта, магазины заказов. Специализированное (избирательное) обслужива-

ние осуществляется в торговых центрах городского значения и удовлетворяет разнообразные запросы и вкусы людей. Торговые центры включают крупные универмаги, специализированные магазины, торговые комплексы, рестораны, дома отдыха, салоны красоты и т.д. Транспортная доступность определена в пределах 20–30 мин.

Для больших городов в радиусы доступности могут быть несколько увеличены при условии, что центры, осуществляющие повседневное (стандартное) обслуживание, удобно расположены по пути следования от остановок транспорта к жилым домам. Связь транспортных коммуникаций и торговых центров создает большое удобство пользования ими, поэтому прогрессивным явлением считается создание общественно-транспортных центров.

Таким образом, можно сделать вывод, что в перспективе намечается создание в городах многофункциональных общественно-торговых комплексов в единой системе с транспортными узлами и зданиями учреждений, гостиниц и др. Четкое разделение пешеходных и транспортных путей сообщения может быть достигнуто при широком использовании подземного пространства. При планировке и застройке общественных центров следует предусматривать кооперацию учреждений и применять многоуровневые объемно-пространственные решения, что позволит сохранить отведенные для них территории [5].

Системное размещение сетей обслуживания в городе повышает степень общего благоустройства города и способствует улучшению условий жизни людей.

Литература:

1. Болотин С.А. Организация строительного производства Серия: Высшее профессиональное образование. – М. : Академия, 2009.
2. Гусева М. Маркетинг в строительстве. Серия: Высшая школа. – М. : Книжный мир, 2011.
3. Дуброва Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов. Серия: Университетская серия. – М. : Маркет ДС, 2010.
4. Кудров В.М. Мировая экономика: социально-экономические модели развития. – М. : Магистр, 2009.
5. Михненко О.В. Менеджмент в строительстве. Стратегический и оперативно-производственный менеджмент строительной организации. Серия: Высшая школа. – М. : Книжный мир, 2011.
6. Николаев М.А. Инвестиционная деятельность. – М. : Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2014.
7. Региональная экономика. Серия: Золотой фонд российских учебников / под ред. Т.Г. Морозовой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
8. Потаев Г.А. Градостроительство. Теория и практика : учебное пособие. – М. : Форум, 2014.
9. Симагин В.Г., Глушкова Ю.А. Федеральные округа России. Региональная экономика. – М. : КноРус, 2011.
10. Сухарев О.С. Экономическая политика и развитие промышленности. – М. : Финансы и статистика, 2011.
11. Фоломьев А.Н. Экономический потенциал России: развитие и эффективное использование. – М. : РАГС, 2010.

References:

1. Bolotin S.A. Organization's marshy places construction I proizvodstvat a Series: Higher education. – M. : Academy, 2009.
2. Guseva M. Marketing in construction. Series: The higher school. – M. : Book world, 2011.
3. Dubrova T.A. Forecasting of social and economic processes. Series: University series. – M. : DS market, 2010.
4. Kudrov V.M. World economy: social and economic models of development. – M. : Master, 2009.
5. Mikhnenkov O.V. Management in construction. Strategic and quick and production management of the construction organization. Series: The higher school. – M. : Book world, 2011.
6. Nikolaev M.A. Investment activity. – M. : Finance and statistics: INFRA-M, 2014.

7. Regional economy. Series: Gold fund of the Russian textbooks / under the editorship of T.G. Morozova. – М. : UNITY-DANA, 2010.
8. Potayev G. A. Gradostroitelstvo. Theory and practice: manual. – М. : Forum, 2014.
9. Simagin V.G., Glushkova Yu.A. Federal districts of Russia. Regional economy. – М. : Knorus, 2011.
10. Sukharev O.S. Economic policy and development of the industry. – М. : Finance and statistics, 2011.
11. Folomyev A.N. Ekonomichesky capacity of Russia: development and effective use. – М. : RAGS, 2010.

УДК 33

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННОГО КОМПЛЕКСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ПРИНЦИПОВ «ИНТЕГРИРОВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР»
И «ИННОВАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КЛАСТЕРОВ»**

**IMPROVEMENT OF THE ORGANIZATION OF PRODUCTION AT
THE ENTERPRISES OF DEFENSE INDUSTRY WITH USE OF THE PRINCIPLES
OF «THE INTEGRATED ORGANIZATIONAL STRUCTURES»
AND «INNOVATIVE TERRITORIAL CLUSTERS»**

Руденко Филипп Григорьевич

кандидат юридических наук,
доцент кафедры гражданского права.
Кубанский социально-экономический институт
Rudenko@krasnodar.arbitr.ru

Rudenko Philip Grigoryevich
Candidate of jurisprudence,
associate professor of civil law.
Kuban social and economic institute
Rudenko@krasnodar.arbitr.ru

Аннотация. В статье исследуются новые принципы организации производства, планирования и контроля экономической эффективности на предприятиях оборонного комплекса. Автор указывает на то, что исследуемые направления должны строиться на основе современных методов экономического и производственного планирования.

Annotation. In article the new principles of the organization of production, planning and control of economic efficiency at the enterprises of defense industry are investigated. The author specifies that the studied directions have to be under construction on the basis of modern methods of economic and production planning.

Ключевые слова: планирование, производственный комплекс, оборонная промышленность.

Keywords: planning, industrial complex, defensive industry.

На современном этапе экономического развития мировой экономики, а именно в условиях «жесткого» противостояния систем США, Евросоюза, и других стран, в том числе Юго – Восточной Азии, Африки и Латинской Америки перед Россией весьма остро встал вопрос выступить гарантом мира и спокойного развития планетарных процессов экономического развития всех стран планеты.

В этой сложной обстановке перед экономикой Российской Федерацией возникла необходимость поиска новых принципов организации производства с учетом решения задачи импортозамещения на новых принципах организации производства. Проблема роли государства в управлении экономикой приобретает особое значение. Которое является одним из характерных признаков трансформации развитых стран в направлении постиндустриального общества.

Поиск наиболее эффективных форм организации производства приводит к необходимости создания межотраслевых интегрированных структур, способных использовать новейшие достижения науки и техники во многих отраслях, в том числе микроэлектроники, робототехники, атомной энергетике и многих других отраслях.

Надо учитывать, что определенный позитивный опыт в промышленности был безусловно накоплен в предыдущие десятилетия, которые велись еще в рамках централизованной плановой системы хозяйствования. На формирование интеграционных структур в российской экономике переходного периода оказывает влияние наследственность планово – административной системы управления.

В советской экономике были созданы крупные и гигантские предприятия. Наиболее типичной стратегией функционирования предприятия в тот период была стратегия вхождения в вертикальные структуры, организованные по отраслевому принципу, многие из которых входили в министерства и ведомства федерального уровня.

В период перехода к рыночным отношениям. Произошли крупные макроэкономические процессы, которые определили процессы создания промышленных. Финансово-промышленных и финансово-коммерческих групп.

Анализ эффективности жизнедеятельности таких корпоративных структур (железнодорожного транспорта, предприятий оборонно – промышленного комплекса) выявил ряд нерешенных проблем и необходимости их дальнейшего развития.

В этих условиях для обеспечения устойчивого экономического развития необходимо использовать понятия целостности теории систем которая дает нам определенные подходы к построению единой системы управления предприятиями, поскольку последней, как целостности, должны быть свойственны определенные общесистемные характеристики:

1. При исследовании объекта как системы описание элементов не носит самодовлеющего характера, поскольку элемент определяется не как таковой, а с учетом его «места» в целом.

2. Один и тот же «материал», субстант, выступает в системном исследовании, обладающим одновременно различными характеристиками, параметрами, функциями и даже принципами строения. Одним из проявлений этого является иерархичность строения систем.

3. Исследование системы оказывается как правило, неотделимым от исследований условий ее существования.

4. Для системного подхода специфичная проблема порождения свойств целого из свойств элементов и наоборот.

5. Как правило, в системном исследовании недостаточно чисто причинные объяснения функционирования и развития объекта; в частности для большого класса систем характерна целесообразность как неотъемлемая черта их поведения.

Для построения целостной системы управления предприятием помимо общесистемных характеристик, необходимо определить его основные цели и задачи.

Сложным социально-экономическим системам, к которым, несомненно, следует отнести промышленные предприятия, свойственно множество целей. К ним, в первую очередь, можно отнести; повышение уровня жизни работников, выполнение социальных программ. Все эти цели в прямом и косвенном виде связаны с одним из важнейших оценочных показателей производственно-хозяйственной деятельности, а именно: балансовой прибылью.

Максимальное получение прибыли прямо связано со снижением издержек и увеличением объемов производства, что должно неизбежно привести к существенному повышению уровня внешней производственной кооперации и специализации. Поэтому предприятиям придется выпускать большее количество продукции, в себестоимости которой удельный вес собственных затрат (трудоемкости) будет относительно невысок. Однако при отсутствии эффективного контроля за уровнем цен, наличии естественных монополий, стоимость поставляемых со стороны изделий и полуфабрикатов может быть выше, чем при собственном производстве. Все это может привести не к снижению, а наоборот, к некоторому повышению цен на изготавливаемую продукцию, что в условиях ограниченного платежеспособного спроса населения существенно снизит возможности ее сбыта.

В нормально функционирующей рыночной зарубежной экономике у всех субъектов хозяйственных отношений, в том числе и у производственных фирм, действительно главной целью развития является получение максимально-возможного результата прибыли. Однако в условиях переходной экономики, которые характеризуются в первую очередь этапностью развития, норма прибыли может быть и не главной целью сегодняшнего дня. На этом этапе предприятиям приходится решать в основном только одну проблему выживания, т.е. сохранения себя как юридического лица. Им необходимо сохранить квалифицированный персонал для осуществления модернизации производства, освоение новых видов товаров и услуг, выхода на новые рынки и укрепления на существующих и т.д. Когда это будет сделано, то можно в конечном счете согласиться с этими авторами по поводу конечной цели. Однако при этом нужен обязательный переходный этап, на котором цель развития – прибыль может быть не главной.

Таким образом, в качестве основных целей развития предприятия, особенно на этапе перехода к рыночным отношениям, помимо увеличения балансовой прибыли, в качестве других критериев должны также использоваться показатели: достижение определенного уровня объемов производства, заработной платы, сохранения численности работающих на предприятии и т.д.

В процессе формирования рыночных отношений резко изменилась внешняя экономическая среда функционирования первичных звеньев народного хозяйства – предприятий за счет коренного изменения материально-технического обеспечения, разрушения долговременных кооперационных связей между ними, роста цен на энергоносители, сырье, материалы, полуфабрикаты и т.д.

Кроме того, им в настоящее время приходится работать в условиях значительной изменчивости и неопределенности производственной программы, загрузки производственных мощностей, обусловленного инфляцией недостатка оборотных средств. Следует отметить, что положение предприятий оборонного комплекса осложняется также существенным снижением государственного оборонного заказа и проводимой в связи с этим конверсией военного производства.

Поэтому для того, чтобы в этих условиях выжить, предприятиям необходимо достаточно быстро (с минимальными объемами привлекаемых капитальных вложений) реагировать на возможные изменения спроса за счет освоения в сжатые сроки конкурентоспособной продукции. Однако сегодня большинство предприятий оказалось неспособным проводить изучение рынков сбыта продукции, а также ее производить. В результате этого они стали неконкурентоспособными.

В современных условиях основными целями развития отраслей оборонной промышленности, исходя из вышеизложенного, по нашему мнению, должны быть:

1) максимально возможное использование имеющегося потенциала на основе обоснованного выбора и производства конкурентоспособной гражданской продукции и выполнения государственного оборонного заказа;

2) сохранение научно-технического, производственного и кадрового потенциала;

3) переход к устойчивому развитию на базе проведения технического перевооружения, реконструкции производства и расширению рынков сбыта.

При этом важнейшими задачами, решение которых обеспечит достижение поставленных целей, являются:

– формирование и принятие доктрины оборонной достаточности, установление стабильного государственного оборонного заказа предприятиям, определение оптимальных размеров мобилизационных мощностей;

– разработка и проведение протекционистской политики экспорта военной и военно-технической продукции;

– оказание содействия предприятиям в изучении рынков сбыта товаров и услуг для обоснованного принятия решений о специализации высвобождающихся производственных мощностей;

– оказание помощи предприятиям в контактах с зарубежными и отечественными предпринимателями, проведение выставок, деловых встреч, конференций, салонов и т.д.

Предприятиям, в свою очередь, в процессе перехода к рыночным отношениям, осложняющимся ускоренным проведением конверсии военного производства, приходится также решать ряд проблем, к наиболее важным из которых можно отнести:

– освоение производства новых видов гражданской продукции и товаров народного потребления длительного пользования, в наибольшей степени соответствующих имеющемуся парку технологического оборудования и представляющих интерес для потребителей на региональном, федеральном и внешних рынках сбыта;

– принятие решений по стратегическим направлениям развития, обеспечивающих максимально возможную реализацию имеющегося научно-производственного потенциала и дальнейшее развитие предприятия;

– сохранение и переподготовка кадрового состава предприятия с учетом возможного изменения специализации на основе выбранной стратегии развития;

– обеспечение стабильного финансового положения и перспективного развития путем привлечения финансового капитала в традиционно существующие производственные структуры.

В сложившихся условиях предприятия и организации оборонных отраслей промышленности не смогут обеспечить эффективного развития, если не будут планировать и организовывать свою производственно-хозяйственную деятельность, постоянно собирать и анализировать информацию как о состоянии возможных рынков сбыта продукции, так и о собственных перспективах и возможностях.

Самостоятельность предприятий в области планирования приобретает особую важность и значимость в рыночных условиях, поскольку необходимо обеспечить определенное равновесие между спросом и предложением на промышленные и потребительские товары, а также финансовой и материальной сторонами производства. Обеспечение выполнения данного требования будет способствовать возникновению реальной основы для ориентации всей производственно-хозяйственной деятельности на удовлетворение нужд потребителей, конкретизируемых в договорах и заказах.

В этих условиях к планированию предъявляются существенно иные требования, чем в прошлом, так как пересматриваются сами принципы и подходы к разработке и реализации планов на предприятии.

Если до настоящего времени планы являлись, прежде всего, инструментом централизованного распределения ресурсов для реализации жестко заданных сверху целей, единственным и основным средством контроля и оценки деятельности предприятий и его структурных единиц, а выполнение и перевыполнение плановых заданий служило базой для стимулирования труда на предприятиях, то сейчас эти функции отошли на второй план. Они уступили место самостоятельному предвидению, выработке долгосрочной программы действий, поиску наиболее выгодных для экономики и потребителей, рентабельных для предприятия сфер хозяйственной деятельности. Для того чтобы предприятию в современных условиях выжить, необходимо изменить сам исходный принцип планирования – идти от будущего к настоящему, а не от прошлого к будущему.

Выводы. Производство и выпуск конкурентоспособной продукции оборонного и гражданского назначения требует новых методов и принципов организации производства основанных на использовании возможностей рыночной экономики и межотраслевой и территориальной кооперации.

Применение принципов «Интегрированных организационных структур» и «Территориальных кластеров» дает дополнительные финансово – организационные возможности повышения эффективности и рентабельности работы предприятий различных отраслей.

Литература:

1. Антонов А.И. Контроль над вооружениями: история, состояние, перспективы Серия: Библиотека ПИР-Центра. – М. : Российская политическая энциклопедия, 2012.
2. Кудрявцев Е.М. Организация, планирование и управление предприятием. – М. : АСВ изд-во, 2011.
3. Медведева О.В. Комплексный экономический анализ деятельности предприятия. Серия: Высшее образование. – Ростов н/Д. : Феникс, 2010.
4. Руденко Ф.Г. Критерии оценки выбора уровня эффективности технологий и их влияние на экономичность функционирования предприятий ОПК // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 2.
5. Руденко Ф.Г. Социально-экономические аспекты построения системы показателей конкурентоспособности промышленных предприятий // Экономические и гуманитарные исследования регионов. – 2013. – № 6.
6. Руденко Ф.Г. Социальные аспекты инновационной деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса РФ // Историческая и социально-образовательная мысль. – 2013. – № 1.
7. Указ Президента Российской Федерации № 426 от 28.0.97. «Об основных положениях в сферах естественных монополий».

References:

1. Antonov A.I. Control over arms: history, state, prospects Series: FEAST CENTER library. – M. : Russian political encyclopedia, 2012.
2. Kudryavtsev E.M. Organization, planning and business management. – M. : DIA publishing house, 2011.
3. Medvedev O.V. Complex economic analysis of activity of the enterprise. Series: The higher education. – Rostov N/D. : Phoenix, 2010.
4. Rudenko F.G. Criteria of an assessment of a choice of level of efficiency of technologies and their influence on profitability of functioning of defense industry enterprises // Theory and practice of social development. – 2013. – № 2.
5. Rudenko F.G. Social and economic aspects of creation of system of indicators of competitiveness of the industrial enterprises // Economic and humanitarian researches of regions. – 2013. – № 6.
6. Rudenko F.G. Social aspects innovative деятельность enterprises of defense industry complex of the Russian Federation // Historical and social and educational thought. – 2013. – № 1.
7. The decree of the President of the Russian Federation No. 426 from 28.0.97. «About basic provisions in spheres of natural monopolies».

УДК 33

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД И ПРИНЦИПЫ МЕТОДОЛОГИИ ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ
АВТОНОМНОЙ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ ДЛЯ РЕШЕНИЯ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВСЕХ СЛОЕВ НАСЕЛЕНИЯ**

**SYSTEM APPROACH AND THE PRINCIPLES OF METHODOLOGY OF LAND
DEVELOPMENT OF THE AUTONOMOUS REPUBLIC OF CRIMEA FOR
THE SOLUTION OF SOCIAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF ALL SEGMENTS
OF THE POPULATION**

Клещенко Юрий Александрович

кандидат экономических наук,
генеральный директор Группы компаний
«Строительно-монтажное управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Ширков Евгений Николаевич

заместитель Генерального директора
Группы компаний «Строительно-монтажное
управление «Краснодар»
(ООО «СМУ «Краснодар»)

Аннотация. В статье исследуется стратегия методологии освоения земель Автономной Республики Крым. Автором доказывается, что исследуемые направления должны строиться на основе современных экономических методов.

Ключевые слова: земельные ресурсы, стратегия, Автономная Республика Крым.

Kleshchenko Yury Aleksandrovich
Candidate of Economic Sciences,
CEO of Gruppy kompany Construction
Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Shirkov Evgeny Nikolaevich
deputy CEO of Gruppy kompany
Construction Management Krasnodar
(JSC SMU Krasnodar)

Annotation. In article strategy of methodology of land development of the Autonomous Republic of Crimea is investigated. By the author it is proved that the studied directions have to be under construction on the basis of modern economic methods.

Keywords: land resources, strategy, Autonomous Republic of Crimea.

Создание полноценной системы рыночных экономических отношений во всех сферах городского хозяйства Автономной Республики Крым крайне необходима в современных условиях. Большие усилия были направлены и на формирование рынка недвижимости, включая самый сложный предмет рыночных отношений – землю.

Тем не менее, современный этап развития рыночных земельных отношений безотлагательно требует новых шагов по коренному совершенствованию нормативно-правовой базы, системы финансово-экономических и организационных отношений на основе тщательного анализа и согласования интересов всех участников земельного рынка.

При классическом подходе к анализу рыночных отношений, в том числе и земельных, прежде всего учитываются критерии конкурентности и открытости рынка, уравновешивающие интересы покупателя и продавца, спрос и предложение за счет механизмов рыночной саморегуляции. Следует учесть, что при этом речь идет о частной собственности, а продавцами и покупателями в большинстве случаев являются коммерческие организации или физические лица, т.е. осуществляются операции, подобные операциям уже начинающегося складываться «вторичного» земельного рынка.

Что же касается операций с государственной или муниципальной собственностью, право аренды или иные права на которую переходят коммерческим организациям или физическим лицам, то при создании и развитии такого «первичного» рынка, учитывая его важность не только для покупателей, но и для города в целом, на первое место выходит вопрос не столько о стоимости земли, сколько о системе ценообразо-

вания, полноте и зрелости системы рыночных земельных отношений, учитывающем интересы всех участников земельного рынка [7].

Для города здесь одна из важнейших проблем – определение минимальной стоимости, или «себестоимости», городской собственности, которая предлагается участникам земельного рынка с определенными ограничениями, отражающими градостроительные и иные аспекты политики города. Это позволит формировать более разумную рыночную политику, рассчитывая на получение прибылей, планируя необходимые бюджетные дотации для развития рынка, или «нулевой вариант», когда средние цены близки к «себестоимости». Очевидно, что особенно важное значение это имеет на начальном этапе развития нового земельного рынка.

В отличие от иных объектов недвижимости (зданий, сооружений, предприятий и т.д.), а также в большинстве случаев и для сельскохозяйственных земель, которые представляют собой отдельные объекты, практически независимые и легко отчуждаемые от иных объектов и соответственно поддающиеся достаточно простым методам оценки, городская земля вместе со всеми улучшениями (системой инженерных сооружений и коммуникаций, улично-дорожной и транспортной сетью и другими элементами городской инфраструктуры) является неизмеримо более сложным объектом недвижимости. Соответственно неизмеримо сложнее и ее оценка.

Фактически, выделяя определенный земельный участок и оформляя права на него, приходится говорить не только о части территории города, но и о соответствующей доле землепользователя в городской инфраструктуре, создание и воспроизводство которой производится за счет средств городского бюджета, без выделения этой доли в натуре. Естественно, при этом приходится учитывать и основные аспекты градостроительной и финансово-экономической политики города. Очевидно, что для решения проблемы оценки городских земель чрезвычайно важно знать или уметь рассчитывать стоимость затрат на создание, простое и расширенное воспроизводство улучшений городских земель, определять величину земельной ренты с учетом основных итогов и тенденций развития земельного рынка, а также правильно оценивать стоимость соответствующих долей, приходящихся на конкретный земельный участок [5].

Вместе с тем накопленный опыт показал не только ее преимущества, но и основные недостатки, а также направления дальнейшего совершенствования при создании современной системы кадастровой оценки городских земель, основные принципы, методы и алгоритмы, а также основных методов и критериев оценки земельных участков для всех видов рыночных операций с землей.

В странах с рыночной экономикой земельная рента является одним из основных источников развития города. Закон возрастающей отдачи требует создания и развития системы эффективного менеджмента не только от землевладельца или землепользователя, но и со стороны городских властей. Это касается как создания и корректировки городской нормативной базы, так и основных институтов земельного рынка и координации каждодневной работы всех его участников.

Формирование городской земельной политики, основанной на максимально эффективном использовании городских земель и земельной ренты, включая ценовую политику, ипотечное кредитование и другие направления и институты рыночной политики, – важнейшее и сложнейшее направление деятельности городских органов власти и управления.

Поэтому проводить экономический анализ, связанный с получением землевладельцем или землепользователем «чистой» земельной ренты на основе взаимодействия интересов участников земельных отношений во всем их многообразии, очень сложно, особенно для современных условий становления земельного рынка Автономной Республики Крым. Несколько упростить такой анализ помогает рассмотрение системы парных отношений основных участников земельного рынка, учитывающее как роль городского бюджета в финансировании создания и воспроизводства улучшений городских земель – основного источника земельной ренты, так и особенности финансирования сделок с землей коммерческими фирмами и банками.

Наличие на городской земле предприятий различных форм собственности и подчиненности, объектов социальной сферы, науки и культуры, крупных жилых массивов, объектов общегосударственного значения еще больше осложняет ситуацию, свя-

занную с организацией рациональной системы градостроительной политики и рыночного землепользования.

Сравнение структуры и источников затрат на создание и воспроизводство улучшений земли в странах с рыночной экономикой и показывает их существенное различие.

Во многих странах с устойчивой рыночной экономикой затраты на создание и воспроизводство инженерной инфраструктуры города осуществляются в основном специализированными частными компаниями, а затем включаются в структуру соответствующих тарифов за ее использование.

Следовательно, приобретая права на земельный участок, после оплаты его стоимости землепользователь отдельно оплачивает и стоимость основных улучшений земли.

Таким образом, в результате действия рыночных механизмов саморегуляции часть земельной ренты направляется на воспроизводство улучшений городских земель, поддерживая и стабилизируя сложившуюся стоимость земли. Этому же способствует налоговая и инвестиционная политика городских властей.

Равновесные рыночные условия, справедливое распределение земельной ренты между собственником и городом, развитая система кредитования и правовой защиты участников земельного рынка, разумная налоговая политика и другие факторы стабилизируют как земельный рынок, так и сложившуюся на нем систему цен.

В таких условиях оценка стоимости городских земель и земельных участков, как и иных объектов недвижимости, представляет собой хотя и достаточно сложную, но разрешимую задачу. В иной, неравновесной ситуации перехода от плановой экономики к рыночной эта задача не просто сложна, а содержит ряд принципиальных неопределенностей и неоднозначностей.

Очевидно и то, что ее решение исключительно на основе прямого применения опыта стран с рыночной экономикой, тем более при поверхностном подходе на основе преимущественной роли интересов покупателя, а еще хуже – посредника, навязывающих свои интересы всем участникам земельных отношений на недостаточно развитом рынке, не может дать адекватных результатов. Поэтому система оценки городских земель требует сбора и анализа неизмеримо большего объема кадастровой и иной информации, изучения реальной ситуации на земельном рынке и рынке недвижимости, а также финансово-экономической ситуации в стране и городе, социально-экономической, градостроительной политики города и ряда иных факторов.

Затраты на создание и воспроизводство всех улучшений земли, включая и инженерную инфраструктуру города, производились и производятся сейчас в основном за счет бюджетных средств, несмотря на акционирование государственного предприятия. И в структуру тарифов за электроэнергию, газ, тепло, воду и т.д., которые устанавливаются городом, также входят дотации из городского бюджета.

Таким образом, аренда земельных участков фактически означает использование коммерческими организациями бюджетных средств, затраченных на улучшение городских земель. Очевидно, что при неадекватной ценовой политике города большая часть земельной ренты, прямо или косвенно полученной землепользователем, будет формироваться за счет городского бюджета [1].

В этом первое коренное отличие Автономной Республики Крым от стран с рыночной экономикой, приводящее к очевидному выводу о необходимости принципиально иного подхода к определению стоимости городских земель или прав аренды земельных участков.

Второе отличие связано с иными условиями финансово-хозяйственной деятельности предприятий города, когда на начальном этапе реформ были обесценены все накопления, в том числе и за счет амортизационных отчислений, для воспроизводства инженерной инфраструктуры, а затем из-за высоких темпов инфляции стали фактически невозможными новые долгосрочные накопления.

Из-за высокой инфляции, высокой ставки рефинансирования Центрального банка РФ и соответственно высоких уровней банковских ставок коммерческих банков, приводящих к высоким значениям коэффициента капитализации в твердой валюте, капитализация амортизационных отчислений или арендной платы за землю может покрыть лишь 0–20 % средней стоимости воспроизводства инженерной инфраструктуры города.

Таким образом, в отличие от стран со стабильной рыночной экономикой в стоимости московской земли кроме рентной составляющей, характеризующей доходность предприятия на данном земельном участке и дающей городу возможности для расширенного воспроизводства инфраструктуры, отчетливо выделяется затратная составляющая. Особенности затратной составляющей являются ее относительно высокий уровень, близкий к средней по городу рыночной стоимости права аренды, бюджетное происхождение, городская собственность (и соответственно существенные сложности возможной приватизации), а также практическая невозможность ее компенсации равномерными небольшими платежами в течение длительного срока.

Это приводит к объективно более высокой доле затратной составляющей стоимости московской земли по сравнению с другими крупными городами мира.

Следовательно, при равном или более низком уровне цен по сравнению с мировыми доля рентной составляющей относительно затратной сравнительно невелика. Соответственно существенно хуже как условия расширенного воспроизводства городской инфраструктуры, так и условия развития земельного рынка, т.е. дальнейшего развития города в условиях классической рыночной экономики [3].

Следует отметить, что сопоставление средних значений стоимости земли в различных городах мира и, тем более, выводы из такого сопоставления необходимо делать с величайшей осторожностью. Дело не только в различной структуре и источниках финансирования создания и воспроизводства улучшений городских земель, упоминавшихся выше. Существенно различаются градостроительная политика, распределение городских земель по видам их функционального использования, уровень жизни и доходов населения города, традиции, мотивация и многое другое.

В то же время основная территория американских городов занята малоэтажной застройкой с большими прилегающими земельными участками, где указанное соотношение существенно меньше единицы. И напротив, для Токио более характерна многоэтажная застройка, а площадь земельных участков, занятых под коттеджи, минимальна. Поэтому приведенные средние цифры характеризуют скорее градостроительные традиции, ориентацию потребителей на «эффективность» использования земель и общий потенциал земельных ресурсов города, нежели степень развитости и конъюнктуру земельного рынка, как считают многие наши эксперты- «рыночники».

Вместе с тем, поскольку реальный уровень цен пока еще существенно ниже мирового, а себестоимость строительства и рыночные цены на недвижимость близки к мировым из-за низкой доли рентной составляющей в цене земли, земельный рынок макроэкономически становится относительно более перспективным и привлекательным, чем иные элементы рынка недвижимости.

Кроме того, если говорить о методах оценки земли в таких условиях, применение затратной методики оценки стоимости земли Автономной Республики Крым чрезвычайно сложно и трудоемко. Это связано не только с необходимостью получения, систематизации и обработки больших объемов кадастровой и иной информации, но и с чрезвычайно сложной процедурой приведения затрат, сделанных в разное время и обесцененных инфляцией, к единому уровню цен на настоящее время.

Необходимо подчеркнуть, что любые процедуры пересчета затрат на городскую инфраструктуру в их текущую стоимость не дают точной оценки. Поэтому приходится развивать системы приближенной оценки с использованием современных экономико-математических методов. Некоторые из разработанных подходов изложены ниже.

Очевидно, что описанная ситуация требует разработки и проведения соответствующей рыночной земельной политики, включающей не только и даже не столько ценовую политику, сколько политику привлечения и эффективного управления инвестициями, создания основных рыночных институтов, включая фондовую составляющую рынка, а также соответствующей нормативной базы. Только вся совокупность рыночных институтов, подкрепленная соответствующей городской законодательной и нормативной базой, может создать необходимые гарантии для инвесторов и землепользователей в сочетании с адекватным учетом и отражением интересов города.

Однако практикуемый в настоящее время выкуп права аренды земельных участков в денежной форме приводит к уменьшению оборотных средств предприятий и тем самым ухудшает условия их хозяйственной деятельности. При массовом выкупе

в такой форме это может негативно сказаться и на всем городском хозяйстве, включая уменьшение налоговой базы и поступления средств от налогов в городской бюджет. Поэтому при самой насущной и острейшей необходимости для города выкупа прав аренды земельных участков его принудительную реализацию в денежной форме нельзя признать полностью обоснованной и однозначно полезной юрду.

Единственным выходом в такой ситуации является использование финансовых инструментов ипотечного кредитования на основе определения текущей стоимости приходящейся на данный земельный участок доли бюджетных затрат на создание и воспроизводство инженерной инфраструктуры города. Минимальная стоимость этой доли может быть определена, исходя из кадастровой стоимости земли в различных районах.

Создание системы учета и обращения долговых обязательств (земельных векселей, закладных и т.д.), включая муниципальный земельный инвестиционный банк, позволило бы защитить городской земельный капитал от инфляции и обеспечить необходимые условия для финансирования воспроизводства улучшений городской земли.

В функционировавшей ранее плановой экономике с приоритетами промышленного развития командно-административное распределение бесплатной земли привело к серьезным диспропорциям в развитии города, расточительному использованию ценнейшей городской земли, в том числе для предприятий и организаций, совершенно не нужных и даже вредных для города, тяжелым экологическим проблемам. При этом однажды распределенная земля практически не перераспределяется, что приводит к стагнации в развитии города и дальнейшему усугублению негативных тенденций.

В странах с рыночной экономикой платное землепользование является мощным рычагом воздействия на развитие городов. Для учета действия основных рыночных регуляторов и нейтрализации негативного воздействия элементов рыночной стихии на градостроительную политику создаются современные автоматизированные системы городского земельного кадастра.

Государственный земельный кадастр – это установленная государством система учета и оценки земель и регистрации прав на землю, направленная на регулирование и совершенствование земельных отношений, включающая сведения о правовом, хозяйственном и природном состоянии городских земель [4].

Основной целью создания и ведения государственного земельного кадастра является защита прав города, землепользователей, инвесторов и других участников земельных отношений, обеспечение государственных органов и учреждений, юридических и физических лиц информацией о земле, регистрация, учет и оценка земель.

Из приведенных определений видно, что земельный кадастр включает в себя как правовой, так и фискальный кадастры. Во многих случаях основной акцент делается на создании компьютеризованного фискального кадастра, содержащего основные базы данных для управления всеми видами земельных платежей на основе сопоставления информации о кадастровой и рыночной стоимости земельных участков, и юридического регистрата, обеспечивающего фискальный кадастр всей необходимой количественной и правовой информацией по земельным участкам.

На протяжении всей истории кадастров их главной целью являлось организационное и информационное обеспечение земельной таксации на основе постоянно актуализирующейся информации о стоимости земельных участков. При этом изменение цен на землю вызывает изменения в существующей структуре землепользования и градостроительной политике, а городские власти, формируя налоговую, градостроительную и инвестиционную политику, способны эффективно и целенаправленно влиять на этот процесс.

Строительство практически всегда повышает ценность земельного участка, а также ценность сопряженных территорий. Строительство освобождает территории благодаря повышению плотности застройки. Комплексная застройка периферийных районов приближает их к ценности районов, граничащих с центром. Реконструкция районов, расположенных вблизи центральных зон, а также самого центрального района, повышает их ценность в 2–3 раза, а в отдельных случаях – на порядок.

Резкие рыночные колебания существенно сглаживаются правилами зонирования и другими мероприятиями. Однако в городе, функционирующем в условиях рыноч-

ной экономики, изменяющаяся цена на землю оказывает влияние на землепользование во всех районах города. Когда тип и интенсивность землепользования в уже застроенной части города начинают сильно отличаться от оптимума, цены на землю становятся мощным стимулом для перераспределения земли и для ее более эффективного использования (соотношение цен на землю в центральной и периферийной частях крупных городов достигает 10 : 1).

Очевидно, что из-за низкого показателя количества рабочих мест на единицу площади земельного участка, большой занимаемой площади, издержек на экологические мероприятия продукция промышленных предприятий в центральных районах города может стать неконкурентоспособной и доля промзон в центральной части города должна существенно сокращаться.

В то же время благодаря высокой стоимости земли в центральной части города и большой разнице в стоимости земли в центральной части города и на периферии стоимость передислокации промышленного предприятия в районы вблизи кольцевой дороги составит 10–20 % стоимости занимаемого земельного участка. Причем если предприятие, занимающее земельный участок, станет субъектом земельного рынка, то передислокация станет ему выгодной, и процессы передислокации будут форсироваться самими рыночными земельными отношениями.

Часть полученных средств может быть использована самими предприятиями на повышение своей эффективности, а следовательно, и платежеспособности. Но что не менее важно, городской бюджет получит значительные средства на улучшение и развитие городской инфраструктуры, коммунальных служб, транспорта и коммуникаций, решение социальных программ [2].

В свою очередь необходимо, чтобы при создании новой инфраструктуры в полной мере учитывалось реальное состояние и перспективы развития земельного рынка, а инвестиции направлялись в те районы и отрасли городского хозяйства, которые обеспечат максимум преимуществ за короткое время.

Необходимо отметить и влияние земельного рынка на градостроительную политику [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что экономика землепользования накладывает определенные ограничения на градостроительную политику, в частности по массовому строительству типового жилья. Следовательно должны строиться здания с высокой коммерческой отдачей. Это в свою очередь приводит к повышению стоимости соседних участков, улучшению инфраструктуры и т.д.

Существенную роль в ускорении процессов улучшения городской инфраструктуры играет и формирование критериев для осуществления земельной налоговой политики, выявление субъектов налоговых льгот, определение и регулярная корректировка уровня арендных платежей в рамках проводимой земельной политики. Все это требует адекватного информационного обеспечения и непрерывного анализа возможных последствий управленческих решений с помощью современных экономико-математических моделей и соответствующих автоматизированных информационных систем.

Формирование рынка земли, правильный учет стоимостных характеристик городских земель с соответствующим отражением их в кадастре, адекватная земельная ценовая и налоговая политика и ее полноценное информационное обеспечение позволят существенно повлиять и на градостроительную политику города, сделать больший акцент в развитии города на более полное удовлетворение интересов его жителей.

Литература:

1. Дуброва Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов. Серия: Университетская серия. – М. : Маркет ДС, 2010.
2. Земельные участки. – М. : Библиотечка РГ, 2014.
3. Региональная экономика. Серия: Золотой фонд российских учебников / под ред. Т.Г. Морозовой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010.
4. Потаев Г.А. Градостроительство. Теория и практика : учебное пособие. – М. : Форум, 2014.

5. Симагин В.Г., Глушкова Ю.А. Федеральные округа России. Региональная экономика. – М. : КноРус, 2011.

6. Фоломьев А.Н. Экономический потенциал России: развитие и эффективное использование. – М. : РАГС, 2010.

7. Чаркин С.А. Земельные правоотношения как межотраслевая правовая категория. – М. : Юрайт, 2012.

References:

1. Dubrova T.A. Forecasting of social and economic processes. Series: University series. – М. : DS market, 2010.

2. Land plots. – М. : Bibliotekha of RG, 2014.

3. Regional economy. Series: Gold fund of the Russian textbooks / under the editorship of T.G. Morozova. – М. : UNITY-DANA, 2010.

4. Potayev G.A. Gradostroitelstvo. Theory and practice : manual. – М. : Forum, 2014.

5. Simagin V.G., Glushkova Yu.A. Federal districts of Russia. Regional economy. – М. : Knorus, 2011.

6. Folomyev A.N. Ekonomichesky capacity of Russia: development and effective use. – М. : RAGS, 2010.

7. Charkin S.A. Land legal relationship as interindustry legal category. – М. : Yurayt, 2012.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
РАЗРАБОТКИ**



**TECHNOLOGICAL
DEVELOPMENT**

УДК 664.123.4.001.573

ТЕХНОЛОГИЯ БИОРАЗРУШАЕМОЙ УПАКОВКИ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

TECHNOLOGY OF THE BIODESTROYED PACKING FOR FOODSTUFF

Касьянов Геннадий Иванович

доктор технических наук, профессор.
Кубанский государственный
технологический университет
Тел.: +7(967) 305-65-60
kasyanov@kubstu.ru

Kasyanov Gennadiy Ivanovich

Doctor of technical science, professor.
Kuban State University of Technology
Ph.: +7(967) 305-65-60
kasyanov@kubstu.ru

Аннотация. В статье проанализированы существующие способы изготовления биоразрушаемых упаковочных изделий отечественными и зарубежными производителями. Выходом из сложившейся ситуации может быть использование во всех отраслях пищевой индустрии большого количества различных инновационных технологий, связанных с интенсификацией технологических процессов производства различных видов разрушаемых в почве биопластиков. Технический прогресс в области переработки плодов, овощей, мяса, рыбы, молока не может осуществляться в полной мере без разработки новейших способов хранения и упаковки.

Работами известных ученых и специалистов в области продления сроков хранения сырья – В.Д. Надыкта, Л.В. Донченко, Ю.Г. Скориковой, Л.В. Метлицкого, В.А. Гудковского, В.Г. Щербакова, Т.Г. Причко, Ю.Ф. Рослякова, А.М. Рукавишниковой, Л.А. Русановой, Н.С. Шишкиной и др. – заложены научные основы для разработки способов длительного хранения сельскохозяйственного сырья. В последнее десятилетие предложены разнообразные способы хранения сырья до переработки или реализации в свежем виде – в условиях гидроорошения, регулирования температуры хранения и влажности, состава газовой среды, обработки антисептиками, эфирными маслами, комплексонами и др.

Ключевые слова: упаковка, биопластик, почвенные микроорганизмы, хранение сырья.

Annotation. In article the existing ways of production of the biodestroyed packing products are analysed by domestic and foreign producers. Use in all branches of the food industry of a large number of various innovative technologies connected with an intensification of technological processes of production of different types of the bioplastics destroyed in the soil can be an exit from current situation. Technical progress in area of processing of fruits, vegetables, meat, fish, milk can't be carried out fully without development of the latest ways of storage and packing.

Works of famous scientists and experts in the field of extension of periods of storage of raw materials – V.D. Nadykt, L.V. Donchenko, Yu.G. Skorikovoy, L.V. Metlitsky, V.A. Gudkovsky, V.G. Scherbakov, T.G. Prichko, Yu.F. Roslyakova, A.M. Rukavishnikova, L.A. Rusanova, N.S. Shishkina, etc. – are laid the scientific foundation for development of ways of long storage of agricultural raw materials. In the last decade various ways of storage of raw materials before processing or fresh realization – in the conditions of a hydroirrigation, regulation of temperature of storage and humidity, structure of the gas environment, processing by antiseptics, essential oils, complexons, etc. are offered.

Keywords: packing, bioplastic, soil microorganisms, storage of raw materials.

В последние годы разработка технологических приемов создания биоразрушаемой упаковки для пищевых продуктов становится особенно актуальной. Парадоксальным является применение упаковочных материалов с заданным сроком службы в несколько дней, но не разрушаемых в природе сотни лет. Мировое технологическое сообщество пришло к единодушному мнению по скорейшему внедрению разрушаемых биопластиков: пакетов, пленок, бутылей, мешков, одноразовой посуды и т.п.

Целью исследования является конструирование новых биополимеров: алифатических полиэфиров, полиамидов, сегментированных полиэфируретанов, полимеров молочной и гликолевой кислот. Сформулированы требования к биодеградирующим полимерам с возможностью разлагаться в короткие сроки после использования и образовывать безопасные для окружающей природы вещества – воду, биомассу, углекислый газ или метан [1–7].

Хорошо известными способами удлинения сроков хранения сырья и полуфабрикатов является сульфитация, пастеризация и стерилизация, обеспложивающая фильтрация.

Проанализировав значительный объем научно-технической и патентной информации (с глубиной поиска до 20 лет), мы выяснили, что основное направление исследований сейчас сосредоточено на создании благоприятных факторов хранения сырья, строгом соблюдении санитарно-гигиенических правил, создании надлежащей упаковки. Причем, как показывают наукометрические данные, основное количество публикаций посвящено удлинению сроков хранения пищевых продуктов за счет применения полимерных упаковочных материалов.

Применяемые в настоящее время технологии фасовки и хранения сельхозпродукции не могут исключить загрязнения её микроорганизмами, включая патогенные. Современные упаковочные материалы предохраняют продукт от порчи и удлиняют сроки его хранения

Крупные, исследовательские работы по увеличению сроков и качества хранения проводится как у нас в стране, так и за рубежом.

К физическим способам продления сроков хранения относят разработки Владимира Александровича Гудковского по хранению продуктов в РГС, в МГС, перед закладкой на хранение продукцию выдерживают в течение 12–48 ч в атмосфере, содержащей газообразный 1-метилциклопропен. Потери сырья снижаются при хранении в гипобарических условиях (вакуум), в условиях гидроорошения, при разных значениях температур и влажности воздуха.

Большое внимание уделяется изучению химических способов защиты сельскохозяйственных продуктов с применением различных антисептиков, имеющих как искусственную, так и натуральную природу происхождения.

Способы, основанные на изменении газовой атмосферы при хранении, позволяют регулировать процессы жизнедеятельности в плодах, т.е. повышенная концентрация углекислого газа и понижение содержания кислорода влияют на процессы метаболизма, проходящие в плодах при хранении. Измененная газовая атмосфера в сочетании с низкими, но положительными температурными режимами, позволяет качественно сохранять плоды при одновременном увеличении сроков хранения и с минимальными потерями.

Так же разработана система воздушного хранения сырья в аэрозольном водном тумане. По данным Д. Сейланке, В. Галла, У. Ву и др. хранение продуктов в гипобарических условиях тормозит расход сухих веществ в нем, способствует продлению сроков хранения.

Была изучена методика вакуумной обработки сельскохозяйственной продукции, которая использовалась лишь как средство для ускоренного процесса охлаждения плодов и овощей при закладке их на хранение и установлено, что в зависимости от применяемого режима (остаточного давления, числа сбросов вакуума, продолжительности выдержки под вакуумом) влияние вакуумной обработки неодинаково. Исследования в этой области, проведенные Ю.Г. Скориковой, Э.А. Исагулян, Л.Я. Родионовой, С.И. Митраковой, Р.И. Шаззо, А.В. Маркеловым, Л.А. Яковлевой и др. позволяют сказать, что существует возможность регулировать процесс созревания, либо тормозить данный процесс (в случае закладки на хранение зрелых плодов), либо ускорять созревание (при хранении незрелых плодов), при условии подбора оптимальных режимов вакуумной обработки.

Как показали исследования, многие виды овощей очень чувствительны к усушке, в результате чего теряется иммунность, которая приводит к резкому увеличению порчи (например, у моркови).

Для решения данных проблем была разработана система хранения продукции при периодическом орошении водой (автор Скорикова Ю.Г.).

Исследования показали, что для сохранения качества продукции целесообразно воздействовать на нее снижением температуры и повышением относительной влажности воздуха. Температурный фактор активно влияет на метаболизм продукта хранения и предотвращает его порчу. Относительная влажность воздуха важна главным образом для поддержания тургора, свежести и сохранения массы. Оптимальным режимом хранения является диапазон температур в пределах 0–2 °С, относительная влажность воздуха близкая к 100 %, концентрация CO₂ и O₂ близкие к атмосферным.

На основе проведенных исследований были разработаны способы хранения овощных культур, чувствительных к потере влаги.

Для решения задачи увеличения сроков хранения продукции, а так же для снижения потерь в послеуборочный период и получения продукции высокого качества, изучены и разработаны методики применения предварительного охлаждения, что позволяет быстро снижать температуру плодов и овощей от начальной до требуемой для последующих технологических операций.

На увеличение сроков и качества хранения также сказывается наличие упаковки, т.к. она дополнительно предохраняет продукт от поражения болезнями и микроорганизмами, потери влаги.

Исследования применения пленочных материалов для хранения рыбных продуктов позволило широко внедрить в отрасль многослойный упаковочный пленочный материал, который способствует уменьшению потерь при хранении за счет окисления и усушки.

Наряду с изучением физических способов увеличения сроков хранения, велись и ведутся исследования по изучению веществ как искусственного, так и натурального происхождения, способных влиять на увеличение сроков и качества хранения продукции. Таким образом, были изучены свойства и рекомендованы к применению такие соединения как: пропионовая кислота, сорбиновая кислота, дегидрацетовая кислота и их соли, пирогаллат, сорбат калия, иммуноцитифит, низин, лаурилтиодипропионат, алил-лгорчичное масло, демитилдикарбонат, юглон, плюмбагин, сантохин, метабисульфит натрия, додесульфит натрия, CO₂-экстракты, фунгистатики и др. соединения.

Выбор оптимальной упаковки для продуктов питания – процесс сложный и неоднозначный. Необходимо учесть многие факторы, часто противоречащие друг другу. Поэтому в конкретных ситуациях акцент делается на доминирующие в данном случае показатели.

Тароупаковочная отрасль Краснодарского края находится в состоянии развития, так как здесь сосредоточены крупные пищевые и перерабатывающие предприятия.

Нами выполнены статистические патентные исследования по способам увеличения сроков хранения сельскохозяйственных продуктов за счёт упаковки за период 1995–2015 гг.

Выяснилось, что в этой области было выдано 486 патентов в Англии, США, ФРГ, Франции, Японии. Российские изобретатели получили по этой тематике 42 патента. Больше всего национальных патентов по исследуемой тематике имеют фирмы ФРГ, США и Японии. В Англии, США и Франции преобладают патенты, выданные иностранным заявителям.

Выбор упаковки в общем случае – это достижение компромисса в рассматриваемой системе: продукт – материал – оборудование – технология – окружающая среда – стоимость. В данной системе первым её звеном является пищевой продукт. При формировании требований к упаковочному материалу необходимо знание особенностей продукта, влияния отдельных факторов внешней среды на сохранение качества продукта, кинетики изменения качества. Следующий этап – выбор оборудования, затем определяется технология упаковки, степень влияния происходящих процессов на окружающую среду, и в конечном итоге – стоимость упаковки. Преобладающими показателями для большинства продуктов являются барьерные свойства упаковки. Так, невнимание к газо-, паропроницаемости упаковки зачастую приводит к быстрой порче продукта при хранении. Для экономии затрат на упаковку очень важно соизмерение технологических затрат (на замораживание, стерилизацию, охлаждение и др.) с требуемыми сроками хранения продукта. На первый план современные требования выводят и экологические проблемы: использованная упаковка должна легко утилизироваться, не загрязняя окружающую среду.

По данным Проблемной лаборатории Московского технологического института мясной и молочной промышленности ныне МГУПП, применение современных упаковочных материалов в различных отраслях промышленности, производящих продукты питания, даёт возможность без расширения объёма производства дополнительно сохранить мясных и молочных продуктов 430 тыс. т; плодов, овощей и семенного картофеля – 4,7 млн т; рыбы – 120 тыс. т; продуктов пищевой промышленности – 800 тыс. т.

Необходимо отметить, что пищевые продукты, консервируемые термическим воздействием, сублимационной сушкой, а также такие продукты, как соки, фруктовые, чайные и кофейные напитки и др., вообще не могут выпускаться без соответствующей упаковки. Многие товары имеют двойную или тройную упаковку. Например, в шоколадном наборе каждая конфета, завернута в алюминиевую фольгу, вкладывается в свое гнездо в пластмассовой подставке, которая закрывается листом бумаги и вставляется в картонную коробку, упаковочную в целлофановую оболочку. В этом случае соотношение веса содержимого и упаковки не поддается не какой логике. Дорогая упаковка увеличивает стоимость товара.

Применение паковочных материалов и защитных полимерных покрытий в процессе хранения и транспортирования сельскохозяйственной продукции следует рассматривать в системе взаимодействия: пищевая продукция – упаковка – внешняя среда. В некоторых случаях механизм взаимодействия внешней среды с продуктом включает 4 звена взаимодействия: пищевой продукт – внутренняя среда – упаковка – внешняя среда. В отдельных случаях каждое звено может быть как источником миграции – донором, так и поглотителем мигрирующих компонентов – акцептором.

Исключительное значение имеет такое свойство упаковки, как селективная проницаемость для компонентов, ухудшающих вкус, аромат, цвет, консистенцию и пищевую ценность продукта. В числе мигрирующих компонентов могут быть вещества, определяющие вкус, цвет и аромат продукта, низкомолекулярные компоненты паковочного и защитного материала (мономеры, растворители), пары воды, кислород, посторонние вещества в окружающей атмосфере, нелетучие жидкие и жиросодержащие пищевые продукты, водорастворимые ингредиенты, стабилизаторы и пластификаторы защитных покрытий и материала тары, свет (особенно УФ область) и микроорганизмы.

Прогнозирование срока службы упаковки в каждом конкретном случае является основной задачей эмбаллистики – науки об упаковке (emballage -упаковка). Основными исходными данными при прогнозировании являются следующие: влияние внешних факторов на качество пищевого продукта, кинетика изменения качества продукта и количественная характеристика защитных свойств упаковки.

Началом создания или выбора упаковки является формирование требований к ней в зависимости от типа пищевого продукта, условий хранения, назначения и специфики потребления. Эти требования определяются комплексом защитных, механических, физико-химических, санитарно-гигиенических показателей, данными по технологичности, экономичности и экологической безопасности.

Общемировой тенденцией сегодня является снижение доли традиционных паковочных материалов и заметное повышение объемов использования полимерной и комбинированной тары.

Так, в США доля полимерных материалов к 2014 г. возросла до 45 % по сравнению с 39 % в 2004 г.

Использование полимерных паковочных материалов открывает широкие возможности потребительского распределения сельхозпродуктов, сохраняет качество и обеспечивает их привлекательный вид.

Для оценки технологических свойств полимерных упаковок необходимо было изучить и проанализировать информацию о способах их получения, отобрать наиболее подходящий для данного продукта полимер, предусмотреть возможность практической реализации разработки упаковки нового типа.

Способы получения полимерных пленок

В настоящее время российский рынок тары и упаковки составляет около 60 млн т. Средний уровень потребления упаковки составляет от 80 до 250 кг/год на чел. Многослойная гибкая упаковка используется в объеме до 190 тыс. т.

Применяемые для фасовки пищевых продуктов природные или искусственно полученные высокомолекулярные вещества очень индивидуальны.

Своеобразие физических и химических свойств полимеров во многом зависит от величины молекул и, следовательно, молекулярной массы.

Установлено, что чем выше молекулярная масса полимера, тем выше его механическая прочность.

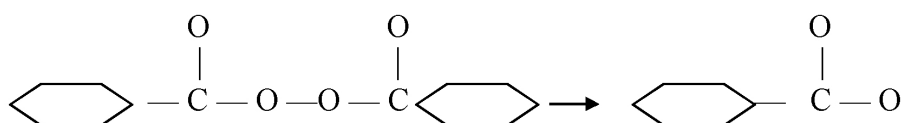
Важное влияние на свойства полимерных соединений оказывают строение, пространственное расположение и гибкость цепей макромолекул, характер химических связей и сил межмолекулярного взаимодействия.

По своему состоянию полимеры могут быть аморфными (стеклообразными, высокоэластичными или вязко-текучими) и кристаллическими.

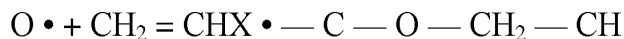
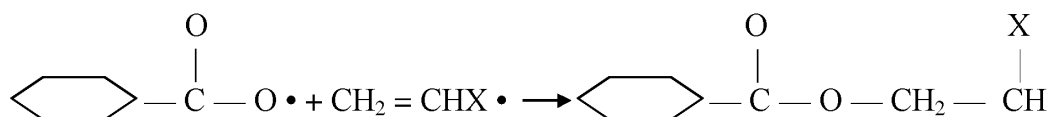
Как известно, полимерные материалы получают путём полимеризации и поликонденсации.

Полимеризация осуществляется путём образования высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных. При этом цепная полимеризация состоит из этапов: начало роста цепи – рост цепи – обрыв цепи.

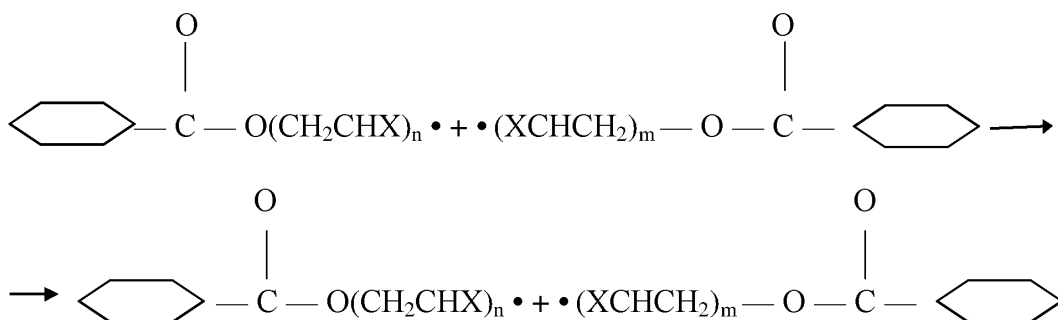
В роли инициаторов полимеризации часто выступают нестойкие вещества (перекисного типа), распадающиеся с образованием свободных радикалов:



Образовавшийся свободный радикал взаимодействует с непредельным мономером, разрывается двойная связь и образуется новый свободный радикал с неспаренным электроном:



При столкновении двух микрорадикалов происходит замыкание цепочки:



Образовавшаяся молекула полимера содержит остаток инициатора в виде концевой группы.

Из общего объема производимой в стране упаковочной пленки до 10 % приходится на ПЭ пленки для упаковки молочных продуктов, около 10 % – на однослойные полиэтиленовые пленки и около 40 % – на долю биаксиальноориентированной полипропиленовой и многослойных пленок.

Практически в каждом экономическом регионе имеются предприятия, производящие упаковки.

Это «Мультифлекс» в Москве, «Полиграфоформление» в Санкт-Петербурге, «Атлантис-Пак» в Ростове-на-Дону, Магнитогорский завод полимерных изделий в челябинской области, «Тетра Пак» в Краснодарском крае, «Цитрон» в Нижегородской области и др.

В настоящее время в России имеется распределение производственных мощностей по выпуску упаковочных пленок по различным регионам (табл. 1).

Таблица 1 – Объемы потребления полимерной упаковочной пленки по регионам России

Экономический регион	Объем производства, тыс. т / год
Северный	0,5–0,7
Северо-Западный в т.ч. Санкт-Петербург	2,5–3,0 2,0–2,2
Центральный в т.ч. Москва	17,0–19,0 12,0–14,0
Центрально-Черноземный	3,0–3,5
Поволжский	3,0–3,5
Северо-Кавказский ¹	4,5–5,5
Уральский	4,5–5,0
Западно-Сибирский	2,5–3,0
Восточно-Сибирский	2,5–3,0
Дальневосточный	1,5–2,0
Калининградская область	0,5–0,8
Всего	43,5–51,0

Плѐнки классифицируют по тем материалам, на основе которых они изготовлены.

Плѐнки на основе целлюлозы и её производных. Целлофан представляет собой гидрат целлюлозы – регенерированный природный полимер. Обычно его получают по вискозному способу осаждением целлюлозы из щелочного раствора ксантогената целлюлозы.

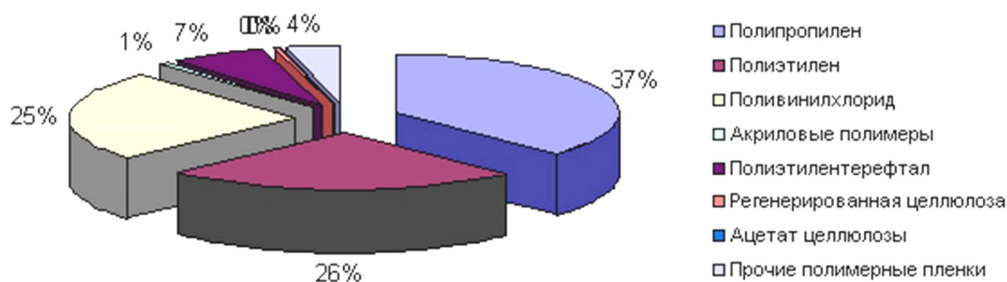


Рисунок 1 – Мировой объем производства полимерных упаковочных материалов

Таблица 2 – Структура производства полимерных пленок по виду полимерного материала на территории РФ в 2014 г.

Вид полимерного материала	Объем (тыс. тонн)	% к общему объему производства
Полипропилен	69,199	42,00
Полиэтилен	37,895	23,00
Поливинилхлорид	39,542	24,00
Полиэтилентерефталат	8,238	5,00
Прочие	9,886	6,00
Всего	164,760	100,00

В обычном целлофане содержится 10–13 % глицерина, 74–84 % целлюлозы, 7–10 % воды и 0,3 % золы. Удельная масса целлофана 1,40–1,55 г/см³, разрывное усилие (в продольном направлении) 600–750 кг/см², растяжение 20–60 %, морозостойкость до минус 40 °С, паропроницаемость 1000–2000 г/м².

Отечественная промышленность выпускает несколько марок целлофана (ГОСТ 7730), обозначаемых номерами (титрами): 25; 35; 45; 55; 65; 75; 85; 100. Номер целлофана соответствует массе 1 м² в г. Для упаковки пищевых продуктов используют плѐнку низших титров (до 45). Выпускают его в виде плоского плѐночного материала шириной 900 ± 40 и 1400 ± 60мм.

¹ Краснодар, фирма БВА – 1,8–2,0 тыс.т, фирма Юг-Полимер – 0,20–0,25 тыс.т, Тимашевск, фирма Тетра Пак – 2,2–2,4 тыс.т.

Поликонденсация проводится в варочно-сушильных аппаратах периодического действия. Она заключается во взаимодействии 2–3 функциональных групп мономеров и сопровождается выделением воды, аммиака, хлористого водорода и др.

Основными методами синтеза полимеров являются полимеризация в массе (блочный метод), полимеризация в растворе, полимеризация в водных эмульсиях и поликонденсация.

Эфиры целлюлозы: ацетилцеллюлоза (ацетат целлюлозы), ацетобутиратцеллюлоза, ацетопропинатцеллюлоза, метилцеллюлоза, этилцеллюлоза имеют гораздо меньшее значение для упаковки пищевых продуктов. Плёнки на их основе нетоксичны, технологичны. Некоторые из этих материалов используют для изготовления мелкой полимерной тары под пищевые продукты, она обладает лучшей термостойкостью, чем тара из жёсткого поливинил-хлорида или полистирола, лучшими санитарно-гигиеническими свойствами.

Этилцеллюлозная плёнка является самой лёгкой из термопластичных эфироцеллюлозных плёнок. Удельная масса 1,14–1,15 г/см³. Водопоглощение 2,5–7,5 % за 24 часа. Относительное удлинение при разрыве 20–35 %. Эластичность сохраняется в интервале температур от минус 70 до плюс 150 °С. Недостаток плёнки – плохая термосвариваемость.

Ацетилцеллюлозная плёнка изготавливается отливом из раствора в смеси ацетона со спиртом. Плёнка прозрачная, блестящая, не имеет запаха, нетоксична. Толщина 15–20 мк, прочность 400–850 кг/см². Диапазон рабочих температур от минус 18 до плюс 105 °С. Термопластична, сваривается при 190–195 °С. Удельная масса 1,27–1,35 г/см³, относительное удлинение 15–40 %.

Плёнки на основе полиолефинов. Наиболее известны: полиэтилен низкой и высокой плотности, полипропилен, сополимеры этилена с пропиленом.

Несмотря на то, что со времени открытия полиэтилена высокого давления (ПЭВД) прошло более 60 лет (фирма «Ай-Си-Ай»), исследователи продолжают работу в этой области, направленную на повышение производительности процесса получения полиэтилена различных плотностей на одном и том же (модифицированном) оборудовании.

Теоретически полимеризацию этилена можно вести до получения полимера любой молекулярной массы. По мере протекания полимеризации сначала получают минеральные масла, жиры, мягкие и твёрдые воски, а затем твёрдые полимеры – полиэтилены [10] (рис. 2).

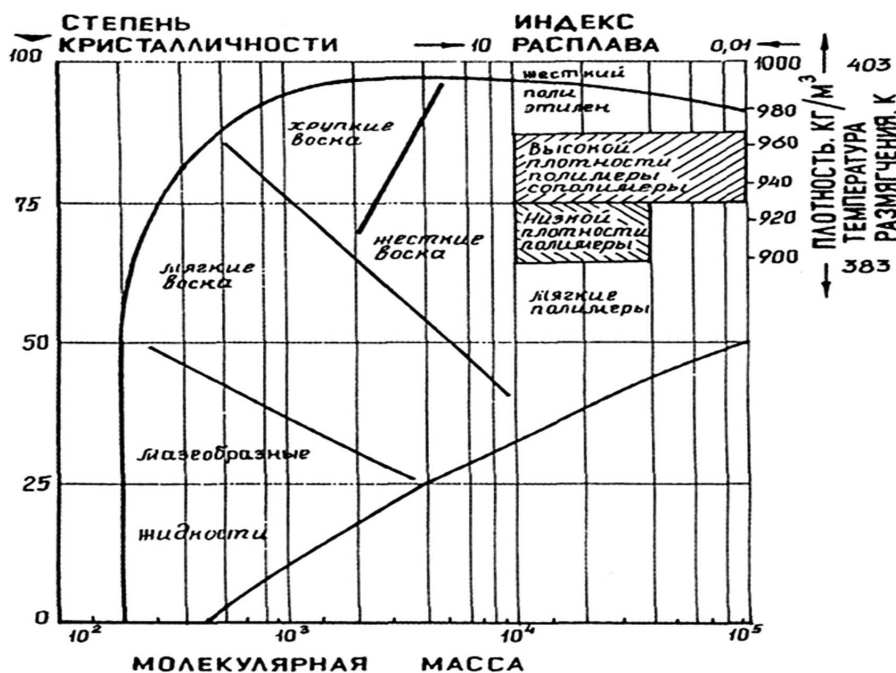


Рисунок 2 – Свойства полимеров этилена

Полиэтиленовая плёнка – лёгкий, дешёвый упаковочный материал, устойчивый к влаге, обладающий невысокой прочностью, но большой эластичностью. Обычный линейный полиэтиленовый материал нестоек к действию масел и жиров, имеет высокую газопроницаемость. Однако другие упаковочные полиэтиленовые материалы и их соэкструдаты обладают многими ценными свойствами.

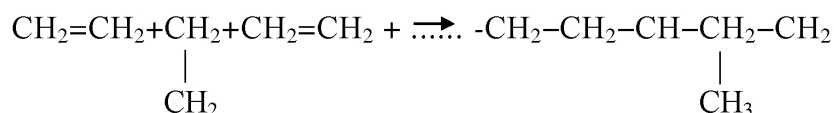
Полиэтиленовые упаковки подразделяют на группы: из полиэтилена низкой плотности – ПЭНП (920–930 кг/м³), ультранизкой плотности (905–913 кг/м³) и высокой плотности – ПЭВП (935–960 кг/м³).

Полиэтилен низкой плотности обычно получают полимеризацией этилена под высоким давлением (выше 100 МПа), поэтому его называют также полиэтиленом высокого давления; полиэтилен высокой плотности – полимеризацией при среднем и низком давлении (до 0,6 МПа), его называют полиэтиленом низкого давления.

В последнее время разработан способ получения полиэтилена низкой плотности и при низком давлении. Такой полиэтилен обладает линейной структурой, прочность и эластичность его выше, чем у обычного полиэтилена низкой плотности, что делает его перспективным для использования в упаковочной технике.

Полиэтилен высокой плотности обладает большей молекулярной массой, чем полиэтилен низкой плотности, поэтому плёнка его более прочна, теплостойка (125 °С вместо 100 °С), устойчивее к действию жира, имеет меньшую газопроницаемость.

Теоретически состав полиэтилена высокого давления (C₂H₄)_n и должен был бы отвечать его линейной формуле. Однако в его молекулах имеются разветвления в виде метильных групп:



Макромолекула имеет нерегулярное строение. Одна метильная группа может приходиться на цепочку из 29 углеродных атомов.

В молекуле полиэтилена обнаружены более длинные боковые ветви, некоторое количество двойных связей и карбоксильные группы. Молекулярная масса полиэтилена высокого давления составляет от 25000 до 50000.

Плёнка полиэтилена высокой плотности пригодна для проведения в ней различных тепловых процессов: разогрева, варки, термической стерилизации продуктов питания при температуре до 120 °С.

Плёнки морозостойки, сохраняют эластичность до минус 60–70 °С.

Полипропиленовая плёнка по свойствам приближается к полиэтилену высокой плотности и выгодно отличается от последнего меньшей плотностью (900–910 кг/м³), большей механической прочностью, жиро- и теплостойкостью (140–160 °С).

Для замедления процесса старения в композиции пропилена при получении плёночных материалов вводят стабилизаторы (антиоксиданты). Полипропилен значительно уступает полиэтилену в морозостойкости (минус 30 °С).

Прочность двухосно-ориентированной полипропиленовой плёнки значительно выше полиэтиленовой, паропроницаемость в 10 раз ниже, чем у лакированного целлофана. Так, выпускаемый в Словакии плёночный материал татрафан при сравнении с лакированным целлофаном той же толщины (20 мкм), не уступая последнему в защитных свойствах по отношению к ароматическим веществам, прохождению кислорода и углекислого газа, имеет в несколько раз большую эластичность, в 1,5 раза большую стойкость к проколу, на порядок меньшую проницаемость.

Постепенно полиэтиленовые плёнки заменяются полипропиленовыми, а лакированный целлофан – лакированной двухосно-ориентированной полипропиленовой пленкой, которая более тонкая по сравнению с целлофановыми и полиэтиленовыми плёнками, плотность их меньше, поэтому они экономичней.

Известная немецкая фирма Bayer разработала биоразлагаемую пленку из полиэфирамида из гексамителендиамин, бутандиола и адипиновой кислоты.



Рисунок 3 – Изготовление биоразрушаемой пленки

Материалы на основе полистирола и сополимеров стирола. Полистирол термопластичный прозрачный полимер. Экструзионным способом из него получают пленку, которую ориентируют в двух перпендикулярных направлениях для придания гибкости и повышения прочности.

Пленка из полистирола имеет удельную массу $1,05\text{--}1,07\text{ г/см}^3$, предел прочности в продольном направлении $800\text{--}1170\text{ г/см}^3$, в поперечном направлении $480\text{--}500\text{ г/см}^3$, теплостойкость $80\text{--}90\text{ }^\circ\text{C}$.

Низкая теплостойкость и высокая хрупкость изделий ограничивают использование полистирола в качестве тарного материала для пищевых продуктов. Кроме того, возникают серьезные проблемы тщательного санитарно-гигиенического контроля, т.к. материалы на основе полистирола могут содержать в своём составе токсичные вещества (стирол, акрилонитрил).

Для упаковки продуктов используют модифицированные стирольные композиции – ударопрочный полистирол и сополимеры стирола. Такие композиции получают совмещением полистирола или его сополимеров с каучуками, а также сополимеризацией стирола с акрилонитрилом, бутадиеном и др.

Созданы следующие композиции на основе стирола: СН – сополимер стирола с $20\text{--}28\%$ акрилонитрила; САМ – сополимер стирола с α -метилстиролом; МСН – сополимер стирола с акрилонитрилом и бутадиеном; СНП – композиция сополимера СН с каучуками; УПС – сополимер стирола с раствором бутадиенового или бутадиенстирольного каучука в стироле; АБС – привитой сополимер стирола с акрилонитрилом в присутствии бутадиенового каучука ($4\text{--}35\%$ акрилонитрила, $10\text{--}40\%$ бутадиена и $25\text{--}80\%$ стирола). Эти материалы легко формируются в тарные изделия из листов экструзией или литьём под давлением из гранул.

В практике США широко используют подобные материалы для изготовления высокопрочной тары под газированные напитки: АБС – аналог отечественного материала АБС; Лорак – сополимер метакрилонитрила со стиролом; NAS – сополимер метилметакрилата со стиролом; SAN – сополимер акрилонитрила со стиролом; NR-16 – сополимер акрилонитрила, стирола и бутадиена.

Указанные способы модификации дают возможность получить группу тароупаковочных материалов, обладающих ценным комплексом свойств: невысокой плотностью материалов ($1040\text{--}1070\text{ кг/м}^3$), удовлетворительными защитными свойствами, по эластичности значительно превышающие полистирол (относительное удлинение при разрыве у полистирола и его сополимеров – $15\text{--}40\%$).

Полиамидные плёнки. Получают отливкой из расплавов или растворов с последующей вытяжкой, на основе различных полиамидов. Плёнки прочны, эластичны, теплостойки, морозостойки, высокоустойчивы к жирам и маслам, малогазопроницаемы.

К недостаткам относятся высокая паропроницаемость и трудность термической сварки (из-за близости сварки к термической деструкции полимера). Плотность плёнок $1040\text{--}1200\text{ кг/м}^3$; теплостойкость $145\text{--}160\text{ }^\circ\text{C}$; морозостойкость до минус $70\text{ }^\circ\text{C}$.

В упаковочной технике применяют главным образом полиамиды – ПА 6; ПА 6,6; ПА 11.

Наилучшим комплексом свойств обладают плёнки из полиамида 11. Плёночный материал рильсан (фр.) имеет наименьшую паропроницаемость (10-20 г/м за 24 ч, по сравнению с 30–100 г/м за 24 ч для др. плёнок), небольшое содержание исходных мономеров, меньшую плотность, лучшую технологичность.

Пленки обладают способностью к вытяжению, что позволяет изготавливать цельнотянутые мягкие тарные изделия (глубина вытяжки до 60 мм). Благодаря высокой теплостойкости эти пленки выдерживают любые режимы разогрева пищевых продуктов в упаковке и термической стерилизации до 130 °С.

Полиэтилентерефталатные (полиэфирные) пленки. Получают отливки или экструзией из расплавов с последующим двухосным растяжением. Они теплостойки (145–150 °С), морозостойки (до минус 70 °С), высокопрочные. Плотность – 1380–1400 кг/м³, имеют малую паро-, газопроницаемость, стойки к жирам и маслам, прозрачны и имеют привлекательный блеск.

Самостоятельного значения для упаковки они не имеют, используют их в сочетании с другими полимерами, т.е. в виде многослойных полимерных и комбинированных материалов. Эти плёнки трудно сварить обычными промышленными способами, потому что при нагревании выше размягчения меняется кристаллическая структура ориентированной плёнки и сварной шов становится хрупким и разрушается, нарушая герметичность упаковки.

В России эти плёнки известны под названием лавсан, в США – майлар, во Франции – терфан. Разработаны металлизированные пленки ПЭТФ-ПЭНП для упаковки кофе, чая, пряностей.

Другие типы полимерных плёнок. Для упаковки пищевых продуктов применяется фторопласты, сополимеры тетрафторэтилена и гексафторпропилена, поликарбонат, полиформальдегид, поливинилфторид.

Определённое значение для упаковки пищевых продуктов имеют и плёночные материалы на основе гидрохлорида каучуков – натурального и синтетического.

Плёнка из гидрохлорида натурального изопренового каучука (плиофильм) эластична, прочна, паро- и газопроницаемость её может меняться в значительных пределах в зависимости от технологии производства, способны к усадке. На её основе создан СКИ-3 – эскаплен.

Ценными свойствами обладает полученный из сополимеров некоторых акрилатов с акрилонитрилом плёночный и гранулированный материал Барекс-210, применяемый в производстве пищевой тары (высокопрочные бутылки, упаковочные плёнки). В зависимости от содержания акрилонитрила в исходном полимере (от 27 до 72 %) проницаемость кислорода может меняться более чем в 70 раз, CO₂ – в 280 раз, а паропроницаемость – в 3 раза. Кислородопроницаемость Барекса-210 в 7–8 раз меньше, чем у поливинилхлорида, и в 300 раз меньше, чем у полиэтилена.

Большое влияние на защитные свойства материала имеет взаимодействие молекул полимеров, определяющих плотность молекулярной упаковки. Так, кислородопроницаемость полимеров зависит от химической природы заместителя и может меняться почти в 50 тыс. раз.

Американская фирма «DuPont» разработала новый упаковочный материал сурлин, сочетающий системы ковалентных связей со звеньями ионной связи. Это сополимеры этилена с метакриловой кислотой, по месту карбоксильных групп которых образованы солеобразные соединения с катионами цинка, натрия и др. Сурлин более жиростоек по сравнению с пленкой из ПЭНП.

Специальные упаковочные материалы. К ним относятся плёнки, имеющие специфическое назначение: водорастворимые плёнки и плёнки, обладающие бактерицидными и фунгистатическими свойствами.

Водорастворимые плёнки предназначены для пищевых продуктов, употребляемых в условиях, затрудняющих операцию удаления упаковки: походные условия, экспедиции или сохранение отходов пищевого продукта. Плёнки неотделимы от пищевых продуктов в процессе их приёма и такие покрытия называют съедобными: они делятся

на 2 группы – неусвояемые (не имеют пищевой ценности, гигиенически безвредны, не усваиваются чел.овеческим организмом и выбрасываются с другими шлаками) и усвояемые съедобные плёнки представляют собой составные части продуктов питания и частично поглощаются организмом, внося в него питательные и энергоресурсы.

Неусвояемые пленки получают на основе водорастворимых эфиров целлюлозы (карбоксиметилцеллюлоза, метилцеллюлоза, этилцеллюлоза); синтетических полимеров (поливиниловый спирт, полиакриловая кислота, полиоксиэтилен).

Усвояемые пленки получают из композиций на основе углеводов (амилоза), белков (желатин, казеин, клейковина), жиров (ацетоглицериды), а также с использованием пектинов, хитозанов и альгинатов. По механическим свойствам такие покрытия близки к целлюлозным.

Использование природных пектиновых веществ для создания легкоудаляемых или съедобных упаковочных материалов весьма перспективно.

Бактерицидные и фунгистатические плёнки. Для решения ряда локальных задач в плёночные материалы вводят различные добавки: антиоксиданты, консерванты, азот или диоксид углерода для создания защитной инертной атмосферы внутри упаковки, антисептики, инсектициды, пестициды и др.

Введение указанных добавок в упаковку продукта предусматривает переход их в пищевой продукт (в случае консервантов) и следует рассматривать лишь как частное решение конкретных задач, связанных со специфическими условиями хранения и доставки пищевых продуктов.

Большинство плёночных материалов, не имеющих повреждений, при толщине 25 мкм надёжно защищает продукт от действия микроорганизмов (бактерии, грибы, плесени, дрожжи).

Для получения бактерицидных материалов в их состав или на поверхность вводят химические консерванты: сорбиновую и бензойную кислоты, их калиевые, натриевые или кальциевые соли и пр. Сорбиновую кислоту или сорбаты вводят в защитные покрытия плёночных материалов при экструзии или пропитывают их растворами пористые упаковочные плёнки. В состав отечественной плёнки эскаплен вводят до 3 % сорбиновой кислоты. При упаковке пищевых продуктов в плёнку эскапленсорбиновая кислота оказывает антимикробное действие на продукт, как при поверхностном контакте, так и при постепенной миграции в массу продукта. Бактерицидное влияние этой пленки было неоднократно доказано.

Большинство одинарных плёнок, особенно пектиновая, хитозановая, полиэтиленовая, полипропиленовая, целлофановая и др., нестойки к действию различных насекомых-вредителей (жучки, личинки, моли), обладающих сильной чел.юстной системой. Исключение – поликарбонатная, полиэфирная пленки и жесткий поливинилхлорид. Лучшие результаты получены при использовании многослойных полиэфирных пленок.

При введении в плёночные материалы (при изготовлении или пропиткой в готовом виде) некоторых композиций инсектицидов, например, пиретрина, синергизированного пиперонилбутоксидом, получен высокий защитный эффект. При хранении риса в полиэтиленовой упаковке введение в неё 0,015 % пиретрина оказывало защитное действие, аналогичное прямой обработке продукта препаратом в концентрации 1 мг/кг, при содержании в плёнке 0,03 % пиретрина – аналогично прямой обработке риса в количестве 2 мг/кг, а при 0,1 % – 6,66 мг/кг.

Русский исследователь, профессор Росляков Ю.Ф. разработал и внедрил способы прямой и косвенной обработки риса пропионовой кислотой и её солями, создал новые упаковочные материалы с использованием про-пионатов.

Перспективными считаются исследования ученых МГУПП и КубГТУ по иммобилизации других органических кислот и их солей в упаковочные материалы.

Принципиально возможно вместо синтетических полимерных пленок для создания бактерицидных упаковок использовать растворы пищевых полимеров, в частности пектин.

Пектины – это природные полимеры Д-галактуроновой кислоты, карбоксильные группы которой частично этерифицированы метанолом.

Пектиновые вещества содержатся во всех частях растений, входят в состав клеточных стенок и срединных пластинок, обнаружены в цитоплазме и соке вакуолей растительных клеток.

В недозрелых плодах присутствует преимущественно нерастворимый в воде протопектин, входящий в состав срединных пластинок и цементирующий растительную ткань. По мере созревания протопектин частично гидролизует под влиянием ферментов и органических кислот плодов и переходит в растворимый пектин, что способствует размягчению ткани плодов.

Содержание пектиновых веществ в плодах и овощах в среднем 0,3–2,0 %. Больше всего пектиновых веществ в яблоках, цитрусовых, айве, смородине, свекле, топинамбуре, корзинках подсолнечника.

В зависимости от степени этерификации пектин может быть высоко- и низкоэтерифицированным, от чего зависят его технологические свойства (пектин яблок – высокоэтерифицированный, а свеклы – низкоэтерифицированный).

Благодаря наличию в молекуле свободных карбоксильных групп пектин может связывать ароматические и бактерицидные компоненты и служить основой для создания сверхтонких бактерицидных покрытий для плодов и овощей.

Мировое производство пектина 20–22 тыс. т в год. Основным производителем пектина является немецкая фирма «Хербстрайтунд Фокс К.Г.».

Кроме пектина для создания поверхностной бактерицидной пленки можно использовать модифицированные крахмалы, полученный путем расщепления молекулы крахмала различными окислителями. Наиболее подходящим сырьем для получения крахмала и пектина является топинамбур, из которого можно получить гель для формирования эластичной пленки.

Новые упаковочные материалы могут быть получены также при термическом разложении целлюлозы и целлолигина.

Проанализировав существующие способы изготовления полимерных материалов для хранения сельскохозяйственных продуктов, следует отметить, что наиболее перспективной разработкой может быть создание упаковочной полимерной тары с бактерицидными, защитными свойствами. Из широкого перечня полимерных материалов предпочтение при изготовлении бактерицидных пленок следует отдать полиэтилену низкой плотности, поливинилиденхлориду и полиолефинам отечественного и зарубежного производства.

Способы продления сроков хранения сельскохозяйственного сырья

Ряд исследователей рекомендуют при транспортировании пищевых продуктов (мяса, рыбы, овощей) применять упаковку сорбента соли в воде. Эта упаковка состоит из 3-х компонентов: гранулированная или порошкообразная смола – сорбент воды; гранулированная или порошкообразная керамика, содержащая антимикробный препарат; обработанный антибиотиком упаковочный материал для смеси первых двух компонентов. Этот плёночный материал может содержать слои бумаги, полимерной пленки, но обязательно должен быть пористым или перфорированным.

Соотношение первого и второго компонентов может быть от 99 : 1 до 1 : 99 (лучше от 70 : 30 до 30 : 70). Солёная вода может быть замороженной, например, солёная вода может быть 3 %-ным раствором NaCl в воде в замороженном виде. Обычно измельченный полимерный сорбент смешивают с равным количеством силикагеля, цеолита, силиката алюминия и смесь помещают в пакетик из пористого или перфорированного упаковочного материала. Пакетик со смесью выдерживают в солевом растворе до насыщения сорбента раствором соли. Затем содержимое пакетика замораживают и используют в контакте с замороженными пищевыми продуктами.

Некоторые работы посвящены созданию защитных оболочек на поверхности продуктов композициями на основе пищевых загустителей и поливинилового спирта. Разработан состав полимерной композиции: поливинилалкоголь (степень омыления 60–95 моль %); ПЭГ, омыленный сополимерэтилен-винилацетат. Соотношение компонентов: ПЭГ – от 3 % на 100 % поливинилового спирта – до насыщения раствора ПЭГ в поливиниловоом спирте; сополимера 20–50 % от смеси поливинилового спирта и сопо-

лимера. Пример: 8.5 ПЭГ (молекулярная масса 600) смешивают с 100 г поливинилового спирта со степенью омыления 60–88 %. Смесь экструдировать, получая гранулы, из которых формуют плёночный материал толщиной 100–120 мкм. Добавка небольшого количества ПЭГ заметно улучшает технологические свойства пленки.

Синтетические и натуральные антиоксиданты используют в качестве консервантов для предупреждения окислительной порчи пищевых продуктов, содержащих полиненасыщенные жирные кислоты. Антиоксиданты также играют важную роль в предупреждении загрязнения окружающей среды. Отмечается активность натуральных антиоксидантов, используемых для увеличения стойкости при хранении пищевых продуктов и осуществления радикальной деинтоксикации. Применение многих натуральных экстрактов подтвердило стабилизацию пшеничных, картофельных, мясных и хлебных продуктов, а использование токоферола и аскорбиновой кислоты стабилизировало полиненасыщенные масла и мясные продукты. При исследовании биологического действия отмечаются антиканцерогенные свойства натуральных полифенольных антиоксидантов, выделенных из экстрактов специй. Суммарный экстракт розмарина проявляет биологическую активность, которая зависит от концентрации карнозола, карнозойной кислоты и в меньшей степени бетулиновой кислоты.

В последние годы сотрудниками КубГТУ предложен ряд рецептур и способов производства бактерицидных пленок, где в качестве фунгистатиков используются составные компоненты эфирных масел или экстрактов (эвгенол, анетол, борнеол, цинеол и др.).

В России разработано хранилище для длительного хранения овощей. Овощехранилище включает ограждение в виде пространственного экрана, который выполнен в виде гофрированного мешка из эластичной воздухонепроницаемой пленки. Горловина мешка соединена с источником подачи тепла. Мешок посредством подвижных колец, прикрепленных к стенкам мешка, подвешен на направляющих, установленных внутри хранилища. Днище мешка может содержать карманы для пробного осмотра овощей.

Ряд исследователей описывают результаты физико-механических испытаний листовых экструдатов на основе полиолефинов и полистиролов, выбраны оптимальные режимы переработки и составлена карта технологического процесса получения двухслойных листовых соэкструзионных упаковочных материалов для пищевых продуктов. Сведения о новых полимерных упаковочных материалах были широко представлены на международных выставках.

Весьма перспективно изучение защитных и консервирующих свойств микробных популяций и микробных метаболитов, полученных в результате проведения биотехнологических процессов путём обработки ими клубнекорнеплодов, яблочного сырья (пюре, пасты) и материалов, используемых для покрытия варёных и сырокопченых колбасных изделий, позволило установить, что после обработки продовольственного сырья пропионово-кислыми бактериями и пропионатами наблюдается снижение общей микробиологической обсеменённости по сравнению с контролем в 1,5–1,7 раза, а через 6 месяцев хранения при 2 °С микробиологическая обсеменённость снизилась ещё в 1,5 раза.

Значительно снижается микробная обсеменённость сырья при использовании способа обработки сырья в водных растворах, перенасыщенных диоксидом углерода.

Применение микробных популяций и их метаболитов в качестве эффективных консервантов позволит сократить потери продовольственного сырья и пищевых продуктов, а также оздоровить инфраструктуру производственных помещений и окружающей среды.

Разработанный японской фирмой TotoLtd (Fukuoka) способ позволяет уничтожать нежелательную микрофлору на пищевых предприятиях и др. На поверхность керамических плиток наносится фотокаталитическая плёнка, содержащая TiO_2 , а также соединения Ca и Ag . При флуоресцентном освещении 200 лк TiO_2 катализирует образование радикалов OH и H_2O_2 из O_2 и влаги, содержащихся в воздухе. OH и H_2O_2 действуют как дезинфицирующие вещества при контакте плиток с обрабатываемыми объектами и убивают 99 % таких видов микроорганизмов как *St.aureus* и *E.coli* в течение 1 часа при дневном свете (освещённость 3000 лк). В темноте такой же эффект достигается за 3 часа под действием ионов (II) и (I), которые подавляют активность бактериальных ферментов и таким образом убивают бактерии.

Фирма UCBFilms выпустила новый плёночный материал представляющий собой полипропиленовую плёнку с акриловым покрытием. Плёнка отличается высокой прозрачностью, барьерными свойствами (низкой влаго- и ароматопроницаемостью) и высокой технологичностью – перерабатывается на автоматах при любых скоростях в широком диапазоне температур сварки.

Для краткосрочного хранения продуктов используются однослойные пленки из полиэтилена, полипропилена, полистирола и др., а для долгосрочного хранения продуктов – многослойные пленки преимущественно на основе полиолефинов.

При исследовании противоокислительного действия аминокислот (в частности, метионина, аргинина при 37 °С и относительной влажности 79 %) установлено, что противоокислительное действие различных аминокислот является разным и изменяется при различной относительной влажности. Аргинин при всех значениях относительной влажности оказывает наиболее сильное противоокислительное действие. Аланин оказывает такое же противоокислительное действие при относительной влажности 50 и 79 %. При высокой относительной влажности присутствие в боковых цепях аминокислот алифатических групп, щелочных аминогрупп, гидроксильных или тиоловых групп повышает противоокислительное действие аминокислот.

Известны природные консерванты, относящиеся к производным нафтохинона. Семнадцать нафтохинонов, найденных в высших растениях, имеют ограниченное распространение; лишь некоторые из них встречается в более чем в одном семействе. Например, юглон специфичен для Juglandaceae, где им особенно богат грецкий орех *Juglans regia*. Однако консервант плюмбагин найден в трех семействах Plumbaginaceae, Ebenaceae и Droseraceae. Лапахол [2 – оксинафтохинон с изопреновой – $\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ боковой цепью в 3 – положении] содержится в двух не очень далеких друг от друга семействах – Bignoniaceae и Verbenaceae (оба Tubiflorae). Лаусон, напротив, найден в Lythraceae (порядок Myrtiflorae) и в очень далеком семействе Balsaminaceae.

Нафтохиноны редко встречаются в низших растениях. Только пять было найдено в грибах. Флавиолин (2, 5, 7-триоксинафтохинон), содержащийся в *Aspergillus*, является одним из простейших нафтохинонов.

CO_2 -экстракты и эфирные масла многих пряностей в последнее время подвергаются тщательным исследованиям. Антиоксидантные свойства обнаружены у каротиноидов паприки и фенольных соединений, присутствующих практически во всех пряностях. К таким соединениям относятся флавоны, флавоногликозиды, производные гидрооксикоричной кислоты. Розмарин и шалфей содержат в значительных количествах фенольные дитерпены (карнозоловая кислота). Имбирь, калган, куркума содержат гингерол и соединения типа диариягептаноидов. Отдельные пряности, такие как тмин, гвоздика, содержат тимол, эвгенол и др. Все эти исследования позволяют по-новому оценить эфирные масла многих растительных объектов, справедливо считая их потенциальными источниками натуральных антиоксидантов.

Рассматривая свойства микро- и макроэлементов как биологических антиоксидантов, американские исследователи установили, что Си, Se, Fe, Mg, Zn входят в состав ферментов, которые защищают клетки от стрессового действия оксидантов.

Для удлинения срока хранения пищевых продуктов используются съедобные пленки и загустители, в частности с применением пектина и Na-КМЦ. В связи с тем, что защитные свойства загустителей в условиях, близких к технологическим, определяются процессами структурообразования, эти процессы исследуются реологическими методами. Установлено, что умеренно концентрированные растворы Na-КМЦ марки 70/450"0" при 25–55 °С являются псевдопластическими жидкостями и только 5 %-ные растворы при 45–55 °С демонстрируют ньютоновский характер течения. По уравнению Освальда-де-Вилла рассчитывается степень структурирования водных растворов Na-КМЦ, которая монотонно возрастает с повышением концентрации в исследуемом интервале температур. Введение крахмалопродуктов в водные растворы Na-КМЦ не изменяет псевдопластического характера течения. Увеличение молекулярной массы крахмала приводит к возрастанию степени структурирования в системе Na-КМЦ – крахмалопродукт – вода.

Созданы математические модели путей снижения микробиологической, обсемененности пищевых продуктов: моделирование роста микроорганизмов, инактивации/выживания, поведения микрофлоры при изменении условий производства и хранения пищевых продуктов.

В пищевой технологии получило широкое распространение хранение пищевых продуктов в модифицированной газовой среде. От природы продукта зависит состав газовой среды: соки, сухие завтраки – азот, мучные изделия – смесь азота и CO_2 , овощи, фрукты, свежее мясо – смесь азота, CO_2 и O_2 . При этом большое значение имеет упаковка – для сохранения состава газовой среды нужна высокобарьерная упаковка. Если в составе газовой среды; 2 % O_2 (остальное – азот), то в упаковке со средними барьерными свойствами срок хранения увеличивается в 2 раза, в высокобарьерной упаковке в три раза по сравнению с обычной.

При осуществлении упаковки продуктов в модифицированной газовой среде большое значение имеет техника введение газа в упаковку. При турбулентном потоке газа (азот, CO_2) задача вытеснения из упаковки O_2 (начальная стадия процесса) осуществляется неэффективно из-за неупорядоченного движения газового потока. Расход газа неэкономичен, времени на процесс уходит много, вопреки, казалось бы большой скорости вводимого газа. Фирма Praxair Inc. разработала экономичное устройство для введения газа в упаковку (пакеты, термоформованную тару) в ламинарном потоке. Вытеснение O_2 из упаковки и заполнение её газом в этом случае происходит при меньших скоростях движения газа, но упорядоченно, что позволяет добиться большей эффективности.

С целью снижения сорбции летучих ароматических веществ плёнкой ЭВА (сополимер этилен-винилацетат) разработан процесс гидролиза и химического «сшивания». При гидролизе омыляются винилацетатные группы сополимера, а при обработке формальдегидом – происходит «сшивание» молекулярных цепей сополимера по группам ОН. Если ограничиться только омылением, то сорбция полярных органических соединений (спирты, сложные эфиры) – усиливается. Обработка формальдегидом обеспечивает блокирование групп ОН, улучшает механические свойства полимера и заметно снижает сорбцию органических соединений сополимером. Расход формальдегида необходимо строго дозировать: оптимальное количество 18,8 моль %. При этом сорбционная способность плёночного сополимера понижается в 2 раза (по декану). Установлено, что при оптимальном значении «сшивания» – весьма умеренном – подвижность молекулярных цепей сополимера уменьшается и вследствие этого падает величина сорбционной способности.

Наиболее доступным и простым способом хранения плодов является создание модифицированной газовой среды (МГС) в полиэтиленовых упаковках, в том числе с помощью газоселективных мембран. Известен способ помещения яблок и груш в герметично закрытые пакеты из полиэтилена толщиной 40–50 мкм при регулируемом составе газовой среды (%): для яблок – O_2 (7–10), CO_2 (3–5); для груш – O_2 (9–11), CO_2 (7–8). С целью регулирования состава газовой среды используются накладки из полиэтилена толщиной 100–200 мкм. Вместимость накладок 0,6–10 т, в них встроены газоселективные мембраны МД-СК, МДУ-АС, МД-А1. Достижение оптимального состава МГС возможно за счет размещения мембран с каждой из четырех сторон накладки.

Если хранить яблоки сортов Ренет Симиренко, Джонатан и др. в упаковках, вместимостью 25–250 кг, то через две с половиной недели формируется газовый режим с содержанием O_2 6,6–7,9 % и CO_2 3,9–5,0 %. В период хранения в упаковках с газоселективной мембраной МД-СК концентрация O_2 уменьшается до 6,2 %, CO_2 повышается до 8,7 %. При использовании мембраны МДУ-АС в тех же условиях содержание O_2 составляет 8,4 %, CO_2 4,5 %. Установлено, что хранение в упаковке из полиэтилена наиболее целесообразно для плодов, склонных к увяданию (Голден Делишес, Джонатан).

Система хранения сырья в МТС в последнее десятилетие совершила революцию в проблемах обеспечения длительного хранения пищевых продуктов. Используя МТС и соответствующую барьерную упаковку можно обеспечить хранение свежего мяса и птицы в течение нескольких недель, особенно в сочетании с охлаждением до небольших плюсовых температур. При хранении пищевых продуктов в МТС большое

значение имеет упаковка. В данной работе представлены исследования по хранению семечковых плодов в бактерицидных упаковках.

Особенностью семечковых плодов поздних сроков созревания является способность дозревать в период хранения. Поэтому в основе технологии их длительного хранения лежит комплекс воздействий, задерживающих процессы созревания и стабилизирующих устойчивость к возбудителям порчи. Известно, что повышенные дозы углекислого газа и пониженное содержание кислорода снижают процессы дыхания плодов, вследствие чего уменьшается распад питательных веществ, Сахаров, органических кислот, витаминов. Процессы созревания и перезревания яблок значительно замедляются. Для осуществления хранения плодов в атмосфере с повышенным содержанием углекислого газа были испытаны различные виды упаковок и материалов. Приемлемыми оказались упаковки из полиэтиленовой пленки толщиной 40–60 мкм и герметично закрытые контейнеры марки ГК-200. Газовый режим здесь представляет собой динамическое равновесие между пропускной способностью пленки и энергией дыхания плодов. Ввиду непостоянного уровня дыхательного процесса, газовый режим в таких упаковках меняется при хранении. Концентрация CO_2 находится в пределах 1,3–2,5 % при температуре 0 °С и 3–7 % при температуре 10–12 °С.

Предварительно проведенные нами исследования показали, что не все сорта яблок Краснодарского края оказались пригодными для хранения в упаковках с применением полиэтиленовых пленок. У таких сортов, как Вагнера Призовое, Кальвиль снежный, Розмарин белый при хранении в упаковках из полиэтиленовой пленки появляются буроватые поверхностные пятна (загар), портящие внешний вид плодов. Такие сорта, как Ренет Симиренко, Ренет шампанский, Пепин лондонский, Бойкен, Джонатан при хранении в пленочных упаковках лучше сохраняют качество, внешний вид, запах. А такие сорта, как Айдаред, Старкримсон, Корей и др. новые сорта яблок изучены недостаточно.

Нами предложен способ хранения плодов, прошедших послеуборочную обработку бактерицидными веществами в полимерных упаковках с бактерицидными добавками. Хранением плодов в полимерных упаковках достигали снижения жизнедеятельности плодов до уровня, обеспечивающего их медленное дозревание. А обработка плодов и тары бактерицидными веществами позволила снизить потери от физиологических заболеваний и микробиальной обсемененности.

С целью сохранения качества продуктов и продления срока их хранения применяются защитные газы (азот, аргон, диоксид углерода, этилен) при упаковке мелких плодов и сыпучих пищевых продуктов в пластиковые пакеты/109/.

Сочетание бактерицидных пленочных упаковок и инертной газовой среды особенно перспективно, на наш взгляд, в пищевоконцентратной промышленности.

Результаты микробиологических исследований подтверждают, что полимерные пленки, содержащие пищевые загустители, обладают ярко выраженными антисептическими свойствами.

Во Франции для хранения продуктов применяется растягивающаяся пленка пищевого качества, обладающая хорошими оптическими и механическими характеристиками. Пленку получают путем экструдирования смеси сополимера стирол-бутадиенстирола (5–50 %, предпочтительно 25–40 %) и сополимера стирол-бутадиена (50–95 %).

Пути утилизации упаковочных материалов

Прошли времена, когда в магазинах маринованные и соленые огурцы, квашеную капусту продавали только из бочек, молоко наливали в принесенные из дома бидоны, а сливочное масло отрезалось кусками от большого бруса и взвешивалось.

Сегодня в супермаркетах практически нет неупакованного товара, что несомненно имеет свои преимущества.

Однако возвращаясь из магазина домой покупатель тут же выбрасывает часть упаковки в мусорное ведро, куда затем (после употребления продукта) попадают и все остальные баночки, стаканчики, пакеты.

По своему объему упаковка составляет половину бытовых отходов и лишь небольшую часть (стекло, жестянки, бумагу) можно направлять на переработки при условии дифференцированного сбора.

Проводятся исследования по созданию биоразрушаемых упаковочных материалов, в том числе съедобных пищевых пленок и покрытий.

При создании таких пленок в качестве матрицы предложено использовать гидролизаты из коллагенсодержащих тканей мясных голубей.

Нами были изучены биохимические и реологические свойства полученных гидролизатов из измельченных ног, голов и шей птицы. Установлено, что скорость гидролитического процесса зависит от концентрации субстрата, pH, температуры, природы буфера, присутствия активаторов или ингибиторов.

Коллагенсодержащее сырье подвергается измельчению на волчке (2–3 мм), обработке протеазами, липазами или их композициями (при 37–40 °С в течение 2,5–3,0 ч), разделению жидкой и твердой фракций. Хорошие результаты показала обработка вторичного сырья от переработки мясных голубей препаратами коллагеназы и протосубтилина Г10х.

Качество готовых пленок находится в прямой зависимости от качества гидролизата, которое можно оценить не только органолептически, но и инструментальными методами по реологическим характеристикам.

Для конструирования съедобных пленок различного назначения и с заданным химическим составом и консистенцией, мы начали компоновать соответствующие банки данных.

Изучение влияния химического состав белковой матрицы пленок предполагает выбрать симплекс или критерий, включающий наиболее важные величины. Была получена зависимость по определению статистического предельного напряжения сдвига для гидролизата в зависимости от его влагосодержания и степени гидролиза, имеющая вид экспоненты.

Разработана методика прогнозирования консистенции матричного материала пленки по динамическому и статистическому ПНС с учетом химического состава.

Выполненные исследования обработки коллагенсодержащего сырья, соответствующие мягкому гидролизу, щадящей термической обработке гидролизата и оптимизировать технологию изготовления пленки толщиной 40–100 мкм. Вводимые в рецептуру экструдированной смеси бактерицидные компоненты позволили увеличить сроки хранения упаковочных продуктов в 1,7–2,0 раза.

Выводы и предложения

Выполненный анализ тенденций в области разработки способов длительного хранения сельскохозяйственного сырья позволяет сделать выводы:

Современные упаковочные средства с бактерицидными наполнителями способны защитить продукт от микробиального поражения, а также от вредных факторов окружающей среды (свет, температура, влажность, кислород воздуха, загрязнения).

Широкий ассортимент разработанных средств защиты сельхозпродуктов от порчи позволяет обеспечить большой диапазон хранения – от краткосрочного хранения плодовоовощного сырья до долгосрочного – в консервной и пищевых концентратной промышленности.

Наиболее перспективными средствами защиты сельхозпродуктов от порчи являются бактерицидные полимерные пленки, а также хранение продуктов в таких пленках в среде инертного газа.

Многие виды упаковки экологически вредные, так как при их уничтожении (депонировании или сжигании) выделяются ядовитые вещества. Некоторые виды пластмассовых упаковок вообще не поддаются разложению. В связи с этим возникает проблема создания биологически разрушаемых в почве пленок.

Таблица 4 – Сведения о полимерных пленках для краткосрочного и долгосрочного хранения продуктов

толщина, мкм		Наименование и состав упаковочного материала				Фирма-изготовитель		термические свойства	
плотность, г/см ³	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	механические свойства		Газы воды, г/(м ² ·сут)	газопроницаемость	Кислород, см ³ /(м ² ·сут·атм)	Интервал термостабильности, °С	Интервал термосваривания, °С	
		Относительное разрушение при разрыве, %	Пары воды, г/(м ² ·сут)						
Однослойные газопроницаемые пленки краткосрочного хранения продуктов									
50–200	0,92–0,94	Alifoli, пленка из ПЭНД		3–7 (25 °С, φ = 90 %)	–	–	–55 – +100	120–200	
30–50	0,92–0,94	Рулен, пленка из ПЭ		18–22 (40 °С, φ = 90 %)	9000–10000 (20 °С, φ = 0 %)	–	–40 – +70	120–170	
20–80	0,90–0,91	Рулен, пленка из двухосноориентированного ПП		5–12 (40 °С, φ = 90 %)	1500–4000 (20 °С, φ = 0 %)	–	–	–	
150–20	0,90–0,92	FreshWrap, FreshWrapMCPerforated, пленки из двухосноориентированного ПП		6–10 (24 °С, φ = 75 %)	1650	–	–	155–200	
12,5–30	1,02–1,04	PS-B – PS-V, растягивающиеся пленки из полистирола		80–430	4000–8000	–	–	150–170	
до 800	1,04–1,06	Пленка из ударпрочного полистирола – PP Vetrakkingen		70 (38 °С, φ = 90 %)	–	–	–50 – +70	–	
25–50	0,94–0,95	Surfup, поперечно сшитая термопластическая пленка из сополимера этилена с метакриловой кислотой – иономером, замещенного ионами Na или Zn		9–16	5100–9400	–50 – +60	–	80–110	
11–30	1,2	TermpolMFH 200, пленка из ПВХ		450–520 (38 °С, φ = 90 %)	9500–11000	–	–	–	
20–80	1,25	Aquaflim, пленка из пластифицированного ПВС		–	–	–	–	–	
Многослойные барьерные пленки для долгосрочного хранения продуктов									
Combitem, многослойная пленка (от 2 до 8 слоев), полученная соэкструзией, на основе ПА и ЭВС									
8–100 (2 слоя)	–	–	–	1,1 (23 °С, φ = 85 %)	35–40 (23 °С, φ = 0 %)	–50 – +80	–	90–180	
240 (8 слоев)	–	–	–	0,7 (23 °С, φ = 85 %)	17 (23 °С, φ = 0 %)	–50 – +80	–	120–180	
ShurTen, ShurFlax, соэкструдированные многослойные пленки (до 10 слоев), на основе полиолефинов (ПП, ПЭ), ПА и ЭВС									
125–350	–	–	–	0,5–3 (23 °С, φ = 90 %)	2–32 (23 °С, φ = 0 %)	–40 – +75	–	120–140	
Harden, двухосноориентированная пленка на основе ПА (может использоваться для вакуумного упаковывания и упаковывания в атмосфере углекислого газа)									
12–25	1,15	230–260		65–85	180 (40 °С, φ = 90 %)	–	–	–	
SumiliteClo, SumiliteCel, соэкструдированные многослойные пленки из ЭВС и ПА									
15–50	–	83–93		60–85	15	–	–	–	
80–300	–	32–34		350–360	–	–	–	–	

Литература:

1. Бояндин А.Н. Биодegradация полигидроксиалканоатов почвенными микробиоценозами различной структуры и выявление микроорганизмов-деструкторов / А.Н. Бояндин, С.В. Прудникова, М.Л. Филипенко, Е.А. Храпов, А.Д. Васильев, Т.Г. Волова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2012. – Т. 48. – № 1. – С. 35–44.
2. Жила Н.О. Дegradация пленок из полигидроксиалканоатов в солонатоводном озере Шира / Н.О. Жила, С.В. Прудникова, Е.С. Задереев, Д.Ю. Rogozin // Журнал СФУ. Серия Биология. – 2012. – Т. 5. – № 2. – С. 196–202.
3. Маркелов А.В. Технология получения и применения экологически безопасных средств и способы длительного хранения сельскохозяйственной продукции : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Краснодар, 1999. – 23 с.
4. Патент РФ № 2325811 Способ хранения плодовоовощной и растениеводческой продукции / Швец В.Ф., Гудковский В.А., Козловский Р.А., Кустов А.В. Заявка: 2006123023/13, заявлено 28.06.2006, опубликовано: 10.06.2008.
5. Прудникова С.В. Закономерности биоразрушения полигидроксиалканоатов в природных условиях / С.В. Прудникова, К.И. Коробихина, А.Н. Бояндин, Т.Г. Волова // Журнал СФУ. Серия Биология. – 2012. – Т. 5. – № 3. – С. 290–297.
6. Прудникова С.В. Сравнительные аспекты микробиологической дegradации полигидроксиалканоатов в почвах различных климатических зон / С.В. Прудникова // 2-й Семинар с международным участием «Биотехнология новых материалов и окружающая среда». 12–17 июня, 2012. – Красноярск. – С. 143–145.
7. Прудникова С.В. Экологическая роль полигидроксиалканоатов: закономерности биоразрушения в природной среде и взаимодействия с микроорганизмами / С.В. Прудникова, Т.Г. Волова. – Красноярск : Красноярский писатель, 2012. – 184 с.

References:

1. Boyandin A.N. Biodegradation of poligidroksialkanoat soil microbiocenoses of various structure and identification of microorganisms destructors / A.N. Boyandin, S.V. Prudnikova, M.L. Filipenko, E.A. Khrapov, A.D. Vasilyev, T.G. Volova // Applied biochemistry and microbiology. – 2012. – V. 48. – № 1. – P. 35–44.
2. Zhila N.O. Degradation of films from poligidroksialkanoat in the solonovatovodny lake Shira / N.O. Zhila, S.V. Prudnikov, E.S. Zadereev, D.Yu. Rogozin // the SFU Magazine. Biology series. – 2012. – V. 5. – № 2. – P. 196–202.
3. Markelov A.V. Tekhnologiya of receiving and applications of ecologically safe means and ways of long storage of agricultural production : Avtoref. yew. ... cand. tech. sci. – Krasnodar, 1999. – 23 p.
4. Patent Russian Federation № 2325811 Way of Storage of fruit and vegetable and crop production / Shvets V.F., Gudkovsky V.A., Kozlowski R.A., Kustov A.V. Demand: 2006123023/13, it is declared 28.06.2006, it is published: 10.06.2008.
5. Prudnikova S.V. Regularities of biodestruction of poligidroksialkanoat in nature / S.V. Prudnikova, K.I. Korobikhin, A.N. Boyandin, T.G. Volova // SFU Magazine. Biology series. – 2012. – V. 5. – № 3. – P. 290–297.
6. Prudnikova S.V. Comparative aspects of microbiological degradation of poligidroksialkanoat in soils of various climatic zones / S.V. Prudnikova // the 2nd Seminar with the international participation «Biotechnology of new materials and environment». On June 12–17, 2012. – Krasnoyarsk. – P. 143–145.
7. Prudnikova S.V. Ekologicheskaya role of poligidroksialkanoat: regularities of biodestruction in environment and interactions with microorganisms / S.V. Prudnikova, T.G. Volov. – Krasnoyarsk : Krasnoyarsk writer, 2012. – 184 p.

Порядок публикации статьи

- Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.
- Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.
- Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.
- В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте <http://id-yug.com>), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

Редакционный совет в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью. В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

- Код УДК;
- Сведения об авторах (рус./англ.):
 - а) фамилия, имя, отчество (полностью);
 - б) ученая степень;
 - в) ученое звание;
 - г) должность, место работы (без сокращений);
 - д) контактный телефон;
 - е) контактный E-mail автора.
- Название статьи (рус./англ.);
- Аннотация (рус./англ.);
- Ключевые слова (рус./англ.);
- Основной текст статьи на русском языке (рекомендуется не менее 3-х страниц);
- Список литературы (рус./англ.).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 14, межстрочный интервал — 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля — 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт**, а **также их сочетание**.

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль — 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте <http://id-yug.com>

График выхода журнала и приема статей на 2015 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	15 апреля
2	30 июня	15 июля
3	30 сентября	15 октября
4	21 декабря	30 декабря

НАУЧНЫЙ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ
(политехнический вестник)

2015, № 3

SCIENTIFIC MULTIDISCIPLINARY MAGAZINE
SCIENCE. ENGINEERING. TECHNOLOGY
(polytechnical bulletin)

2015, № 3

<http://id-yug.com>

Редактор — А.С. Семенов

Editor — A.S. Semenov

Оригинал-макет — Л.С. Попова

Dummy — L.S. Popova

Дизайн обложки — Н.Р. Исаян

Design of a cover — N.R. Isayan

Сдано в набор 05.10.2015.
Подписано в печать 09.10.2015.
Формат 60 x 84¹/₈.
Бумага офсетная.
Печать riso.
Уч.-изд. л. 8,7.
Тираж 500 экз.

It is handed over in a set 05.10.2015.
It is sent for the press 09.10.2015.
Format 60 x 84¹/₈.
Offset paper.
Riso press.
Ed.-prod. l. 8,7.
Circulation is 500 pieces.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом — Юг»
Россия, 350072, г. Краснодар,
ул. Московская, 2

It is printed in JSC «Izdatelsky Dom — Yug»
Russia, 350072, Krasnodar,
Moskovskaya St., 2

Заказ № 1475

Order No. 1475

Тел.: +7(918) 41-50-571
e-mail: olfomenko@yandex.ru
Сайт: <http://id-yug.com>

Ph.: +7(918) 41-50-571
e-mail: olfomenko@yandex.ru
Site: <http://id-yug.com>