



КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО • ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ДАВЛЕНИЕМ

ЭЛЕКТРОННОЕ ДОПОЛНЕНИЕ

УЧРЕДИТЕЛИ:

ОАО «АвтоВАЗ»;

Московский государственный технологический университет «Станкин»;

ОАО «Тяжмехпресс»;

ООО «КШП ОМД»

СОДЕРЖАНИЕ

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Далабаев А. Б., Альжаксина Н. Е., Жунусова К. З., Атабаева Б. С., Балыкбаев Н. Н. Содержание загрязняющих веществ и их виды в растительных маслах.....	51
Далабаев А. Б., Альжаксина Н. Е., Жунусова К. З. Технологические параметры физико-химических показателей растительных масел в применении в пищевой отрасли.....	60
Туякбаева Ж. Е., Альжаксина Н. Е., Ерболат Т. Е., Мантай М. С. Исследование качественных характеристик образцов растительного масла.....	67
Туякбаева Ж. Е., Альжаксина Н. Е., Ерболат Т. Е., Мантай М. С., Копылов М. В. Нанотехнологические особенности оценки текстуры масляных спредов.....	76
Шингисов А. У., Алибеков Р. С., Габрильянц Э. А., Тастемирова У. У., Майлыбаева Э. У. Исследование биоактивных веществ в разных сортах ягод малины, винограда и черешни.....	85

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Устинова О. Е., Иззука Т. Б., Миловидова С. Н. Цифровая зрелость: формирование цифровых навыков и компетенций.....	92
--	----

ПЕРСОНАЛ И КАДРЫ

Красюкова Н. Л., Попадюк Н. К., Беляев А. М., Панина О. В., Шаюк Е. И. О проблемах правоприменительной практики противодействия коррупции в органах публичной власти.....	103
Еремин С. Г., Лукичев К. Е., Токмурзин Т. М., Комов В. Э., Москвитина Е. И. Понятие, роль, значение и анализ коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями.....	110

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

Аксенов С. Г., Киселева Е. А. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности газовой котельной.....	119
---	-----

Решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки РФ журнал включен в «Перечень ведущих научных журналов и изданий...», в которых публикуются результаты диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата и доктора технических наук.

ЗАЯВЛЕНИЕ ОБ ЭТИКЕ ПУБЛИКАЦИЙ И НЕДОБРОСОВЕСТНОЙ ПРАКТИКЕ

Редакционная коллегия, авторы и рецензенты научно-технического журнала «КШП. ОМД» берут на себя обязательство придерживаться международных этических стандартов и принципов, основанных на Кодексе Комитета по этике научных публикаций.

Во избежание недобросовестной издательской практики (плагиата, незаконного присвоения чужих идей, фальсификации данных, преднамеренных искажений и т.д.), а также для поддержания высокого качества научных публикаций редакция оставляет за собой право отклонить публикацию статьи в случае нарушения этих норм.

© Предупреждаем о правовой защите наименования, товарного знака, авторских прав на публикуемые материалы.

Главный редактор

А. Н. Абрамов

Зам. главного редактора:

В. А. Мальгинов

Редакционная коллегия:

Л. Б. Аксёнов, И. С. Алиев (Украина),
Д. Банабик (Румыния),
Р. З. Валиев, И. Ю. Ваславская, А. М. Володин
А. Л. Воронцов, Ф. В. Гречников,
Ж. Журко (Словакия), А. П. Ковалёв,
А. В. Корнилова, А. Т. Крук, В. Д. Кухарь,
А. Ф. Лецинская, А. Миленин (Польша),
И. Я. Мовшович (Украина),
Р. И. Непершин, С. С. Одинг, Н. П. Петров
И. И. Просвирина, Г. И. Рааб, Е. Н. Сосёнуш-
кин, С. А. Стебунов, А. И. Штешич,
В. А. Тюрин, Ф. З. Утяшев, В. Г. Шibaков,
В. Ю. Шолом

Редакция:

ООО «КШП ОМД»

Адрес редакции: 143987, Московская обл., г. Балашиха (мкр. Железнодорожный), ул. Советская, д.42, кв.41

E-mail: kshp-omd@mail.ru

www.kshp-omd.ru

Адрес для отправки корреспонденции: 143987, Московская обл., г. Балашиха (мкр. Железнодорожный), ул. Советская, д.42, кв.41 (для «КШП ОМД»)



FORGING AND STAMPING PRODUCTION ▪ MATERIAL WORKING BY PRESSURE

ELECTRONIC ADDITION

FOUNDERIES:

Public Company «AutoVAZ»;
 Moscow State Technological University «Stankin»;
 Public Company «Tyazhmekhpres»;
 «KSHP OMD» Ltd

CONTENTS

LUBRICANTS

Dalabaev A. B., Alzhaxina N. E., Zhunussova K. Z., Atabaeva B. S., Balykbaev N. N. The content of pollutants and their types in vegetable oils.....	51
Dalabaev A. B., Alzhaxina N. E., Zhunussova K. Z. Technological parameters of physico-chemical parameters of vegetable oils used in the food industry.....	60
Tuyakbaeva Zh. E., Alzhaxina N. E., Yerbolat T. E., Mantay M. S., Investigation of the qualitative characteristics of vegetable oil samples.....	67
Tuyakbaeva Zh. E., Alzhaxina N. E., Yerbolat T. E., Mantay M. S., Kopylov M. V. Nanotechnological features of assessing the texture of oil spreads.....	76
Shingisov A. U., Alibekov R. S., Gabrilyants E. A., Tastemirova U. U., Mailybaeva E. U. Research of bioactive substances in different varieties of raspberries, grapes and cherries.....	85

ECONOMICS AND MANAGEMENT

Ustinova O. E., Izzuka T. B., Milovidova S. N. Digital maturity: formation of digital skills and competencies.....	92
---	----

PERSONNEL AND STAFF

Krasyukova N. L., Popadyuk N. K., Belyaev A. M., Panina O. V., Shayuk E. I. On the problems of law enforcement practice of combating corruption in public authorities.....	103
Eremin S. G., Lukichev K. E., Tokmurzin T. M., Komov V. E., Moskvitina E. I. Concept, role, significance and analysis of corruption risks associated with participation of state civil servants on a gratuitous basis in management of commercial organizations.....	110

SAFETY AND LABOR PROTECTION

Aksenov S. G., Kiseleva E. A. Measures to ensure fire safety of a gas boiler house.....	119
--	-----

Editor-in-chief

A. N. Abramov

Deputy editor-in-chief:

V. A. Malginov

Editorial board:

L. B. Aksenov, I. S. Aliyev (Ukraine),
 D. Banabic (Romania),
 R. Z. Valiev, I. Yu. Vaslavskaya, A. M. Volodin,
 A. L. Vorontsov, F. V. Grechnikov,
 J. Jurko (Slovak Republic),
 A. P. Kovalev, A. V. Kornilova, A. T. Krouk,
 V. D. Kukhar', A. F. Leshchinskaya,
 A. Milenin (Poland), I. Ya. Movshovich (Ukraine),
 R. I. Nepershin, S. S. Oding, N. P. Petrov,
 I. I. Prosvirina, G. I. Raab, E. N. Sosenushkin,
 S. A. Stebounov, A. I. Steshin, V. A. Tyurin,
 F. Z. Utyashev, V. G. Shibakov, V. Yu. Sholom

Editorial staff:

«KSHPOMD» Ltd

Mail address: 143987, Moscow region, Balashikha (md.
 Zheleznodorozhny), st. Sovetskaya, 42, 41
 E-mail: kshp-omd@mail.ru
 www.kshp-omd.ru

STATEMENT ON THE ETHICS OF PUBLICATIONS AND UNDERWATER PRACTICE

The editorial board, authors and reviewers of the scientific, technical and production journal «Kuznechno-shtampovoe proizvodstvo. Obrabotka materialov davleniem» commit to follow the international ethical standards and principles based on the Code of The Committee on Publication Ethics (COPE).

To avoid unfair publishing practices (plagiarism, misappropriation of others' ideas, falsification of data, deliberate distortions, etc.), and to maintain the high quality of scientific publications, the editors reserve the right to refuse publication of the article in case of violation of these norms.

СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 665.1.09

А. Б. ДАЛАБАЕВ; Н. Е. АЛЬЖАКСИНА; К. З. ЖУНУСОВА; Б. С. АТАБАЕВА; Н. Н. БАЛЫКБАЕВ (Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г. Нур-Султан, Казахстан)

E-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

A. B. Dalabaev, N. E. Alzhaxina, K. Z. Zhunusova, B. S. Atabaeva, N. N. Balykbaev (Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» LLP, Nur-Sultan, Kazakhstan)

Содержание загрязняющих веществ и их виды в растительных маслах

The content of pollutants and their types in vegetable oils

Описаны группы загрязняющих веществ, которые наиболее часто встречаются в пищевой промышленности. Приведены результаты содержания загрязняющих веществ в растительных маслах, которые указывают на довольно широкий диапазон концентраций моноглицеридов, диглицеридов и триглицеридов. Представлена классификация загрязняющих веществ, а отдельные их группы рассматриваются более подробно. Приведены основные меры по профилактике и недопущению содержания загрязняющих веществ в пищевых продуктах, знания о которых имеют большое практическое значение. Помимо этого, рассмотрено использование глицидиловых эфиров для смазки станков.

The article describes the groups of pollutants that are most often found in the food industry. The results of the content of pollutants in vegetable oils are also presented, which indicate a fairly wide range of concentrations of monoglycerides, diglycerides and triglycerides. The classification of pollutants is presented below, and individual groups of pollutants are also considered in more detail. The main measures for the prevention and prevention of the content of pollutants in food are given. In addition, the use of glycidyl ethers for the lubrication of machine tools is considered.

Ключевые слова: глицидиловые эфиры; загрязняющие вещества; растительные масла; пищевые продукты; дезодорация; микотоксины; нитраты.

Keywords: glycidyl ethers; contaminants; vegetable oils; food products; deodorization; mycotoxins; nitrates.

Работа проводится в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10764977).

Рост глобальных изменений на продовольственных рынках создает все больше проблем для общества, которое несет от-

ветственность за обеспечение безопасности пищевых продуктов, включая жиры и растительные масла. Одной из таких задач

является минимизация содержания загрязняющих веществ в растительных маслах, представляющих потенциальный риск для здоровья человека [1, 2].

До 70 % химических соединений высвобождается в результате промышленного развития и химизации сельского хозяйства. Сначала по пищевой цепочке они попадают в организм животных с кормом, а затем в организм человека с готовыми продуктами. Особое внимание уделяется пищевым добавкам в дополнение к загрязняющим веществам, связанным с технологической необходимостью производства. Поэтому знания о загрязнителях и их изучение имеют большое практическое значение [3].

В последние годы все более острой становится проблема негативного воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье человека, которая приобретает общенациональный масштаб. Интенсивное развитие пищевой промышленности, химические технологии в сельском хозяйстве и окружающей среде способствуют появлению большого количества загрязняющих соединений, вредных для организма человека. В то же время существуют научные и технологические методы, позволяющие регулировать содержание вредных веществ и сводить их концентрацию к минимуму. Это относится как ко всей окружающей среде в целом, так и к отдельным продуктам питания. Известно, что в процессе создания нового продукта в организм человека может попасть значительная часть чужеродных веществ, например, тяжелых металлов [4].

В пищевой промышленности встречаются следующие типы загрязняющих веществ:

1. *Микотоксины*. Токсичные продукты метаболизма плесневых грибов, образующихся на поверхности продуктов питания и кормов. Эти вещества способны проникать в пищу путем диффузии. Микотоксины оказывают токсическое действие на животных, птиц и человека, вызывая микотоксикоз. Они устойчивы к высоким температурам и солнечному свету, не погибают при дли-

тельном хранении и консервировании. Из плесени, растущей на пищевых продуктах, примерно 60–75 % следует считать токсичными [5].

2. *Нитраты и нитриты*. Обнаруживаются в растениях в виде обычных метаболитов или накапливаются в результате неправильного использования азотных удобрений, чрезмерное применение которых приводит к накоплению этих загрязняющих веществ, аминов и амидных соединений, и образованию высокотоксичного соединения N-нитрозоаминов. Наш организм не усваивает и плохо выводит соединения азотной и азотистой кислот, поэтому их поступление приводит к нарушению биохимических процессов в виде токсических и канцерогенных проявлений. Наряду со стабилизацией цвета нитраты и нитриты вместе с поваренной солью оказывают консервирующее действие [6].

3. *Консерванты и антиоксиданты*. Используются для продления срока годности пищевых продуктов за счет замедления химических и биохимических процессов. Действие консервантов в первую очередь направлено на подавление роста микроорганизмов. Но желудочно-кишечный тракт человека также содержит полезные микроорганизмы (бифидобактерии), которые живут в толстом кишечнике. Гидролизую гемицеллюлозу, они снабжают организм другими биологически активными моносахаридами. Длительное употребление пищевых продуктов с консервантами приводит к угнетению кишечных бифидобактерий и способствует развитию дисбактериоза у человека [7].

Материалы и методы

Объектом исследования являются растительные масла. Исследование проводится в соответствии с ГОСТом 30418–96 «Масла растительные. Способ определения содержания жирных кислот». Метод основан на превращении моноглицеридов, диглицери-

дов и триглицеридов жирных кислот в метиловые (этиловые) эфиры жирных кислот. Способ применим в диапазоне массовых долей жирных кислот 0,1–100 %. Исследования проводятся с использованием двухлучевого спектрофотометра *UV-1900i*.

Изучение содержания микотоксинов в растительных маслах происходит в соответствии с ГОСТом 30711–2001 «Пищевые продукты. Методы обнаружения и определения содержания афлатоксинов В1 и М1».

Для определения глицидиловых эфиров в пересчете на глицидол используется метод газовой хроматографии с масс-селективным определением в режиме *SIM* (селективный ионный мониторинг) в соответствии с процедурой, описанной в *ISO 18363-1:2015* «Животные и растительные жиры и масла». А определение содержания сложных эфиров жирных кислот монохлорпропандиолов (*MCPD*) и глицидола с применением газовой хроматографии с масс-спектрометрическим определением *GC/MS* – посредством метода, использующего быструю щелочную переэтерификацию и измерение содержания *3-MCPD* и дифференциальное измерение содержания глицидола [8].

Результаты и обсуждение

В процессе промышленного производства пищевых продуктов происходят изменения показателей их качества и состава, в результате чего могут непреднамеренно образовываться различные соединения (загрязняющие вещества). Некоторые из них не оказывают никакого влияния на здоровье человека, другие могут воздействовать на организм в большей или меньшей степени. Глицидиловые эфиры образуются при рафинировании во всех без исключения растительных маслах: подсолнечном, кукурузном, пальмовом, оливковом и др. (см. таблицу).

Как видно, в масличном сырье примеси глицидилового эфира отсутствуют, но оно содержит предшественники (прекурсоры) этих соединений. В период созревания в

Таблица

Содержание загрязняющих веществ в растительных маслах

Вид масла	Моноглицериды, %	Диглицериды, %	Триглицериды, %
Соевое	–	1	97,9
Хлопковое	–	3,1	95
Пальмовое	–	5,8	93,1
Кукурузное	–	2,8	95,8
Подсолнечное	–	2	95,6
Сафлоровое	–	2,1	96
Оливковое	0,2	5,5	93,3
Рапсовое	0,1	0,8	96,8

семенах происходят ферментативные процессы: фермент липаза расщепляет триглицериды жирных кислот до диглицеридов и моноглицеридов, которые впоследствии превращаются в глицидиловые эфиры и монохлорпропандиолы при высокотемпературной обработке выше 230 °С. Образование глицидиловых эфиров происходит после внутримолекулярной перегруппировки, удаления жирной кислоты и эпоксида.

Для снижения содержания загрязняющих веществ в растительных маслах можно использовать следующие методы.

Эффективность снижения содержания загрязняющих веществ может быть достигнута путем промывки нерафинированного растительного масла полярными растворителями, такими как вода или водно-спиртовая смесь с целью удаления из масла полярных хлорсодержащих соединений. В связи с возможностью превращения полярных хлорсодержащих соединений в неполярные при стерилизации плодов предлагается удалять указанные доноры хлора не из полученного нерафинированного масла, а из мякоти [9].

Дополнительному уменьшению содержания глицидиловых эфиров и родственных соединений может способствовать использование почв с низким содержанием солей для выращивания масличных культур, применение не содержащих хлора удобрений, воды для полива, гербицидов и инсектици-

дов. Кроме того, для снижения содержания свободных жирных кислот в растительных маслах рационально собирать урожай, как только будут обнаружены первые спелые грозди, а также, по возможности, сокращать временной интервал между сбором урожая и извлечением масла из семян [10].

Другим эффективным способом снижения тепловой нагрузки на масло и, что наиболее важно, практически исключая образование глицидиловых эфиров, является молекулярная дистилляция масел вместо дезодорации или в сочетании с дезодорацией в мягких условиях [11]. Перспективным также является биокаталитический метод, который позволяет использовать ферментативных процессов для удаления сложных эфиров из рафинированных масел.

Таким образом, для снижения содержания глицидиловых эфиров в растительных маслах, целесообразно действовать в трех направлениях:

1. снижения содержания вплоть до полного исключения предшественников в масличных семенах и нерафинированных маслах;
2. корректировки условий извлечения масел и процессов рафинирования с возможным включением дополнительных стадий рафинирования в полный цикл очистки;
3. снижения содержания глицидола в рафинированных маслах с использованием соответствующих сорбентов или ферментативных методов [12].

Можно снижать содержание глицидиловых эфиров в растительных маслах путем промывки нерафинированного растительного масла полярными растворителями, такими как вода или водно-спиртовые смеси, с целью удаления из масла полярных хлорсодержащих соединений. В связи с возможностью превращения полярных хлорсодержащих соединений в неполярные при стерилизации фруктов предлагается удалять эти доноры хлора не из получаемого нерафинированного масла, а из мякоти [13].

Другим эффективным способом снижения тепловой нагрузки на масло и, что

наиболее важно, практически исключая образование сложных глицидиловых эфиров, является молекулярная дистилляция масел вместо дезодорации или в сочетании с дезодорацией в мягких условиях. Перспективным также является биокаталитический метод, который позволяет использовать ферментативные процессы для удаления сложных эфиров из рафинированных масел. Глицидиловые эфиры жирных кислот являются наиболее сильными канцерогенами, которые образуются при высокотемпературной обработке растительных масел и жиров выше 230 °С.

При попадании в пищеварительный тракт человека глицидиловые эфиры расщепляются до свободного глицерина, который содержится во всех рафинированных растительных маслах. Техническое пальмовое масло, которое импортируется в больших количествах и используется в пищевых продуктах наряду со съедобным пальмовым маслом, содержит критически опасные уровни загрязняющих веществ. Поэтому такие исследования актуальны для тщательной полуколичественной или количественной оценки присутствия химического компонента в образце растительного масла или жира, а также для проведения предварительного анализа масел в целом [15].

На рис. 1 показана массовая доля глицидиловых эфиров в различных растительных маслах.

Как видно пальмовое масло (рафинированное) содержит большое количество загрязняющих веществ. Это указывает на высокое содержание моно- и диацилглицеринов в исходном масле. Самое низкое содержание загрязняющих веществ наблюдается в нерафинированных маслах. Это происходит потому, что они не подвергаются обработке при высоких температурах. Полученные результаты исследований подтверждают наличие достаточно широкого диапазона концентраций загрязняющих веществ в рафинированных и дезодорированных образцах

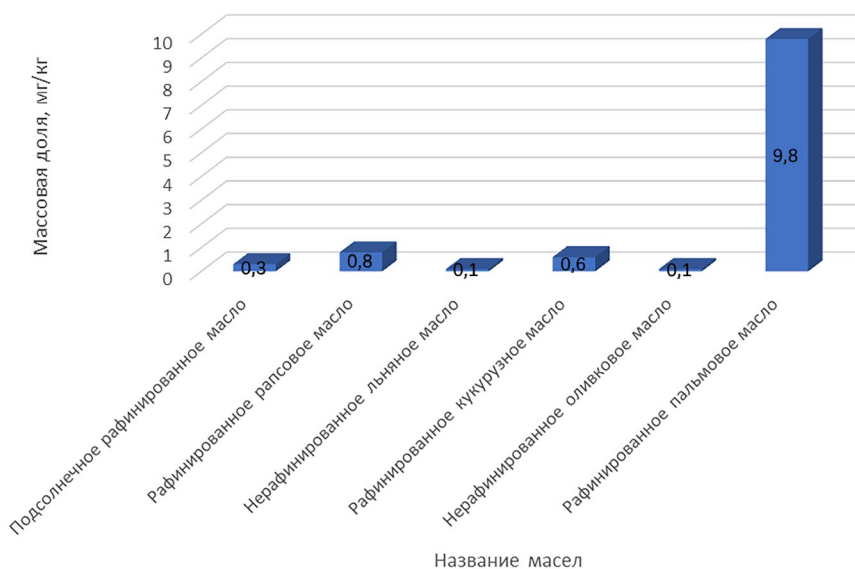


Рис. 1. Содержание глицидиловых эфиров в растительных маслах

растительных масел. Известно, что различные технологические параметры и режимы процесса дезодорации приводят к увеличению диапазона значений. Все эти предпосылки требуют дальнейших исследований и разработки технологий, направленных на снижение содержания этих веществ в растительных маслах. Глицидиловые эфиры жирных кислот являются пищевыми примесями или загрязняющими веществами и в больших количествах содержатся в составе рафинированных растительных масел [16].

Использование глицидиловых эфиров для смазки станков

Основным выводом при анализе причин высокого начального износа является совершенство поверхностной смазки, которая обычно является полусухой или смешанной.

Минеральные и растительные масла состоят из углеводородных соединений с примесью других элементов. Молекулы минерального масла имеют вид длинных цепочек атомов углерода с присоединенными к ним атомами водорода или содержат кольца с длинными боковыми цепями. Растительные масла состоят из триглицеридов и сложных эфиров жирных кислот.

Узлы трения, смазываемые жидким консистентным смазочным материалом (СМ),

как правило, имеют системы принудительной подачи, т. е. смазка восстанавливается в процессе эксплуатации в узлах трения, смазанных пластичной консистентной смазкой, толщина слоя которой уменьшается по мере эксплуатации из-за ее износа. В этих условиях основным режимом является предельная смазка.

Убедительным доказательством о недостаточной смазке в период пуска, как основной причины высокого пускового износа, является пошаговый анализ процесса: вращение коленчатого вала стартером, первые вспышки в цилиндрах и вращение вала на постоянной скорости холостого хода. На каждом из этих этапов условия смазки различны. Из этого пошагового анализа, например, получены следующие локальные оценки для конкретного двигателя: вращение от стартера 1–5 оборотов, вращение при вспышках около 100 оборотов, стационарное вращение перед подачей масла еще 100 оборотов коленчатого вала. Таким образом, коленчатый вал совершает около 200–250 оборотов в условиях максимальной смазки при достаточно больших нагрузках. Эти условия смазки являются основной причиной начального износа шеек валов и подшипников.

Триглицериды имеют три длинные углеводные цепи, соединенные карбоновыми связями с ядром из трех атомов углерода.

Жирные кислоты и сложные эфиры представляют собой длинные цепочки атомов углерода с присоединенными к ним атомами водорода. На одном конце цепи находится гидроксильный (ОН) радикал, а на другом - карбоксильный (СООН) радикал.

Первой особенностью всех молекулярных структур является длинная цепочка. Вблизи твердой поверхности молекулярные цепи имеют тенденцию быть перпендикулярными этой поверхности, взаимодействуя с ней на одном конце, что обеспечивает разделение двух твердых поверхностей (см. рис. 2).

Другой особенностью длинных цепей является тенденция собираться в кластеры, и при достаточно большом количестве молекул они могут полностью покрывать поверхность молекулярным слоем, обладающим высокой поперечной прочностью.

Третьей структурной особенностью длинной молекулы, которая способствует образованию прочной адсорбционной пленки, является наличие активного радикала для растительных масел и отсутствие радикала для минеральных масел.

Присутствие активного радикала нарушает симметрию структуры молекулярной цепи и распределяет электрические заряды таким образом, что один конец становится положительно заряженным, а другой – отрицательно заряженным. Такая молекула называется полярной, а концы полярных молекул представляют собой радикалы, обладающие способностью притягивать металлические поверхности. Эти концы соединяются с поверхностью, а свободные концы имеют тенденцию располагаться перпендикулярно ей.

Таким образом, оптимальная молекулярная структура граничной смазки состоит из длинной прямой углеродной цепи с активным радикалом на одном конце. Соединения с такой структурой содержатся в основном в растительных маслах. При использовании минеральных масел аналогичная структура получается путем добавления небольшого (1 %) количества активного полярного вещества (например, олеиновой кислоты).

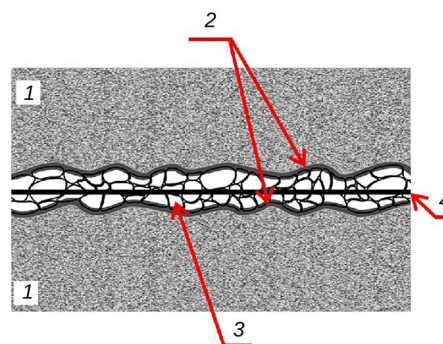


Рис. 2. Механизм смазывания смазкой на основе растительного масла с добавкой борной кислоты:

1 – металл; 2 – масляная пленка; 3 – заполнение борной кислотой неровностей поверхности; 4 – плоскость скольжения борной кислоты

Эти добавки способствуют образованию мономолекулярного слоя или покрытия на поверхности металла, которое не может быть обеспечено молекулами минерального масла.

Способность пограничных слоев уменьшать потери на трение, износ и предотвращать задираание пар трения объясняется следующими причинами:

- пограничные слои разделяют трущиеся поверхности на расстояниях, превышающих диапазон адгезионных сил, которые резко уменьшаются с увеличением расстояния между твердыми телами;
- слой смазки толщиной в одну молекулу уменьшает силу трения примерно в 10 раз, в то время как толщина пограничных слоев составляет доли микрометра;
- тонкие пограничные слои способны выдерживать большие нормальные нагрузки без разрушения; в то же время при относительно низких тангенциальных силах они смещаются вдоль плоскостей скольжения;
- активные компоненты смазки, взаимодействуя с поверхностью пар трения, вызывают адсорбционную пластификацию поверхностных слоев (эффект Ребиндера П. О.), избирательное растворение некоторых компонентов поверхностного слоя металла и перенос их на соответствующую поверхность, что

также снижает их поверхностную прочность (эффект Гаркунова Д. М.).

- из-за этих явлений во время экстремальной смазки сдвиговые деформации локализуются в тонком поверхностном слое металла, который защищает нижние слои от разрушения.

При предельной смазке СМ обычно состоит из углеводородной основы и активных компонентов. Активными компонентами смазочных материалов на нефтяной основе являются либо включения поверхностно-активных веществ (органические кислоты слоя, асфальтены и т. д.), либо продукты превращений углеводородов смазочного материала в процессе их эксплуатации или хранения, либо специальные добавки. Нефтяные масла представляют собой смесь углеводородов различной структуры (парафины, нафтены, ароматические углеводороды, продукты смешанной структуры). Производными парафина могут быть жирные кислоты, которые представляют собой длинноцепочечные парафины, в которых конечная метильная группа CH_3 заменена карбоксильной группой COOH . Жирные кислоты могут образовываться при окислении углеводородов; они являются основной частью растительных и животных масел.

Некоторые жирные кислоты и соли металлов (мыла) вводят в масла для повышения их смазывающей способности, поскольку, обладая значительной поверхностной активностью, они образуют прочные адсорбированные слои. Некоторые виды мыла (литиевое, кальциевое) используются в качестве загустителей для пластичных смазок. Спирты являются продуктами окисления углеводородов. Они похожи по структуре на парафины, но вместо концевой метильной группы заканчиваются гидроксильной полярной OH -группой.

В состав жидких и пластичных смазочных материалов также входят добавки, которые обеспечивают повышение противоизносных свойств или свойств при экстремальном давлении. Присадки могут быть

поверхностно-активными, смазывающий эффект которых основан на образовании прочных поглощающих слоев, пар трения, предотвращающих контакт металла. Химически активные добавки выделяют при разложении активные элементы: серу, фосфор, хлор, азот, кислород с образованием модифицированных поверхностных слоев. Любая присадка состоит из функциональной группы, которая обеспечивает противоизносный эффект, и углеводородного радикала, который обеспечивает растворимость этой присадки в нефтяном масле.

Необходимо использовать сульфитированные жиры (растительное масло), например, сульфитированное сурепное, конопляное, пальмовое масла и т. д. Алифатические масла, содержащие нитроэфиры ненасыщенных жирных кислот, относительно легко связывают серу ненасыщенными связями, образуя в этих связях серные мостики. В дополнение к сульфитированным жирам, насыщенным и ненасыщенным жирным кислотам, также получают метиловые и этиловые эфиры этих кислот, которые дополнительно сульфитируют. Отдельную группу смесей серы составляют сульфитированные полимеры.

Основываясь на результатах исследований, установлено, что незаменимые дисульфиды проявляют лучшие противоизносные свойства, но имеют худшие свойства, связанные с экстремальным давлением. Предполагается, что для улучшения противоизносных свойств органических соединений серы необходимо обеспечивать наличие сильно адсорбирующих полярных групп на поверхности металла на обоих концах этих частиц [6–11].

Выводы. 1. Содержание загрязняющих веществ в растительных маслах, даже на уровнях ниже гигиенических норм, может влиять на здоровье населения в виде канцерогенных и хронических неканцерогенных эффектов. Защита человека от вредного воздействия загрязняющих веществ эффективно обеспечивается барьером гигиенических норм и предписаний, но в результате

их несоблюдения могут возникать острые и хронические отравления и другие нарушения здоровья.

2. В настоящее время подавляющее большинство сельскохозяйственных производителей серьезно озабочены проблемами экологической безопасности пищевых продуктов и прилагают большие усилия для минимизации риска загрязнения исходного сырья. Чтобы получать гарантированно чистое сырье для своего производства, они часто организуют собственное, так называемое органико-биологическое земледелие. Достижение этой цели начинается с тщательного отбора ферм со здоровой плодородной почвой в экологически чистых районах, вдали от промышленных зон и автомагистралей, с учетом розы ветров. Наконец, все сырье, поступающее на завод, сначала проверяется лабораторией на наличие в нем вредных веществ и только после подтверждения безопасности допускается к производству.

3. При изучении явления граничной смазки с точки зрения химии высокомолекулярных соединений обнаружено, что в присутствии полярных или поверхностно-активных веществ пленка СМ состоит из одного или нескольких слоев полярных молекул, расположенных перпендикулярно твердой поверхности. Полярные молекулы содержатся только в растительных маслах и отсутствуют в минералах. Для создания оптимальной структуры в минеральное масло следует добавлять небольшие количества поверхностно-активных веществ.

Список литературы

1. JECFA «Safety assessment of certain pollutants in food products». 2018. Pp. 566–575.
2. Лукашев Н. В., Черпаков А. В. Органическая химия. Часть 2. М.: МГУ. 2021. 231 с.
3. Weisshaar R., Perz R. Fatty acid esters of glycerol in refined fats and oils // *Car J Lipid Sci Technol*. 2010. № 112. Pp. 158–165.
4. Getmanchuk Yu. P., Mokrinskaya E. V., Yukhimets A. Yu. Cation polymerization of glycidyl

esters // High molecular weight compounds. Series B. 2004. Vol. 46. No. 8. Pp. 1430–1433.

5. Petrova I. A. Glycidyl esters of fatty acids and monochloropropanediols in food products // *Confectionery and bakery production*. 2019. № 11–12 (184). Pp. 18–20.

6. Matthäus B. Organic or not organic – that is the question: How the knowledge about the origin of chlorinated compounds can help to reduce formation of 3-MCPD esters // *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. 2012. Vol. 114. Iss. 12. Pp. 1333–1334.

7. Nagy K. et. al. Mass-defect filtering of isotope signatures to reveal the source of chlorinated palm oil contaminants // *Food Addit. Contam.* 2011. Vol. 28. Iss. 11. Pp. 1492–1500.

8. Ali M. A. R. Thermal analysis of palm mid-fraction, cocoa butter and milk fat blends by differential scanning calorimetry // *Am. J. Oil Chem. Soc.* 1994. № 71. Pp. 299–302.

9. Ascherio A. Trans fatty acids and coronary heart disease // *N. Engl. J. Med.* 1999. Vol. 340. Pp. 1994–1998.

10. Bangun P. Physicochemical properties of palm stearin and palm mid fraction obtained by dry fractionation // *AGRITTECH*. 2009. Vol. 29. Pp. 154–158.

11. Ozcagli E., Alpenunga B., Fenga C. et. al. Effects of 3- monochloropropane-1,2-diol (3-MХПД) and its metabolites on DNA damage and repair under in vitro conditions. *Food Chem Toxicol*. 2016. 89 p.

12. Deore B. Saccharide imprinting of poly (aniline boronic acid) in the presence of fluoride. *Analyst*. 2003.

13. De Roos N. M. Replacement of dietary saturated fatty acids by trans fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in healthy men and women // *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol*. 2001. Vol. 21. Pp. 1233–1237.

14. Dorgan J. F. Effects of dietary fat and fiber on plasma and urine androgens and estrogens in men: A controlled feeding study // *Am. J. Clin. Nutr.* 1996. Vol. 64. Pp. 850–855.

15. El Ramy R., Ould Elhkim M., Lezmi S., Poul J. M. Evaluation of the genotoxic potential of 3 - monochloropropane- 1,2-diol (3-MХПД) and its metabolites, glycidol and beta-chlorolactic acid, using the single cell gel/comet assay. *Food Chem Toxicol*. 2007. Pp. 41–45.

16. Aasa J., Vare D., Motwani H. V., Jenssen D., Tornqvist M. Quantification of the mutagenic potency and repair of glycidol-induced DNA lesions. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*. 2016. 805 p.

References

1. JECFA «Safety assessment of certain pollutants in food products», 2018, pp. 566–575.

2. Lukashev N. V., Cherpakov A. V. *Organicheskaya khimiya. Chast' 2* [Organic chemistry. Part 2]. Moscow, MSU, 2021, 231 p.

3. Weisshaar R., Perz R. Fatty acid esters of glycerol in refined fats and oils. *Car J Lipid Sci Technol*, 2010, no 112, pp. 158–165.

4. Getmanchuk Yu. P., Mokrinskaya E. V., Yukhimets A. Yu. Cation polymerization of glycidyl esters. *High molecular weight compounds, Series B*, 2004, vol. 46, no. 8, pp. 1430–1433.

5. Petrova I. A. Glycidyl esters of fatty acids and monochloropropanediols in food products. *Confectionery and bakery production*, 2019, no 11–12 (184), pp. 18–20.

6. Matthäus B. Organic or not organic – that is the question: How the knowledge about the origin of chlorinated compounds can help to reduce formation of 3-MCPD esters. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 2012, vol. 114, iss. 12, pp. 1333–1334.

7. Nagy K. et al. Mass-defect filtering of isotope signatures to reveal the source of chlorinated palm oil contaminants. *Food Addit. Contam.*, 2011, vol. 28, iss. 11, pp. 1492–1500.

8. Ali M. A. R. Thermal analysis of palm mid-fraction, cocoa butter and milk fat blends by differential scanning calorimetry. *Am. J. Oil Chem. Soc.*, 1994, no 71, pp. 299–302.

9. Ascherio A. Trans fatty acids and coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.*, 1999, vol. 340, pp. 1994–1998.

10. Bangun P. Physicochemical properties of palm stearin and palm mid fraction obtained by dry fractionation. *AGRITECH*, 2009, vol. 29, pp. 154–158.

11. Ozcagli E., Alpenunga B., Fenga C. et al. Effects of 3- monochloropropane-1,2-diol (3-MХПД) and its metabolites on DNA damage and repair under in vitro conditions. *Food Chem Toxicol.*, 2016, 89 p.

12. Deore B. Saccharide imprinting of poly (aniline boronic acid) in the presence of fluoride. *Analyt*, 2003.

13. De Roos N. M. Replacement of dietary saturated fatty acids by trans fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in healthy men and women. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, 2001, vol. 21, pp. 1233–1237.

14. Dorgan J. F. Effects of dietary fat and fiber on plasma and urine androgens and estrogens in men: A controlled feeding study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1996, vol. 64, pp. 850–855.

15. El Ramy R., Ould Elhkim M., Lezmi S., Poul J. M. Evaluation of the genotoxic potential of 3 - monochloropropane- 1,2-diol (3-MХПД) and its metabolites, glycidol and beta-chlorolactic acid, using the single cell gel/comet assay. *Food Chem Toxicol.*, 2007, pp. 41–45.

16. Aasa J., Vare D., Motwani H. V., Jenssen D., Tornqvist M. Quantification of the mutagenic potency and repair of glycidol-induced DNA lesions. *Mutat Res Genet Toxicol Environ Mutagen*, 2016, 805 p.

УДК 665.1.09

А. Б. ДАЛАБАЕВ; Н. Е. АЛЬЖАКСИНА; К. З. ЖУНУСОВА (Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г. Нур-Султан, Казахстан)

E-mail: dalabaev_askhat@mail.ru

A. B. Dalabaev, N. E. Alzhaxina, K. Z. Zhunusova (Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» LLP, Nur-Sultan, Kazakhstan)

Технологические параметры физико-химических показателей растительных масел в пищевой отрасли

Technological parameters of physico-chemical parameters of vegetable oils in the food industry

Представлены результаты содержания глицидиловых эфиров жирных кислот в пересчете на глицидол в образцах нерафинированных и рафинированных растительных масел, исследованных по методикам, описанным авторами в других работах. Диапазон концентраций глицидиловых эфиров в рассматриваемых образцах растительных масел составляет от 0,1 до 9,8 мг/кг, тогда как стандартные нормы не должны превышать 1 мг/кг для пищевых растительных масел. Анализ образцов масел подтверждает полное или почти полное отсутствие глицидиловых эфиров в недезодорированных маслах. Поэтому производство растительных масел требует совершенствования технологии и внедрения технологических мер по предотвращению образования контаминантов в пищевых маслах. Однако, наличие в маслах свободных жирных кислот могут приводить к образованию глицидиловых эфиров. Поэтапно определены физические показатели качества, физико-химические показатели и жирнокислотный состав образцов исходных нерафинированных и рафинированных растительных масел. Исследованные масла по физико-химическим характеристикам соответствуют требованиям безопасности по ТР ТС 021/2011 и ТР ТС 024/2011. По физико-химическим показателям масла имеют кислотное число 0,2–4,6 и перекисное число 0,8–9,8 в пределах нормы. Характеристики кислотного и перекисного числа отражают присутствие свободных жирных кислот в растительных маслах.

The paper presents the results of the content of glycidyl esters of fatty acids in terms of glycidol in samples of unrefined and refined vegetable oils, studied by the methods described by the authors in other works. The range of concentrations of glycidyl esters in the studied samples of vegetable oils ranged from 0.1 to 9.8 mg/kg, whereas standard norms should not exceed 1 mg/kg for edible vegetable oils. The analysis of oil samples confirmed the complete or almost complete absence of glycidyl esters in non-deodorized oils. Therefore, the production of vegetable oils requires the improvement of technology and the introduction of technological measures to prevent the formation of contaminants in edible oils. However, the presence of free fatty acids in the oils can lead to the formation of glycidyl esters. The physical quality indicators, physico-chemical parameters and fatty acid composition of the samples of raw unrefined and refined vegetable oils were determined step by step. The studied oils according to physico-chemical parameters comply with the safety requirements of TR CU 021/2011 and TR CU 024/2011. According to physico-chemical indicators, the oils have an acid number of 0,2–4,6 and a peroxide number of 0,8–9,8 within the normal range. The indicators of acid and peroxide numbers reflect the presence of free fatty acids in vegetable oils.

Ключевые слова: глицидиловые эфиры; монохлорпропандиол; физико-химические показатели; рафинированные растительные масла; нерафинированные растительные масла; дезодорация; рафинация.

Keywords: glycidyl esters; monochloropropanediol; physico-chemical parameters; refined vegetable oils; unrefined vegetable oils; deodorization; refining.

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10764977).

Одним из важных этапов высокотемпературной обработки в технологии производства растительных масел являются рафинация и дезодорация. Такие этапы обработок не только удаляют многие нежелательные компоненты, а именно предшественников контаминантов в растительных маслах, но и могут способствовать образованию ряда соединений, которые неблагоприятно влияют на здоровье человека. Одним из таких образований являются глицидиловые эфиры (ГЭ) и сложные эфиры 3-моноклорпропандиола-1,2 (3-МХПД). При попадании таких образований в пищеварительный тракт в организме человека под действием кишечных липаз глицидиловые эфиры преобразуются в генотоксичный опасный канцероген. Такие соединения называются глицидолом, который способствует возникновению различных заболеваний и мутаций ДНК клетки человека [1].

В 2018 г. комиссией ЕС утверждено нормирование содержания сложных глицидиловых эфиров жирных кислот в пищевых маслах. Для глицидолов в пищевых продуктах введены следующие стандартные нормы, а именно растительные масла и жиры, предназначенные для непосредственного потребления человеком или используемые в качестве ингредиента для производства пищевых продуктов, не должны превышать 1 мг/кг, растительные масла для производства детского питания и продуктов на основе обработанных злаков – не более 0,5 мг/кг [2].

Определение глицидиловых эфиров и 3-МХПД в растительных маслах предполагает введение нормирования на наличие аттестованных методов анализа контролируемых соединений. Имеются исследования по разработке методов качественного опре-

деления глицидиловых эфиров и 3-МХПД жирных кислот в растительном масле. Также разработаны прямые и косвенные методы определения глицидиловых эфиров жирных кислот.

Косвенные методы определения основываются на щелочном или кислотном гидролизе образца для раскрытия эпоксидного цикла. Полученное производное соединение и измерение содержания определяется методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием (ГХ-МС). Так, определение сложных эфиров моноклорпропандиола и глицидиловых эфиров в пересчете на глицидол проводят методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием в режиме SIM (селективный ионный мониторинг). Сущность метода состоит в том, что, жирные кислоты от всех МХПДЭ и ГЭ отщепляются щелочью. Основной принцип аналитического определения содержания эфиров моноклорпропандиолов в растительных маслах и жирах состоит из следующих этапов:

- переэтерификация эфиров 3-МХПДЭ и 2-МХПДЭ с жирными кислотами в кислотной или щелочной среде;
- дериватизация выделенных свободных 3-МХПД и 2-МХПД с фенолборной кислотой в дериваты 3-МХПД и 2-МХПД;
- количественное определение полученного производного соединения методом ГХ-МС.

Существует метод длительной кислотной этерификации растительного жира с целью удаления матрицы. Глицидиловые эфиры переводятся в монобромпропандиол и в последующем образуются получением этерифицированных форм с фенолборной кислотой [1].

С помощью жидкостной хроматографии с масс-спектрометрией можно проводить прямое определение эфиров 3-МХПД и глицидиловых эфиров [3]. Прямой метод предполагает количественное измерение моноэфиров, диэфиров 3-МХПД и глицидиловых эфиров, основанное на прямом выявлении отдельных эфиров без химических модификаций. [4]. Анализ основан на определении жирнокислотного состава растительных масел, но для этого необходимы индивидуальные стандарты для эфиров.

В настоящее время учеными разрабатывается прямой метод определения эфиров 3-МХПД и глицидиловых эфиров без проблем, связанных с загрязнением прибора, который чувствителен и прост в исполнении [5]. С другой стороны, он обеспечивает полное профильное количественное определение сложных эфиров. Но единственным недостатком является сложность используемого оборудования и токсичность реагентов.

Методы и материалы

Объекты исследований – подсолнечное масло нерафинированное (ПМНР) и рафинированное (ПМР), рапсовое рафинированное (РМР), льняное нерафинированное (ЛМНР), кукурузное рафинированное (КМР), оливковое нерафинированное (ОМНР), пальмовое (ПМ) масла.

При выполнении исследований используются современные общепринятые, стандартные методы теоретического и экспериментального анализов физико-химических показателей исходного сырья. Определение глицидиловых эфиров в пересчете на глицидол проводится методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием в режиме селективного ионного мониторинга. Анализ выполняется с использованием двухлучевого спектрофотометра UV-1900i. Также применяется основной принцип аналитического определения содержания эфиров монохлорпропандиолов в растительных маслах и жирах. Этот способ

известен как метод длительной щелочной этерификации в течение 16 ч. На его основе разработаны две официальные методики: ГОСТ Р ИСО 18363-2-2019 и МУК 4.1.3547-19 [6, 7].

Результаты и обсуждение

Исследованы физические характеристики качества, физико-химические показатели и жирнокислотный состав исходных растительных масел, в частности ПМР, ПМНР, ЛМНР, КМР, ОМНР, ПМ.

Определены физические показатели качества исходных растительных масел, а именно плотность, преломление и вязкость (см. табл. 1). Выявлено, что для всех представленных образцов масел физические показатели качества соответствуют установленным нормам и подтверждают их натуральность.

Исследованы физико-химические показатели: кислотное число, перекисное число, цветное число, степень прозрачности, массовая доля влаги и летучих веществ, массовая доля фосфорсодержащих веществ и содержание микотоксинов. Все показатели определены стандартными методами согласно ТР ТС 024/2011. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Анализ физико-химических показателей нерафинированных масел показывает, что кислотное число варьируется в диапазоне 1,8–4,6 мг КОН/г, однако в ОМНР показатель кислотного числа превышает норму 4 мг КОН/г. Эти данные свидетельствуют о том, что в ОМНР содержатся свободные жирные кислоты и масло окисляется. Значения перекисного числа масел находится в диапазоне 2,5–9,8 ммоль активного кислорода/кг, что соответствует нормам нормативно-технической документации. Цветное число ОМНР превышает норму 15 мг йода.

Значения перекисного числа масел находится в пределах нормы 0,8–5,9 ммоль активного кислорода/кг. Цветное число, степень прозрачности, массовые доли вла-

ги, летучих фосфорсодержащих веществ и содержание микотоксинов соответствуют установленным нормам.

Физико-химические показатели рафинированных масел представлены в табл. 3. Результаты исследований показывают, что кислотное число масел варьируется в диапазоне 0,2–0,5 мг КОН/г, также в КМР и ПМ данный показатель кислотного числа превышает норму 0,35 и 0,2 мг КОН/г. Данные значения приводят к тому, что в КМР и ПМ содержатся свободные жирные кислоты, это в конечном счете может привести к образованию глицидиловых эфиров.

Также выполняется исследование жирно-кислотного состава исходных масел согласно ГОСТу 30418–96 «Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава» на газовом хроматографе Хромос ГХ-1000. Результаты анализа представлены в табл. 4 и показывают повышенное содержание олеиновой кислоты в льняном и оливковом маслах, что не гарантиру-

ет повышения устойчивости этих масел к окислению. Согласно литературным источникам в нерафинированных маслах содержание глицидиловых эфиров значительно ниже, чем в рафинированных.

Анализ показывает, что исследуемые растительные масла по жирно-кислотному составу соответствуют требованиям нормативных документов, предъявляемым к каждому виду. Таким образом, представленные растительные масла полностью подходят для дальнейших исследований на содержание глицидиловых эфиров.

Известно, что образование глицидиловых эфиров жирных кислот происходит при высокотемпературной обработке растительных масел, такой как дезодорация. Дезодорированное растительное масло может содержать небольшое количество глицидиловых эфиров. Поскольку процесс дезодорации проводится при высокой температуре (170...240 °С), образование глицидиловых

Таблица 1

Физические показатели качества растительных масел

Наименование масел	Плотность, кг/м ³ при 20 °С	Преломление при 20 °С	Вязкость при 20 °С, Па·с
ПМНР	916	1,473	0,0546
ПМР	926	1,475	0,0598
РМР	918	1,472	0,0766
ЛМНР	940	1,480	0,0527
КМР	920	1,471	0,0657
ОМНР	914	1,466	0,0713
ПМ	923	1,454	–

Таблица 2

Физико-химические показатели нерафинированных масел

Наименование показателя	Значение показателя					
	ПМНР	Норма	ЛМНР	Норма	ОМНР	Норма
Кислотное число, мг КОН/г	1,8	4	1,9	2	4,6	4
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	9,5	10	2,5	10	9,8	20
Цветное число, мг йода	9	25	45	50	35	15
Степень прозрачности, фем	2	4	2	4	2	4
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,05	0,2	0,01	0,2	0,2	0,2
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %	0,15	0,6	0,03	0,7	0,02	0,2
Содержание микотоксинов, мг/кг (афлотоксин В1)	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005

эфиров начинается примерно при 200 °С [8].

Растительные масла также применяются в составе масляных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при обработке металлов давлением, механической обработке металлов, пластмассы и металлокерамики. В каждом отдельном случае выбор СОЖ определяется видом и режимом обработки, составом и свойствами инструментального и обрабатываемого материалов, требованиями к качеству обрабатываемой поверхности, способом подачи жидкости и др. Масляные СОЖ, благодаря их высоким смазочным свойствам, широко применяют при тяжелых режимах обработки (низкие скорости, большие глубины резания); вод-

ные звездочки используют в основном для высокоскоростной обработки.

За последнее время возрастает заинтересованность потребителей и ученых к практическому применению растительных масел как базовых масел и присадок к СОЖ, так и минеральных масел. Для решения этих проблем применяют такие способы, как подбор добавок, химическая модификация растительных масел и генетическая модификация семян растений [4].

Триглицеридная структура растительных масел позволяет обеспечивать качественное предельное смазывание (сильное межмолекулярное взаимодействие, устойчивость к температурным изменениям), но нерафинированные масла имеют слабую окисли-

Таблица 3

Физико-химические показатели рафинированных масел

Наименование показателя	Значение показателя							
	ПМР	Норма	РМР	Норма	КМР	Норма	ПМ	Норма
Кислотное число, мг КОН/г	0,3	0,4	0,2	0,4	1	0,35	0,5	0,2
Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	4,7	10	6,1	10	5,9	10	0,8	0,9
Цветное число, мг йода	1	10	2	30	4	18	1	30
Степень прозрачности, фем	1	2	1	2	1	2	1	2
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,01	0,1	0,01	0,1	0,1	0,1	0,09	0,1
Массовая доля фосфорсодержащих веществ, %	–	–	–	–	–	–	–	–
Содерж. микотоксинов, мг/кг (афлотоксин В1)	–	–	0,005	0,005	–	0,005	–	0,005

Таблица 4

Жирно-кислотный состав исходных масел

Наименование кислоты	Значение показателя						
	ПМР	ПМНР	РМР	ЛМНР	КМР	ОМНР	ПМ
C _{14:0} миристиновая	0,08	0,07	0,2	–	0,04	–	1,5
C _{16:0} пальмитиновая	6,73	5,67	4,78	5,01	9,86	11,95	48,9
C _{16:1} пальмитолеиновая	0,1	0,9	0,21	–	0,1	0,94	–
C _{18:0} стеариновая	3,55	2,83	1,69	6,01	2,65	6,46	3,4
C _{18:1} олеиновая	25,75	37,12	61,7	15,83	31,32	72,09	36,9
C _{18:2} линолевая	62,59	52,19	19,43	17,15	53,17	7,13	9,3
C _{18:3} линоленовая	0,1	0,07	9,48	55,54	1,83	0,6	–
C _{20:0} арахиновая	0,23	0,23	0,58	0,16	0,42	0,37	–
C _{20:1} гондоиновая	0,17	0,15	1,43	–	0,18	–	–
C _{22:0} бегеновая	0,58	0,62	0,34	0,3	0,26	0,1	–
C _{24:0} лигноцериновая	0,12	0,15	0,16	–	0,17	0,36	–

тельную стабильность по сравнению с минеральными маслами [1–3].

В процессе гидролиза жиров в присутствии щелочей образуются соли жирных кислот – мыла, известные как ингибиторы коррозии стали в нейтральных средах [4], образование нерастворимых солей в жесткой воде и низкая растворимость затрудняют их использование.

По изотермам поверхностного давления определяется тип поверхностной пленки, а также размеры и форма молекул лауриновой, пальмитиновой и миристиновой кислот. Увеличение поверхностного давления при сжатии пленки создает сплошной мономолекулярный слой, в котором молекулы плотно прилегают друг к другу. Исследования показывают, что вещества с одинаковой функциональной группой, независимо от длины радикала, имеют одинаковые значения площади, на которой размещен 1 моль вещества. Так, для жирных кислот площадь, которую занимает одна молекула, равна 0,205 нм². Поэтому, если на молекулу ПАВ приходится значительно большая площадь, тогда ее углеводородный радикал, как правило, лежит на поверхности.

Лэнгмюр впервые устанавливает факт вертикальной ориентировки углеводородных радикалов в сплошном мономолекулярном слое, что позволяет определять толщину поверхностной пленки.

В работах [1, 3] исследована адсорбция солей ненасыщенных жирных кислот на поверхности алюминия. Так, при длительном хранении образца алюминия на воздухе увеличение количества натрия олеата, необратимо связанного с металлом, обусловлено разрывом двойных связей и полимеризацией. Однако позже, во время исследования адсорбции ряда солей ненасыщенных жирных кислот методом ИК-спектроскопии, на оксиде алюминия не обнаружено полимеризации адсорбированного слоя, на что указывает наличие в спектре поглощения полос при 3030 и 3080 см⁻¹, характерная для двойных свя-

зей солей высокомолекулярных кислот. Источник [9] показывает особенности адсорбции олеату натрия из водных растворов на поверхности окисленного железа и дает предположение, что первый монослой олеата натрия на пассивном железе является комплексным соединением и образуется при взаимодействии карбоксильной группы с поверхностью металла.

Защитный эффект использования ингибиторов на основе модифицированного растительного масла объясняется формированием на поверхности металла наноструктурной пленки с моно- или полимолекулярным строением. Для подтверждения защитного эффекта ингибиторов на основе модифицированного растительного масла авторами работы [5] исследована адсорбция ингибиторов на поверхности металла, выявлены состав и толщина защитного слоя, механизм его образования, и разработана модель наноструктурной пленки. Вещества, которые содержат азот, кислород, серу, сопряженные двойные связи и ароматические кольца формируют на поверхности металла адсорбционные слои, что и обуславливает их ингибиторные свойства.

Растительные масла являются возобновляемым сырьем, разлагаются микроорганизмами и, кроме того, обладают высокими вязкостью и температурой вспышки, что коррелируется с очень низкими давлением паров и летучестью. Россия имеет высокий аграрный потенциал по выращиванию подсолнечника и рапса, что позволяет изготавливать экологически чистые смазочные жидкости. Смазки, кроме смазочного действия, защищают материал деталей машин и механизмов от коррозии.

В последнее время в связи с повышением экологических требований, в частности к продуктам нефтепереработки и нефтехимии, наблюдается мировая тенденция производить пластичные и жидкостные смазочные материалы на основе растительных масел: соевого, подсолнечного, рапсового, пальмового, генетически

модифицированного подсолнечного и некоторых других.

Необходимо учитывать основные характеристики, которые являются общими для всех жидких смазочных материалов:

1. Вязкость – одна из важнейших характеристик смазочного материала, что в значительной мере обуславливает силу трения между подвижными поверхностями, на которые нанесен смазочный материал. Так как вязкость является обратно пропорциональной температуре в диапазоне $-30...+150$ °С, изменяется в тысячи раз, для стабилизации вязкостно-температурных свойств смазочных масел в их состав добавляют специальные вязкостные присадки, которые относительно мало повышают вязкость базового масла при низких температурах, но значительно ее увеличивают при повышенных температурах. Значение вязкости смазочного материала всегда указывается для конкретного значения температуры, обычно это 40 °С.

2. Температура застывания – температура, при которой нефтепродукт теряет подвижность (самая низкая температура, при которой масло расплывается под воздействием силы тяжести). Понятие температуры застывания используется для определения прокачиваемости масла трубопроводами и возможности смазки узлов трения, работающих при пониженных температурах. Температура застывания должна быть на 5...7 °С ниже температуры, при которой масло должно прокачиваться.

3. Температура вспышки – минимальная температура, при которой в условиях специальных испытаний нефтепродукта над его поверхностью образуется пар, способный вспыхнуть от огня без возникновения устойчивого горения. Температуру вспышки нужно учитывать при подаче масла к узлам трения, работающим при повышенных температурах. Температуру вспышки определяют в открытом или закрытом тигле.

4. Кислотное число-количество миллиграммов гидроксида калия (КОН), израс-

ходованного на нейтрализацию свободных кислот, содержащихся в 1 г нефтепродукта. При старении масла кислотное число растет, и часто именно оно является основным критерием для замены масла в циркуляционных смазочных системах.

Выводы. 1. Анализ образцов нерафинированных и рафинированных растительных масел подтверждает полное или почти полное отсутствие глицидиловых эфиров в неочищенных маслах. В целом на всех исследованных образцах масел концентрация глицидиловых эфиров не превышает стандартные нормы 1 мг/кг для пищевых растительных масел, кроме пальмового рафинированного масла. Концентрация глицидиловых эфиров в пальмовом рафинированном масле составляет 9,8 мг/кг в пересчете на глицидол. Поэтому производство растительных масел требует совершенствования технологии и внедрения технологических мер по предотвращению образования контаминантов в пищевых маслах.

2. Такие показатели, как степень прозрачности, массовые доли влаги, летучих, фосфорсодержащих веществ и содержание микотоксинов являются характеристиками, отражающими микробиологическую безопасность масел и соответствуют нормам нормативно-технической документации.

Список литературы

1. *Alexander J. et. al.* Risks for human health related to the presence of 3 - and 2 monochloropropanediol (MCPD) and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food // EFSA Journal. 2016. Vol. 14. Pp. 1–159.

2. *Official Journal of the European Union:* COMMISSION REGULATION (EU) 2018/290 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of glycidyl fatty acid esters in vegetable oils and fats, infant formula, follow-on formula and foods for special medical purposes intended for infants and young children. 2018.

3. *Gibon V.* Oil Modification: Solution of Problem for 3-MCPD / GE Mitigation // Euro Fed Lipid. 2017. Pp. 14–19.

4. Ozcagli E., Alpenunga V., Fenga S. et al. Effects of 3- monochloropropane-1,2-diol (3-MHPD) and its metabolites on DNA damage and repair under in vitro conditions // *Food Chem Toxicol.* 2016. 89 p.

5. Tiong S. H., Saparin N., Teh H. F. et al. Natural Organochlorines as precursors of 3-monochloropropanediol esters in vegetable oils // *J. Agric. Food Chem.* 2018. Vol. 66. № 4. Pp. 999–1007.

6. ГОСТ Р ИСО 18363-2–2019. Жиры и масла животные и растительные. Определение содержания сложных эфиров жирных кислот монохлорпропандиолов (МХПД) и глицидола с применением ГХ/МС.

7. МУК 4.1.3547–19. Определение содержания 3-монохлорпропандиола, 2-монохлорпропандиола и глицидола в пищевых растительных маслах и животных жирах.

8. Петрова И. А. Глицидиловые кислоты всех жирных кислот монохлорпропандиола в пищевой продукции // Кондитерское и хлебопекарное производство. 2019. № 11–12 (184). С. 18–20.

9. Никулина А. В. и др. Применение ферментационно-алкалометрического способа для идентификации сливочного и пальмового масла // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2018. № 80. С. 240–244.

References

1. Alexander J. et. al. Risks for human health related to the presence of 3 - and 2 monochloropropanediol (MCPD) and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. *EFSA Journal*, 2016, vol. 14, pp. 1–159.

2. Official Journal of the European Union: *COMMISSION REGULATION (EU) 2018/290 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as re-*

gards maximum levels of glycidyl fatty acid esters in vegetable oils and fats, infant formula, follow-on formula and foods for special medical purposes intended for infants and young children. 2018.

3. Gibon V. Oil Modification: Solution of Problem for 3-MCPD / GE Mitigation. *Euro Fed Lipid.*, 2017, pp. 14–19.

4. Ozcagli E., Alpenunga V., Fenga S. et al. Effects of 3- monochloropropane-1,2-diol (3-MHPD) and its metabolites on DNA damage and repair under in vitro conditions. *Food Chem Toxicol.*, 2016, 89 p.

5. Tiong S. H., Saparin N., Teh H. F. et al. Natural Organochlorines as precursors of 3-monochloropropanediol esters in vegetable oils. *J. Agric. Food Chem.*, 2018, vol. 66, no 4, pp. 999–1007.

6. *Zhiry i masla zhivotnye i rastitel'nye. Opredelenie soderzhanija slozhnyh jefirov zhirnyh kislot monohlorpropandiолов (MHPD) i glicidola s primeneniem GH/MS* [Animal and vegetable fats and oils. Determination of fatty acid esters of monochloropropanediols (MCPD) and glycidol using GC/MS]. State standart R ISO 18363-2-2019. .

7. *Opredelenie soderzhanija 3-monohlorpropandiола, 2-monohlorpropandiола i glicidола v pishhevyh rastitel'nyh maslah i zhivotnyh zhirah* [Determination of the content of 3-monochloropropanediol, 2-monochloropropanediol and glycidol in edible vegetable oils and animal fats]. Guidelines 4.1.3547–19.

8. Petrova I. A. Glycidylic acids of all fatty acids monochloropropanediols in food products. *Kon-diterskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and bakery production], 2019, no. 11–12 (184), pp. 18–20.

9. Nikulina A. V. et al. Application of the fermentation-alkalimetric method for the identification of butter and palm oil. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tehnologij* [Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies], 2018, no. 80, pp. 240–244.

УДК 665.1

Ж. Е. ТУЯКБАЕВА; Н. Е. АЛЬЖАКСИНА; Т. Е. ЕРБОЛАТ; М. С. МАНТАЙ (Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г. Нур-Султан, Казахстан)

E-mail: zhanat_tuyakbaeva@mail.ru

Zh. E. Tuyakbaeva, N. E. Alzhaxina, T. E. Yerbolat, M. S. Mantay (Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» LLP, Nur-Sultan, Kazakhstan)

Исследование качественных характеристик образцов растительного масла

Investigation of the qualitative characteristics of vegetable oil samples

Определены качественные характеристики двух образцов дезодорированного рафинированного рапсового масла в соответствии с ГОСТом 31759–2012 и двух образцов нерафинированного льняного масла в соответствии с СТ РК 2645–2015. На основе качественных показателей и показателей маслостойкости к окислению исходных масел составлена регрессионная модель, позволяющая прогнозировать кислотное число двухкомпонентных смесей. Исследованиями установлено, что оба образца нерафинированного льняного масла по совокупности физико-химических показателей соответствуют второму сорту нерафинированного льняного пищевого масла согласно требованиям СТ РК 2645–2015 и разрешены к использованию в качестве сырья для производства растительного и сливочного спредов. Также изучены качественные характеристики сливочного масла как молочного сырья для производства спредов в соответствии с ГОСТом 32261–2013. Полученные данные по органолептическим и физико-химическим показателям образцов рапсового и льняного масел хорошо коррелируют с литературными данными, что свидетельствует о высокой точности анализа, исследуемые образцы не относятся к высокоолеиновым растительным маслам.

The qualitative characteristics of two samples of deodorized refined rapeseed oil were determined in accordance with GOST 31759–2012, and the qualitative characteristics of two samples of unrefined linseed oil were studied in accordance with ST RK 2645–2015. Based on qualitative indicators and indicators of oil resistance to oxidation of the starting oils, a regression model has been compiled that allows predicting the acid number of two-component mixtures. Studies have established that both samples of unrefined linseed oil in terms of the totality of physico-chemical parameters correspond to the second grade of unrefined linseed edible oil according to the requirements of the ST RK 2645–2015 and are allowed to be used as raw materials for the production of vegetable and cream spread. The qualitative characteristics of butter as a dairy raw material for the production of spreads in accordance with GOST 32261–2013 were also studied. The obtained data on the organoleptic and physico-chemical parameters of the analyzed sample of rapeseed and linseed oils correlate well with the literature data, which indicates the high accuracy of the study, the studied samples do not belong to high oleic vegetable oils.

Ключевые слова: рапсовое масло; льняное масло; окисление; спреды; двухкомпонентная смесь; кислотное число; физико-химические показатели.

Keywords: rapeseed oil; linseed oil; oxidation; spreads; two-component mixture; acid number; physico-chemical indicators.

Авторы выражают свою признательность за финансовую поддержку проекта «Разработка технологии функциональных спредов из растительного сырья» в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10764977).

В настоящее время перед нефтяной промышленностью Казахстана стоят задачи, требующие не только количественного увеличения производства, но и поиска новых способов обеспечения его качества, как при производстве растительных масел, так и при сроках хранения, установленных ГОСТом и техническими регламентами на нефтепродукты. Развитие работ в этом направлении определяется двумя основными причинами.

Во-первых, большие достижения в липидологии, включая биохимию и медицину, выявляют важную роль липидов в жизни растений, животных и человека.

Во-вторых, в области получения необходимого ассортимента лекарственных и технических масел выдвигается необходимость перехода на экологически чистые и энергосберегающие технологии [1].

Одним из важнейших вопросов, связанных с качеством масла, получаемого из семян различных культур, является повышение его стойкости к окислению для предотвращения накопления токсичных продуктов окисления при его обработке, хранении и непосредственном использовании. Основными факторами, влияющими на устойчивость жира к окислению, являются природные антиоксиданты – токоферолы (витамин E). Общее количество токоферолов в подсолнечном масле находится в диапазоне 54–110 мг на 100 г масла в зависимости от генотипа, содержания жира и условий выращивания [2].

Ни одно из масел, полученных по отдельности, не может полностью удовлетворять потребность организма в питательных веществах. Животные жиры, в том числе молочный жир, содержат витамины A и D, а также лецитин, который обладает липо-

тропным действием. Однако они содержат меньшее количество PCMD и холестерина в отличие от растительных масел. Сочетание молочного жира и растительных масел позволяет взаимно обогащать ингредиенты, входящие в состав этих продуктов, одним или несколькими важными факторами и создавать продукты сбалансированного состава, в том числе специально разработанные целевые сорта. Животные и растительные масла одинаково необходимы человеку, поэтому проблема получения биологически полноценных смешанных жировых продуктов представляется актуальной и практически релевантной [3].

Для контроля качества растительных масел используются в основном хорошо разработанные химические и физико-химические методы, которые не требуют дорогостоящего специального оборудования и высококвалифицированного обслуживания и доступны стандартным лабораториям. Те же способы используются для идентификации продукта при оценке его соответствия [4].

Метод газожидкостной хроматографии является основным способом проверки искажений продукта и позволяет надежно выявлять примеси посторонних масел на уровне около 10 %. Он используется для обнаружения искажений оливкового, сливочного масел, масла какао с дешевыми аналогами. В работе образцы различных видов растительных масел исследованы с применением общепринятых методов и современных экспериментальных методик с использованием современного высокоточного оборудования [5].

Все исследования повторены 3–4 раза и обработаны статистически. В экспериментальном разделе приведены средние значения показателей.

Объектами исследований являются рафинированное дезодорированное рапсовое и нерафинированное льняное масла:

- версия *I (A)* – рафинированное, замороженное дезодорированное рапсовое масло *O'Live Omega 3* производства ТОО «Масло-Дель», Алматы, Казахстан, сертифицированное в соответствии с МС ISO 2008 и СТ РК ISO 22000–2006;
- вариант *I (B)* – рапсовое масло, произведенное очищенным, дезодорированным *oil-Del* ТОО «Жайлау», Алматы, Казахстан, сертифицировано в соответствии с ГОСТом ISO 2008 и СТ РК ISO 22000–2006;
- вариант *II (A)* – нерафинированное льняное масло холодного отжима *H.O.P* производства ТОО «Азимут», Костанайская область, сертифицированное согласно СТ ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на нефтепродукты» ТОО 38451596-02–2010;
- вариант *II (B)* – льняное масло производства ТОО «Жарколь-007» холодного отжима нерафинированное «Любимое», Костанайская область, ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на нефтепродукты», сертифицированное по СТ 38451596-02–2010 ТОО.

Определение качественных характеристик масел проводится в соответствии с требованиями ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на нефтепродукты» (с изменениями от 23 апреля 2015 г.). Отбор проб и подготовка жирового сырья ISO 5555–2010 «Жиры и масла животного и растительного происхождения. Отбор проб» и ISO 661–2009 «Жиры и масла животного и растительного происхождения. Подготовка тестового образца». Исследование качественных характеристик рапсового масла (рафинированного дезодорированного) ГОСТ 31759–2012 «Масло рапсовое. Технические характеристики определены на основе нерафинированного льняного масла в соответствии с ГОСТом 34178–2017 «Спреды и растворенные добавки», СТ РК 2645–2015.

Результаты исследования

Рапсовое масло широко применяется в промышленном секторе благодаря своему уникальному составу. Все целебные свойства масла основаны на его главных компонентах – полиненасыщенных жирных кислотах (ω -3, ω -6, ω -9). Более 50 % содержания масла приходится на олеиновую кислоту, до 30 и 13 % на линолевую и альфа-линоленовую кислоты, соответственно. Этот продукт становится самым популярным в Германии, где 80 % населения употребляет его ежедневно. Но его жирнокислотный состав сочетает в себе фракции двух основных кислот: до 40–60 % эруковой, до 10 % экононовой. Рапсовое масло, полученное методом холодного отжима, является высококачественным чистым натуральным продуктом без использования химических веществ (красителей, растворителей, консервантов). Благодаря такой обработке сохраняются ненасыщенные жирные кислоты ω -6, ω -3 и незаменимые витамины [6]. Поэтому для исследования отобраны образцы рафинированного рапсового масла без эруковой кислоты с небольшим количеством глюкозинолата (менее 3 мг/г сухого обезжиренного остатка).

Рапс без эруковой кислоты и с низким содержанием эруковой кислоты является наиболее совместимым по составу жирных кислот и соответствует рекомендациям диетологов по правильному питанию – содержание насыщенных жирных кислот низкое, содержание МСМ высокое и самое главное – *PCMD*, отличный источник ω -3 и ω -6, соотношение ω -6: ω -3 составляет 2:1, что благоприятно для здоровья [7].

Проведены исследования органолептических и физико-химических показателей рапсового масла, которые представлены в табл. 1.

Исследования показывают, что все варианты рапсового масла (*I (A)*, *I (B)*) являются прозрачными на вид, без осадка, запаха, безвкусными, что соответствует требованиям ГОСТа 31759–2012.

Таблица 1

Показатели качества дезодорированного рафинированного рапсового масла

Название индикатора	Значение индикатора	
	Вариант I (А)	Вариант I (В)
Органолептические показатели		
Прозрачность	Прозрачный без осадка	
Запах и вкус	Без запаха, без вкуса	
Физические и химические показатели		
Кислотное число, МГ Кон/Г	0,17	0,29
Массовая доля обезжиренных примесей, %	Нет	Нет
Массовая доля фосфора, мг/кг, не более - стеароолеолецитин, %	15	17
Мыло (проверка качества)	–	–
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,01	0,05
Массовая доля эруковой кислоты к сумме жирных кислот, %	1,8	2
Температура воспламенения экстракционного масла, °С	259	263
Количество перекиси, ммоль активного кислорода/кг	1,4	1,5
Анизидиновое число	2	2

Таблица 2

Показатели качества дезодорированного нерафинированного льняного масла

Название индикатора	Значение показателя	
	Вариант II (А)	Вариант II (В)
Органолептические показатели		
Цвет	Зеленый цвет с золотистым оттенком	
Прозрачность	Прозрачный без осадка	
Запах и вкус	Запах и вкус слабые, характерные для льняного масла, без посторонних запахов и привкуса	
Физические и химические показатели		
Количество йода, Г J2/100	170	172
Цветовое число, мг йода	38	37
Количество перекиси, ммоль O ₂ /	7,1	6,0
Кислотное число, мг Кон/Г	1,6	1,5
Массовая доля обезжиренных примесей, %	0,03	0,04
Массовая доля фосфора, мг/кг, не более - стеароолеолецитин, %;	0,5	0,4
- с учетом P ₂ O ₅	–	–
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,1	0,1
Массовая доля золы, %	0,1	0,1
Температура воспламенения экстракционного масла, °С	254	260
Показатель преломления при 20°С	1,3	1,2
Количество омыления, мг Кон/Г	170	160
Массовая доля веществ, не содержащих мыла, %	0,05	0,04

Льняное масло – важный и незаменимый продукт для здоровья. Регулярное употребление льняного масла нормализует работу

организма и помогает при многих заболеваниях [8–10].

Когда в рецептуру вводится льняное масло, показатель преломления и йод увеличивают-

ся, что объясняется высоким содержанием в нем ненасыщенных жирных кислот. Использование чистого льняного масла в рецептуре масляных спредов можно рассматривать как перспективное направление в области лечебных масляных спредов. Там спреды характеризуются относительно высоким содержанием *PCMD*, особенно полезной жирной кислоты с хорошими сенсорными свойствами (ω -3, С18:3). С другой стороны, при добавлении льняного масла в масляную смесь получается продукт с относительно низкой стойкостью к окислению [11, 12].

Семена льна получают методом холодного прессования (содержание семян до 48 %). Благодаря этой технологии масло сохраняет свои целебные свойства и используется в лечебных целях. Льняное масло может быть от коричневого до золотистого цвета (в зависимости от степени очистки). По биологической ценности льняное масло занимает первое место среди других питательных растительных масел и содержит много полезных для организма веществ (полиненасыщенные кислоты, витамины *F, A, E, B, K*, насыщенные жирные кислоты (10 % состава) [13].

Льняное масло является отличным источником ценных полиненасыщенных жирных кислот ω -3 и ω -6. После попадания в организм ω -3 и ω -6 проникают в клеточную структуру и оказывают положительное влияние на клеточную активность, скорость передачи нервных импульсов [14].

Что касается питательной и физиологической ценности льняного масла, то они в основном определяются содержанием токоферолов, которые варьируются от 50 до 140 мг%. Помимо токоферолов, льняное масло содержит стерины (0,19–0,5 %), каротиноиды (0,2–0,9 %) и фосфолипиды (0,44–0,72 %). Таким образом, оно включает комплекс физиологически ценных ингредиентов и является богатейшим растительным источником ω -3 жирных кислот, которые не синтезируются в организме человека [15].

Проведены исследования органолептических и физико-химических показателей льняного масла, которые представлены в табл. 2.

Важной характеристикой растительного масла является не только его пищевая и биологическая ценности, но и качество и безопасность, которые зависят от многих факторов, связанных с технологическими процессами обработки семян, производства масла, хранения.

При длительном хранении или под воздействием высоких температур в растительных маслах образуется ряд токсичных и канцерогенных веществ, опасных для здоровья человека, которые не устойчивы к окислению. Для предотвращения образования свободных радикалов существует система антиоксидантной защиты, которая представлена веществами с различными механизмами действия на продукты окисления.

Изучение физико-химических свойств исследуемых образцов рапсового масла показывает, что количество кислот в образце *I* (А) составляет 0,17 мг Кон/Г, в образце *I* (В) – 0,29 мг Кон/Г, количество перекиси – 1,4 и 1,5 ммоль активного кислорода/кг, соответственно; содержание эруковой кислоты варьируется в пределах 1,8...2 %, массовая доля нежирных примесей в обоих образцах составляет 15 и 17 %, что свидетельствует о том, что оба образца соответствуют ГОСТу 31759–2012.

Изучение физико-химических свойств образцов льняного масла показывает, что количество йода в образце *II* (А) составляет 170 г J2/100, а в *II* (В) – 172 г J2/100, количество перекиси колеблется от 7,1 до 6 ммоль O2/кг, массовая доля золы составляет 0,1 %. Массовая доля фосфорсодержащих веществ равна 0,5 и 0,4 мг/кг; обезжиренных примесей 0,03 и 0,04 %, соответственно, что свидетельствует о том, что оба образца соответствуют требованиям СТ РК 2645–2015.

Подсолнечное масло широко используется в технических отраслях промышленно-

сти. Одной из составных частей комплекса средств, обеспечивающих эффективную работу металлорежущего оборудования, являются технологические средства смазки и охлаждения (СТМ). Основной задачей СТМ является обеспечение надежной работы режущего инструмента и необходимого качества обрабатываемой поверхности. Это позволяет снижать затраты на техническое обслуживание и замену режущего инструмента, уменьшать количество бракованных материалов и, как следствие, затраты на металлообработку.

Все используемые в настоящее время СТМ можно разделить на воду (*water liquids*) и масло (*oil liquids*) на их основе. К первой группе относятся водные растворы электролитов и поверхностно-активных веществ, масляные эмульсии и присадки; эти жидкости улучшают охлаждающие и снижают смазывающие свойства. Ко второй группе относятся растительные масла, минеральные масла, чистые и с добавками; эти жидкости обладают пониженными охлаждающими и повышающими смазочными свойствами [4].

При выборе базовых минеральных масел, прежде всего, учитываются их физико-химические свойства (вязкость, индекс вязкости, групповой углеродный состав) и их смазочные, антиоксидантные и другие характеристики, влияющие на процесс трения и износ инструмента.

Антифрикционными добавками обычно являются технические растительные масла и жиры (рапсовое масло, свиной жир), жирные кислоты и их сложные эфиры, а также полимерные ненасыщенные жирные кислоты. Их содержание обычно составляет 5–25 %. Из-за их дефицита ведется работа по замене натуральных жировых продуктов синтетическими.

Антивозрастные добавки снижают износ режущего инструмента при возрастающей нагрузке. Из них диалкилфосфиты, а также полимерные жирные кислоты являются наиболее известными в составе масла СТМ.

Концентрация противоизносных присадок в масляных охлаждающих жидкостях обычно составляет 0,5–5 % и зависит от назначения продукта, а также от состава других присадок.

Для черновой обработки используется эмульгатор 2–5 %-ой концентрации *Ilrn*, эмульсии высокой концентрации (12–15 %) применяются для чистовой обработки. Сверление, зенкование и фрезерование выполняются с использованием 5–8 %-ой эмульсии. При резке чугуна и других хрупких материалов СОЖ не используется, так как эффект охлаждающей смазки в этом случае незначителен. При работе твердосплавным инструментом на высоких скоростях в зону резания необходимо подавать обильную и непрерывную струю жидкости, без которой твердосплавная пластина может треснуть.

Адсорбционная смазочная пленка образуется при низких давлениях и температуре. Молекулы поверхностно-активного вещества, содержащиеся в СТМ, адсорбируются слоями на контактирующих поверхностях. Толщина пленки может варьироваться от нескольких до 500 молекулярных слоев. Такая пленка выдерживает высокие нормальные напряжения, но плохо сопротивляется действию касательных напряжений (см. рисунок).

Чем больше сопротивление пограничной пленки нормальным и ниже сопротивление касательным напряжениям, тем ниже коэффициент трения и выше смазывающая способность среды. Молекулы олеиновой кислоты некоторых растительных масел и синтети-

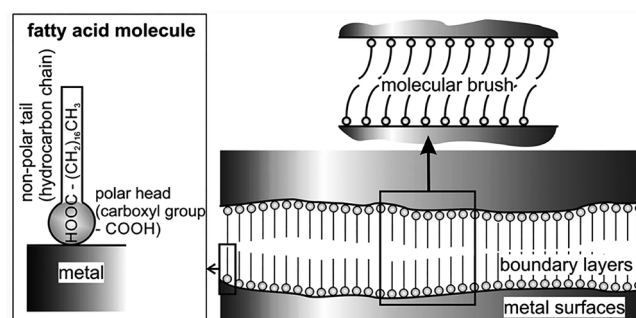


Рисунок. Щетка для очистки молекул жирных кислот от металлических поверхностей

ческих поверхностно-активных веществ в наибольшей степени адсорбируются на поверхности металла. Присутствие влаги и кислорода ускоряет процессы хемосорбции.

Температура играет важную роль в образовании пленок, поскольку при ее повышении рост пленок уменьшается, а скорость образования химических пленок увеличивается. Для операций с высоким тепловыделением более эффективны химические смазочные пленки, образующиеся на контактирующих поверхностях благодаря противоизносным присадкам и присадкам против экстремального давления. В зоне контакта молекулы присадки распадаются с образованием атомов и радикалов, которые вступают в химическую реакцию с металлом, образуя смазочный слой.

Смазывающий эффект СТМ проявляется также в том, что углерод, кислород, сера, фосфор и другие элементы, входящие в их состав, в условиях высоких давлений, напряжений и температур не только вступают в реакцию с поверхностью металла с получением граничных смазочных пленок, но и диффундируют в тончайшие поверхностные слои металлических поверхностей трения, образуя эвтектические сплавы с более низкими коэффициентами трения. В результате облегчаются процессы трения и пластической деформации металла [13].

Присадки для защиты от экстремального давления предотвращают схватывание и износ режущего инструмента при самых высоких температурах и механических нагрузках. Чаще всего это вещества, содержащие серу, хлор и фосфор. В зависимости от условий использования смазочных материалов на масляной основе содержание серы в них колеблется от 0,5–3 % (сульфиды и полусульфиды) до 3–20 % (жиры, богатые серой). Хлорсодержащие добавки для защиты от экстремального давления встречаются реже. Наиболее распространенным из них является хлорированный парафин. Хлорсодержащие добавки в количестве

3–15 % используются при обработке высоколегированных сталей.

Смеси растительных и минеральных масел классифицируются как углеводородные композиции. Более того, первое из этих масел дает хороший эффект при использовании в смесях, хотя они и дороги. Второй намного дешевле, но менее эффективен при использовании в качестве СОЖ.

Кроме того, в состав современного СТМ, помимо основных компонентов, входят также различные добавки, улучшающие определенные свойства. Следует также отметить, что к этим жидкостям предъявляются высокие требования по пожарной и взрывобезопасности, токсичности и способности разлагаться на составляющие их компоненты для утилизации.

С точки зрения гидравлических систем целесообразно разделить все СТМ на две группы. К первой группе относятся жидкости с низкой вязкостью с преобладанием водного компонента, т. е. различные смеси на водной основе (синтетические жидкости) и эмульсии типа «масло в воде». Во вторую группу включаются более вязкие жидкости с преобладанием масляного компонента («вода в масле») и углеводородные соединения.

В случае охлаждающей смазки требования выражаются в необходимости добавления в состав веществ и компаундов, обеспечивающих максимально мягкие условия для режима максимального трения. Для определенных нагрузок эту роль играет непосредственно масло, а в случае синтетических смесей с водой – водорастворимые полимеры. Однако в составе жидкостей для операций средней и тяжелой сложности присутствуют такие компоненты, как сложные эфиры, животные, растительные или синтезированные жиры, а также противоизносные и противозадирные присадки. В то же время не следует забывать о функции охлаждения охлаждающей жидкости, которая становится особенно актуальной с увеличением скоростей резания [5].

Выводы. 1. Важной группой функциональных спредов являются сорта, снижающие уровень холестерина в крови за счет содержания растительных стеролов и станолов – жироподобных веществ, способных уменьшать усвояемость холестерина организмом и стабилизировать его уровень. Их употребление также полезно людям с нормальным уровнем холестерина.

2. Другой заметной группой функциональных спредов являются сорта, содержащие полиненасыщенные жирные кислоты (ω -6 и ω -3), которые улучшают жировой обмен в организме человека, способствуют профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, повышают иммунитет, улучшают зрение и т. д.

3. Функциональные спреды из растительного сырья, в частности рапсового и льняного масел, характеризуются снижением калорийности, диетическими свойствами за счет сбалансированного содержания жирных кислот, уменьшением уровня холестерина и трансизомеров жирных кислот.

4. Изучена возможность использования в качестве добавки в СТМ.

Список литературы

1. Tabakaeva O. V. Functional emulsion products of a new generation // *Fat and oil industry*. 2007. № 3. Pp. 17–18.
2. Surette M. E. The science behind dietary omega-3 fatty acids // *Free PMC article*. 2008. № 178 (2). Pp. 177–180.
3. Kris-Etherton P. M., Harris W. S., Appel L. J. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease // *Circulation*. 2002. № 21. Vol. 106. Pp. 2747–2757.
4. Whelan J., Rust C. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids // *Annu Rev Nutr*. 2006. № 26. Pp. 75–103.
5. Ostrikov A. N., Gorbatova A. V. Optimization of creamy vegetable spreads by fatty acid composition // *Vestnik VGUI*. 2012. № 4. Pp. 71–73.
6. Wee-Sim Choo, John B., Jean-Pierre D. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2007. № 20. Pp. 202–211.

7. Nikitin V. V., Litvinova E. V. Rapeseed oil as a source of PSFA for meat products // *Meat technologies*. 2018. № 8. Pp. 16–18.

8. Ostrikov A. N., Smirnyh A. A., Gorbatova A. V. Comprehensive study of rheological properties of the functional orientation spread // *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2013. № 1 (99). Pp. 93–96.

9. El-Waseif M. A., Hashem H. A., Abd EL-Dayem H. H. Using flaxseed oil to prepare therapeutical fat spreads // *Annal of Agricultural Science*. 2013. № 58 (1). Pp. 5–11.

10. Lisovaya E. V., Viktorova E. P. Nutritional and physiological value of linseed oils of the high-linolenic type // *Technologies of the food and processing industry. Agro-industrial complex-food products*. 2015. № 2. Pp. 65–71.

11. El-Waseif M. A. et al. Using flaxseed oil to prepare therapeutical fat spreads // *Annals of Agricultural Sciences*. 2013. Vol. 58. Iss. 1. Pp. 5–11.

12. Close G. Hou, Ablett G. R., Pauls K. P., Rajcan I. Environmental effects on fatty acid levels in soybean seed oil J. Am // *Oil Chem. Soc*. 2006. № 83 (9). Pp. 759–763.

13. Mostafa R. A., Moharram Y. G. et al. Formulation and characterization of vegetable oil blends rich in omega - 3 fatty acids, Emir // *J. Food Agric*. 2013. № 25 (6). Pp. 426–433.

14. Athira Mohanan, Michael T. et al. Oxidative stability of flaxseed oil: Effect of hydrophilic, hydrophobic and intermediate polarity antioxidants // *Food Chemistry*. 2018. Vol. 266. Pp. 524–533.

15. Beddows C. G., Jagait C., Kelly M. J. Effect of ascorbyl palmitate on the preservation of α -tocopherol in sunflower oil, alone and with herbs and spices // *Food Chemistry*. 2001. № 73 (3). Pp. 255–261.

References

1. Tabakaeva O. V. Functional emulsion products of a new generation. *Fat and oil industry*, 2007, no 3, pp. 17–18.
2. Surette M. E. The science behind dietary omega-3 fatty acids. *Free PMC article*, 2008, no 178 (2), pp. 177–180.
3. Kris-Etherton P. M., Harris W. S., Appel L. J. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 2002, no 21, vol. 106, pp. 2747–2757.

4. Whelan J., Rust C. Innovative dietary sources of n-3 fatty acids. *Annu Rev Nutr.*, 2006, no 26, pp.75–103.

5. Ostrikov A. N., Gorbatoва A. V. Optimization of creamy vegetable spreads by fatty acid composition. *Vestnik VGUIT*, 2012, no 4, pp. 71–73.

6. Wee-Sim Choo, John B., Jean-Pierre D. Physicochemical and quality characteristics of cold-pressed flaxseed oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2007, no 20, pp. 202–211.

7. Nikitin V. V., Litvinova E. V. Rapeseed oil as a source of PSFA for meat products. *Meat technologies*, 2018, no 8, pp. 16–18.

8. Ostrikov A. N., Smirnyh A. A., Gorbatoва A. V. Comprehensive study of rheological properties of the functional orientation spread. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 2013, no 1 (99), pp. 93–96.

9. El-Waseif M. A., Hashem H. A., Abd El-Dayem H. H. Using flaxseed oil to prepare therapeutical fat spreads. *Annal of Agricultural Science*, 2013, no 58 (1), pp. 5–11.

10. Lisovaya E. V., Viktorova E. P. Nutritional and physiological value of linseed oils of the

high-linolenic type. *Technologies of the food and processing industry. Agro-industrial complex-food products*, 2015, no 2, pp. 65–71.

11. El-Waseif M. A. et al. Using flaxseed oil to prepare therapeutical fat spreads. *Annals of Agricultural Sciences*, 2013, vol. 58, iss. 1, pp. 5–11.

12. Close G. Hou, Ablett G. R., Pauls K. P., Rajcan I. Environmental effects on fatty acid levels in soybean seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 2006, no 83 (9), pp. 759–763.

13. Mostafa R. A., Moharram Y. G. et al. Formulation and characterization of vegetable oil blends rich in omega - 3 fatty acids, *Emir. J. Food Agric.*, 2013, no 25 (6), pp. 426–433.

14. Athira Mohanan, Michael T. et al. Oxidative stability of flaxseed oil: Effect of hydrophilic, hydrophobic and intermediate polarity antioxidants. *Food Chemistry*, 2018, vol. 266, pp. 524–533.

15. Beddows C. G., Jagait C., Kelly M. J. Effect of ascorbyl palmitate on the preservation of α -tocopherol in sunflower oil, alone and with herbs and spices. *Food Chemistry*, 2001, no 73 (3), pp. 255–261.

УДК 665.1

Ж. Е. ТУЯКБАЕВА, Н. Е. АЛЬЖАКСИНА, Т. Е. ЕРБОЛАТ, М. С. МАНТАЙ (Астанинский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», г. Нур-Султан, Казахстан); **М. В. КОПЫЛОВ**, канд. техн. наук (Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж)

E-mail: zhanat_tuyakbaeva@mail.ru

Zh. E. Tuyakbaeva, N. E. Alzhaxina, T. E. Yerbolat, M. S. Mantay (Astana branch of «Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry» LLP, Nur-Sultan, Kazakhstan); **M. V. Kopylov** (Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh)

Нанотехнологические особенности оценки текстуры масляных спредов

Nanotechnological features of assessing the texture of oil spreads

В ходе исследований определены качественные показатели сырьевых компонентов полученных спредов (состав жирных кислот, кислотное число, температура плавления), оценены органолептические и текстурные показатели (внешний вид, вкус, запах, консистенция, поверхность среза) с проведением де-

густации. Установлены пропорции ингредиентов жировой смеси, максимально приближающиеся по органолептическим и структурно-механическим характеристикам к сливочному маслу. Самый оптимальный вариант по жирнокислотному составу – пропорции сливочного, льняного и рапсового масел в соотношении 80:12:8. В результате замены молочного жира растительными маслами увеличено содержание полиненасыщенных жирных кислот. Разработанный на базе АФ КазНИИППП сливочно-растительный спред по структурно-механическим и органолептическим показателям близок к сливочному маслу, но имеет сбалансированный состав жирных кислот.

In the course of research, qualitative indicators of raw materials and the resulting spreads were determined (composition of fatty acids, acid number, melting point) and organoleptic and textural indicators (appearance, taste, smell, consistency, cut surface) were evaluated with tasting. The proportions of the ingredients of the fat mixture, as close as possible in organoleptic and structural-mechanical characteristics to butter, have been established. The most optimal option for fatty acid composition was the proportions of butter: linseed: rapeseed oil in the ratio of 80:12:8. As a result of replacing milk fat with vegetable oils, the content of polyunsaturated fatty acids was increased. Developed on the basis of AF KazNIIPPP, the creamy vegetable spread is similar to butter in terms of structural, mechanical and organoleptic characteristics, but has a balanced composition of fatty acids.

Ключевые слова: спред; жирность; сбалансированный; качественные показатели; льняное масло; рапсовое масло; кислотное число; перекисное число.

Keywords: spread; fat content; balanced; quality indicators; linseed oil; rapeseed oil; acid number; peroxide number.

Авторы выражают признательность и благодарность Министерству сельского хозяйства Республики Казахстан за финансовую поддержку проекта «Разработка технологии спредов функционального назначения из растительного сырья» в рамках научно-технической программы МСХ 2021–2023 гг. «Разработка современных технологий производства БАДов, ферментов, заквасок, крахмала, масел и др. в целях обеспечения развития пищевой промышленности» (BR10764977).

Важным направлением в рациональном питании является разработка жировых продуктов сбалансированного жирнокислотного состава, при употреблении которых в ежедневном рационе питания человека наблюдаются улучшение здоровья, а также возможность профилактики многих заболеваний, вызванных недостатком или избытком различных жирных кислот и др. Таким направлением в современном пищевом производстве остается разработка жировых

продуктов с заданными свойствами и сбалансированной жировой фазой, в состав которой должны входить молочный жир, природные растительные жиры и масла, а также современные добавки, способные разнообразить ассортимент молочно-жировых продуктов с учетом сбалансированности по жирнокислотному и витаминному составу современных жировых продуктов или отдельных природных масел и жиров. Продукты со сбалансированным жирнокислот-

ным составом должны характеризоваться не только высокими качественными показателями, но и оказывать поддерживающие, стимулирующие воздействия на важные физиологические процессы в организме человека, а также повышать биологическую ценность и усвояемость масел и жиров [1].

Таким образом, наличие в пищевом рационе эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и жирорастворимых витаминов является одним из элементов здорового питания. В состав ПНЖК входят две группы жирных кислот – ω -3, к которым относятся: α -линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая кислоты, ω -6 – линолевая, γ -линоленовая, арахидоновая кислоты. Недостаток этих жирных кислот приводит к разрушающим изменениям в организме. Жиры или жировые продукты, лишенные этих жирных кислот, являются неполноценными. Патогенное действие оказывает и избыток насыщенных жирных кислот, вызывая гиперхолестеринемия и способствуя развитию атеросклероза. Поэтому содержание в жире насыщенных жирных кислот свыше 23 % оказывает патогенное действие, и их поступление в организм необходимо [2].

Физиологическая потребность для взрослых составляет 8–10 г/сутки ω -6 жирных кислот и 0,8–1,6 г/сутки ω -3 жирных кислот или 5–8 % от калорийности суточного рациона для ω -6 и 1–2 % от калорийности суточного рациона для ω -3. Оптимальное соотношение в суточном рационе ω -6 к ω -3 жирных кислот должно составлять 5–10:1. Физиологическая потребность в ω -6 и ω -3 жирных кислотах – 4–9 % и 0,8–1 % от калорийности суточного рациона для детей от 1 года до 14 лет и 5–8 %; 1–2 % для детей от 14 до 18 лет, соответственно. Они оказывают значительное влияние на регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы и насыщение тканей кислородом, а также антиаритмическое действие, регулируют содержание липопротеинов, триглицеридов и специфических белков липопротеинов. Также контролируют регуляцию кровяного

давления, баланс свертывания крови и стабильность сосудов. При отсутствии важных кислот возникают тяжелые заболевания и прекращается рост организма [3, 4].

В настоящее время из-за изменений в выборе продуктов питания и методов обработки пищевых продуктов эти пропорции изменяются и составляют целых 20:1, следовательно, гораздо сложнее удовлетворять потребность организма в жирных кислотах омега-3. Именно поэтому создание продукта с сбалансированным жирнокислотным составом считается важным направлением в создании функционального продукта, чтобы восполнять эту пропорцию в рационе человека [5, 6]

Объект исследования – спред сливочно-растительный « ω -баланс», разработанный на базе Астанинского филиала Казахского научно-исследовательского института перерабатывающей и пищевой промышленности в рамках проекта «Разработка технологии спредов функционального назначения из растительного сырья». Сырьем служат сливочное масло, купаж растительных масел (льняного, рапсового), обезжиренное сухое молоко, витамины А и Е, соль, вода, эмульгатор. Рецепттура сливочно-растительного спреда « ω -баланс» указана в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура сливочно-растительного спреда « ω -баланс»

Наименование компонентов	Расход сырья, г (спред 72,5 % жирности)
Сливочное масло	850
Купаж масел (рапс/лен)	108,58
Вода	9,9
Молоко обезжиренное восстановленное	29,05
Эмульгатор	3
Лимонная кислота	0,3
Соль	3
Витамин А	0,01
Витамин Е	0,16
Выход продукта	1000

Определение кислотного числа молочного жира проводится согласно ГОСТу

Таблица 2

Физико-химическая характеристика сливочного масла 82,5 % жирности

Наименование сливочного масла	Сладко-сливочное масло 82 %
Цвет при 15...20 °С	Слегка желтый
Запах	Без запаха
Вкус	Сливочный вкус
Температура плавления, °С	31±1
Твердость при 15 °С, г/см	118±10
Массовая доля жира, не менее %	83±0,4
Титруемая кислотность молочной плазмы, °Т	24,86
Массовая доля влаги, не более	15,34

Таблица 3

Жирно-кислотный состав сливочного масла

Жирные кислоты	Жирно-кислотный состав молочного жира по ГОСТу 32261–2013	Содержание, г/100 г
Насыщенные		
Масляная	2,4–4,2	3,3
Капроновая	1,5–3,0	2,1
Каприловая	1,0–2,0	1,3
Каприновая	2,0–3,8	2,8
Лауриновая	2,0–4,4	3,1
Миристиновая	8,0–13,0	10,5
Миристолеиновая	0,6–1,5	0,8
Пальмитиновая	21,0–33,0	30,5
Стеариновая	8,0–13,5	13,3
Мононенасыщенные		
Олеиновая	20,0–32,0	26,4
Полиненасыщенные		
Линолевая	2,2–5,5	3,5
Трансизомеры жирных кислот	–	3,2

Р 50457; перекисного числа молочного жира – по ГОСТам Р 51453 или Р 51487; физических и органолептических показателей – по ГОСТу 32261–2013.

Согласно вышеуказанной рецептуре, готовится водно-молочная фаза, смешиваются все водорастворимые компоненты. Для этого в смеситель подается необходимое

количество воды, нагретой до 40...45 °С. В этот смеситель добавляются лимонная кислота при постоянном перемешивании, а также остальные компоненты: солевой раствор, обезжиренное молоко с температурой 40...45 °С. После перемешивания полученная смесь пастеризуется при 80...85 °С 15 минут и затем охлаждается до 40...45 °С. Для получения эмульсии смесь обратно дозируется в смеситель.

Для приготовления жировой фазы сначала масло освобождают от тары или упаковки, и снимают наружный слой. После зачистки оно разрезается на куски не более 200–400 г, которые отправляются в смесительный котел на подготовленную жировую смесь с температурой не выше 40 °С. Дозирование компонентов проводится объемным или весовым методом.

Для эмульгирования все водорастворимые и жирорастворимые компоненты перемешиваются в смесителе с частотой 80–100 об/мин. Далее смесь подают в маслообразователь, где температура жировой дисперсии снижается до 22...23 °С, и происходит обращение фаз. В следующей температурной зоне 12...16 °С осуществляется массовая кристаллизация глицеридов. Число оборотов в маслообразователе составляет 150–180 об/мин. Полученные образцы спреда фасуют в прозрачную полипропиленовую тару со съемной крышкой вместимостью 200 г, размером 10×8×4 см. Спред сразу после фасовки охлаждают до температуры 6±1 °С и выдерживают 24 ч. Затем продукт направляют на хранение.

Анализ физико-химических показателей рапсового и льняного масел проведен в аккредитованной испытательной лаборатории ТОО «Нутритест».

Результаты исследований

Физико-химический анализ сливочного масла проведен на базе Казахского научно-исследовательского института перерабатывающей и пищевой промышленности. Полученные результаты указаны в табл. 2, 3.

Анализ табл. 2 показывает, что по органолептическим показателям масло имеет сливочный вкус и запах, по цвету слегка желтое. Массовая доля жира 83 %, титруемая кислотность по Тернеру 24,86, что соответствует ГОСТу 32261–2013 «Масло сливочное. Технические условия», где допускается кислотность до 26, массовая доля влаги 15,34.

Анализ табл. 3 показывает, что в сливочном масле содержится много насыщенных жиров, общее содержание до 60 г, и недостаточное количество полиненасыщенных жирных кислот 3,5 г сравнительно с растительными маслами. В молочном жире содержание полиненасыщенных жирных кислот составляет 35,5 г, тогда как в растительных маслах (например, льняном и рапсовом) – до 60 %. Содержание жирных кислот в молочном жире зависит от сезона, кормов, породы животных и др.

Полученный сливочно-растительный спред разработан в соответствии с ГОСТом 34178–2017. Органолептические и физико-химические его показатели приведены в табл. 4.

Анализ табл. 4 показывает, что по органолептическим показателям спред соответствует всем заявленным характеристикам, указанным в ГОСТе. Имеет сливочный вкус и запах, так как сливочное масло преобладает в составе спреда. По цвету как сливочное масло, равномерно распределенный, однородный цвет. Перекисное число и кислотность соответствуют ГОСТу.

Жирнокислотные составы полученного спреда и сливочного масла приведены в табл. 5. Газохроматографические методы определения жирно-кислотного состава растительных масел и животных жиров устанавливаются ГОСТами 30418–96 «Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава» и Р 51483–99 «Масла растительные и жиры животные».

Анализ табл. 5 показывает, что жирность спреда уменьшается до 72 %, холестерин снижается в два раза. Полиненасыщенные

Таблица 4

Органолептические и физико-химические показатели полученного спреда

Наименование показателя	Спред 72,5 % жирности
Вкус и запах	Чистый, сливочный привкус и запах
Консистенция и внешний вид при 12 ± 2 °С	Поверхность среза блестящая и сухая на вид. Легкоплавкая, однородная, пластичная, плотная
Цвет	Светло-желтый
Массовая доля жира, %	72,50±0,05
Твердость, г/см	63±3
Массовая доля молочного жира, %	51±0,03
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	15,70±0,01
Кислотность, °К	2,1±0,1
Перекисное число жира, ммоль активного кислорода/кг	2,8±0,1

Таблица 5

Жирнокислотный состав получаемого спреда и сливочного масла

Показатели	Содержание, г/100г	
	Спред	Сливочное масло
Жиры	72,5	82,5
Холестерин	0,09	0,18
Насыщенные жирные кислоты	34,46	61,4
Мононенасыщенные жирные кислоты	28,06	34,1
Полиненасыщенные жирные кислоты	8,48	4,4
Трансизомеры жирных кислот	1,6	3,2
Фосфолипиды	1,4	0,12

кислоты увеличиваются в два раза и достигают 8,48 г. Уровень трансизомеров жирных кислот снижается до 1,6 г, что связано с уменьшением молочного жира в составе, фосфолипиды увеличиваются с добавлением растительных жиров.

Для оценки органолептических и структурно-механических показателей проводится дегустация разрабатываемого спреда на базе АФ КазНИИППП и производится опрос по 10-бальной шкале (см. табл. 6).

Анализ дегустации 10 образцов показывает следующие результаты, все образцы обладают сливочным вкусом, присущим сливочно-растительному спреду. Некоторые из них имеют легкий запах льняного или рапсового масла, а один из образцов отличается неприятным прогорклым привкусом. Спред в составе с льняным и рапсовым маслами в соотношении 12:8 оказывается очень приятным по вкусу, цвету, консистенции, поверхности среза и получает самую высокую оценку (38 баллов). А льняное масло и рапсовое в соотношении 0:20 получают самый низкий бал (28) из-за резкого вкуса, преобладающего рапсового масла.

Обсуждение результатов исследований

Самый высокий уровень омега-3 наблюдается у льняного масла и составляет 59,67 %, а у рапсового масла – 13,13 %. Количество омега-6 или линолевой кислоты в рапсовом масле выше, чем в льняном и составляет 14,812 и 9,7 %, соответственно. Именно по этим показателям эти масла выбраны в качестве сырья для получения спреда сбалансированного состава. Самое большое количество насыщенных жиров показывает сливочное масло, среди которых самый опасный – это пальмитиновая кислота, ее содержание в сливочном масле достигает 30,5 %, в рапсовом 4,63 %, в льняном 4,8 %. Высокое содержание пальмитиновой кислоты ускоряет процессы старения человека и считается опасными для здоровья [7, 8]. По физико-химическим показателям все масла имеют допустимую норму по кислотности, кислотным числам и перекисному числу.

Жировая фаза разрабатываемого спреда на основе рапсового и льняного масел имеет следующий состав: насыщенные жирные кислоты 34,46 %, мононенасыщенные 28,06 %, полиненасыщенные 8,48 %, трансизомер-

ры 1,6 %. Жирнокислотный состав получаемого спреда «w-баланс» отличается повышенным содержанием ПНЖК по сравнению со сливочным маслом, причем их количество превышает почти в два раза. Соотношение полиненасыщенных жирных кислот омега-3 и омега-6 составляет (1:5)–(1:6), что является идеальным для сбалансированного состава. Более того, разработанная рецептура данного спреда имеет в составе трансизомеры только природного происхождения, количество по сравнению со сливочным маслом в два раза меньше, холестерин также показывает такую картину.

Однако, интересным является также тот факт, что смесь спреда может использоваться не только в пищевой промышленности, но и в виде смазочно-охлаждающей жидкости, благодаря большому количеству насыщенных жиров и эфирных соединений.

Масляные смазочно-охлаждающие жидкости состоят из базового минерального масла, к которому могут быть добавлены антифрикционные, антиизнашивающие и антизадирные присадки, ингибиторы коррозии, антиоксиданты и антитуманные присадки.

Антифрикционными присадками являются обсуждаемые выше технические растительные масла и жиры (рапсовое масло, жир), жирные кислоты и их эфиры, а также полимерные ненасыщенные жирные кислоты. Их содержание составляет 5–25 %.

Антивозрастные присадки уменьшают износ режущего инструмента при увеличении нагрузки. Наиболее известны в составе масляных СОЖ диалкилфосфит, а также серосодержащие жиры и полимерные жирные кислоты.

Концентрация противоизносных присадок у масляных СОЖ обычно 0,5–5 %, зависит от назначения продукта, а также состава других присадок.

Антизадирные присадки предотвращают схватывание и изнашивание режущего инструмента при наиболее тяжелых температурных и механических нагрузках. Чаще всего это вещества, которые содержат серу,

Таблица 6

Органолептические показатели спреда

Оценка	Внешний вид	Вкус	Запах	Консистенция	Поверхность среза
10	Светложелтый, однородный по всей массе	Сладкосливочный	Сладкосливочный	Пластичная, однородная и мягкая	Блестящая
9	Светло-желтый с белыми вкраплениями	Сладкосливочный с легким специфическим привкусом	Сладкосливочный с легким ароматом рапсового и льняного масел	Пластичная, с небольшими вкраплениями, мягкая	Слабоблестящая
8	Желтый однородный по всей массе	Сладкосливочный со специфическим привкусом	Сладкосливочный с ярко выраженным ароматом рапсового и льняного масел	Пластичная однородная с вкраплениями мягкая	Слабоблестящая, сухая на вид
7	Желтый, неоднородный по всей массе с белыми вкраплениями	Сладкосливочный с выраженным специфическим привкусом	Сладкосливочный с посторонними запахами	Пластичная неоднородная, мягкая	Слабоблестящая с неровностями
6	Желтый, неоднородный по всей массе с светложелтыми вкраплениями	Кислосливочный	Кислосливочный с легким ароматом рапсового и льняного масел	Пластичная неоднородная, с твердыми участками	Блестящая с неровностями
5	Желтый, неоднородный по всей массе с темножелтыми вкраплениями	Кислосливочный с легким специфическим привкусом	Кислосливочный с легким специфическим ароматом	Пластичная неоднородная, твердая	Слабоблестящая с капельками воды
4	Темно-желтый, однородный по всей массе	Кислосливочный со специфическим привкусом	Кислосливочный со специфическим ароматом	Непластичная, однородная мягкая	Неблестящая
3	Темно-желтый, неоднородный по всей массе	Кислосливочный, с ярко выраженным специфическим привкусом	Кислосливочный, с ярко выраженным специфическим ароматом	Непластичная, с небольшими вкраплениями мягкая	Неблестящая, неоднородная
2	Коричневый, однородный по всей массе	Кислый	Кислый	Непластичная, неоднородная, мягкая	Неблестящая с неровностями
1	Коричневый, неоднородный по всей массе	Кислый, со специфическим привкусом	Кислый со специфическим ароматом	Непластичная, неоднородная, твердая	Неблестящая с капельками воды

хлор, фосфор. В зависимости от условий применения масляных СОЖ, содержание в них серы составляет от 0,5–3 % (сульфидов и полусульфидов) до 3–20 % (серосодержащих жиров).

Недостатками масляных СОЖ являются сравнительно низкие охлаждающие свойства и термическая стабильность, пожароопасность, повышенная испаряемость и высокая стоимость.

Смазывающее действие СОЖ проявляется преимущественно в зоне контакта резца и стружки, а также резца и заготовки. Оно обусловлено свойством СОЖ вступать в физическое, химическое и физико-химическое взаимодействие с активированными поверхностями контактной зоны и образовывать на них гидродинамические, физические (адсорбционные) и химические смазочные пленки.

В зависимости от условий резки эти пленки могут образовываться порознь или одно-

временно. Физические и химические смазочные пленки принято называть предельными. Их толщина составляет от десятков до сотен ангстрем. Сопротивление сдвигу у них выше, чем у гидродинамических пленок. В случае образования при резке металлов гидродинамических масляных пленок, например, обработке меди на низких скоростях, трущиеся поверхности разделены слоем СОЖ в несколько микрон и больше. Вязкость СОЖ имеет преимущественное значение и должна быть оптимальной.

Иногда вязкость может быть компенсирована серно-, хлор- или фосфорсодержащими присадками.

Смазываемое действие СОЖ проявляется еще и в том, что углерод, кислород, сера, фосфор и другие элементы, входящие в состав СОЖ, в условиях высоких давлений, напряжений и температур не только реагируют с поверхностью металла с образованием граничной смазочной пленки, но и диффундируют в тончайшие поверхностные слои металлических трущихся поверхностей, образуя эвтектические сплавы с более низкими коэффициентами трения. В результате этого облегчаются процессы трения и пластической деформации металла.

Активные масляные СОЖ в основном используют при силовой резке труднообрабатываемых материалов и, особенно, когда процесс стружкообразования сопровождается появлением нароста. Однако из-за высокой активности серосодержащих присадок, входящих в их состав, эти СОЖ могут повлечь снижение устойчивости инструмента.

Выводы. 1. Исследованы жирнокислотные и физико-химические характеристики сырья (сливочного, льняного и рапсового масел) для получения спреда. Самый высокий уровень омега-3 наблюдается у льняного масла и омега-6 у рапсового масла. Именно по этим показателям эти масла выбраны в качестве сырья для получения спреда, сбалансированного состава. Очень большое количество насыщенных жиров

показывает сливочное масло, среди которых самый опасный – это пальмитиновая кислота, его содержание в сливочном масле высокое. Поэтому считается, что животный жир стоит ограничивать людям с сердечно-сосудистыми заболеваниями [9, 10].

2. Разрабатываемый спред на базе АФ ТОО «КазНИИППП» отличается меньшим количеством насыщенных жиров, сбалансированным составом омега-3 и омега-6 по сравнению со сливочным маслом и рекомендуется употреблять как функциональный диетический продукт.

3. Получены опытные партии спредов, проведена их дегустация, в результате которой установлено, что представленные образцы спредов соответствуют цвету, вкусу и запаху, свойственному компонентам, входящим в их состав. В целом, экспертами даны высокие оценки органолептическим показателям качества спреда и рекомендованы образцы для производства.

4. Смесь спреда может использоваться не только в пищевой промышленности, но и в виде смазочно-охлаждающей жидкости, благодаря большому количеству насыщенных жиров и эфирных соединений.

Список литературы

1. Patel A., Desai S. S., Mane V. K. et. al. Futuristic food fortification with a balanced ratio of dietary ω -3/ ω -6 omega fatty acids for the prevention of lifestyle diseases Trends // Food Science & Technology. 2022. Vol. 120. Pp. 140–153
2. Kulvinder K. K. et al. Synthesis and Functional Significance of Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA's) in Body // Acta Scientific/Nutritional Health 2.4. 2018. Pp. 43–50.
3. Макьюэн Б. Дж., Морел-Копп М. К., Чен В., Тофлер Г. Х., Уорд С. М. Влияние омега-3 полиненасыщенных жирных кислот на функцию тромбоцитов у здоровых субъектов и субъектов с сердечно-сосудистыми заболеваниями // Семинар Тромб Гемост. 2013. № 39 (1). Pp. 25–32.
4. Gajos G., Zalewski J., Rostoff P. et. al. Reduced thrombin formation and altered fibrin clot properties induced by polyunsaturated omega-3

fatty acids on top of dual antiplatelet therapy in patients undergoing percutaneous coronary intervention (OMEGA-PCI clot) // *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2011. № 31 (7). Pp. 1696–1702.

5. EFSA Panel on Dietetic Products and Nutrition and Allergies. Scientific opinion on the tolerable upper intake level of eicosapentaenoic acid (EPA) docosahexaenoic acid (DHA), and docosapentaenoic acid(DPA) // *EFSA Journal.* 2012. № 10. 2815 p.

6. Arterburn L. M., Hall E. B., Oken H. Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans // *Am J Clin Nutr.* 2006. № 83 (6). Pp. 1467–1476.

7. Ghezzal S., Graziela P. B., Quevrain E. et. al. Palmitic acid damages gut epithelium integrity and initiates inflammatory cytokine production // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids.* Vol. 1865. Iss. 2. 2020. 158 p.

8. Bhardwaj K. et al. Significance of ratio of omega-3 and omega-6 in human health with special reference to flaxseed oil // *Int. J. Biol. Chem.* 10.1. 2016.

9. Zhan Ye, Yong-Jiang Xu, Yuanfa Liu Influences of dietary oils and fats, and the accompanied minor content of components on the gut microbiota and gut inflammation: A review, Trends // *Food Science & Technology.* 2021. Vol. 113. Pp. 255–276.

10. Borow K. M., Mason R. P., Krishnaswami V. Eicosapentaenoic acid as a potential therapeutic approach to reduce cardiovascular risk in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: a review. *Cardiorenal medicine.* 8.1. 2018. Pp. 18–30.

References

1. Patel A., Desai S. S., Mane V. K. et. al. Futuristic food fortification with a balanced ratio of dietary ω -3/ ω -6 omega fatty acids for the prevention of lifestyle diseases Trends. *Food Science & Technology,* 2022, vol. 120, pp. 140–153.

2. Kulvinder K. K. et al. Synthesis and Functional Significance of Poly Unsaturated Fatty Acids

(PUFA's) in Body. *Acta Scientific/ Nutritional Health* 2.4, 2018, pp. 43–50.

3. McEwen B. J., Morel-Kopp M. C., Tofler G. H., Ward C. M. The effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids on fibrin and thrombin generation in healthy subjects and subjects with cardiovascular disease. *Semin Thromb Hemost,* 2013, no 39 (1), pp. 25–32.

4. Gajos G., Zalewski J., Rostoff P. et. al. Reduced thrombin formation and altered fibrin clot properties induced by polyunsaturated omega-3 fatty acids on top of dual antiplatelet therapy in patients undergoing percutaneous coronary intervention (OMEGA-PCI clot). *Arterioscler Thromb Vasc Biol,* 2011, no 31 (7), pp. 1696–1702.

5. EFSA Panel on Dietetic Products and Nutrition and Allergies. Scientific opinion on the tolerable upper intake level of eicosapentaenoic acid (EPA) docosahexaenoic acid (DHA), and docosapentaenoic acid(DPA). *EFSA Journal,* 2012, no 10, 2815 p.

6. Arterburn L. M., Hall E. B., Oken H. Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr,* 2006, no 83 (6), pp. 1467–1476.

7. Ghezzal S., Graziela P. B., Quevrain E. et. al. Palmitic acid damages gut epithelium integrity and initiates inflammatory cytokine production. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids,* vol. 1865, iss. 2, 2020, 158 p.

8. Bhardwaj K. et al. Significance of ratio of omega-3 and omega-6 in human health with special reference to flaxseed oil. *Int. J. Biol. Chem.* 10.1, 2016.

9. Zhan Ye, Yong-Jiang Xu, Yuanfa Liu Influences of dietary oils and fats, and the accompanied minor content of components on the gut microbiota and gut inflammation: A review, Trends. *Food Science & Technology,* 2021, vol. 113, pp. 255–276.

10. Borow K. M., Mason R. P., Krishnaswami V. Eicosapentaenoic acid as a potential therapeutic approach to reduce cardiovascular risk in patients with end-stage renal disease on hemodialysis: a review. *Cardiorenal medicine.* 8.1, 2018, pp. 18–30.

УДК 664.8.055

А. У. ШИНГИСОВ, д-р техн. наук; **Р. С. АЛИБЕКОВ**, канд. хим. наук; **Э. А. ГАБРИЛЬЯНЦ**, PhD; **У. У. ТАСТЕМИРОВА** (Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Республика Казахстан); **Э. У. МАЙЛЫБАЕВА**, PhD (Таразский Региональный университет им. М. Х. Дулати, г. Таразе, Республика Казахстан)

E-mail: azret_utebai@mail.ru

A. U. Shingisov, **R. S. Alibekov**, **E. A. Gabrilyants**; **U. U. Tastemirova** (M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Republic of Kazakhstan); **E. U. Mailybayeva** (M. H. Dulati Taraz Regional University, Taraz, Republic of Kazakhstan)

Исследование биоактивных веществ в разных сортах ягод малины, винограда и черешни

Research of bioactive substances in different varieties of raspberries, grapes and cherries

Проведено исследование с целью изучения и сравнения биологически активных соединений, таких как содержание фенольных соединений и флавоноидов в разных сортах ягод малины, винограда и черешни. Физико-химические свойства ягод варьируются в зависимости от сорта, местоположения роста, условия окружающей среды и времени сбора урожая, поэтому состав ягод отличался друг от друга. Показана возможность использования масел в качестве присадки в СОЖ.

A research is conducted to study and compare biologically active compounds such as the content of phenolic compounds and flavonoids in different varieties of raspberries, grapes and cherries. The physico-chemical properties of berries vary depending on the variety, the location of growth, environmental conditions and harvest time, so the composition of the berries differed from each other. The possibility of using oils as an additive in coolant is shown.

Ключевые слова: ягоды; малина; черешня; виноград; фенольные соединения; флавоноиды; биологически активные соединения.

Keywords: berries; raspberries; cherries; grapes; phenolic compounds; flavonoids; biologically active compounds.

Авторы выражают признательность за финансовую поддержку проекта «Разработка технологии переработки перспективных сортов плодовых, ягодных культур и винограда отечественной селекции с целью получения биологически активных веществ и плодово-ягодных порошков для использования в пищевой промышленности» в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (BR10764977).

Ягоды и фрукты потребляются во всем мире из-за их многочисленных преиму-

ществ для здоровья. Ягоды считаются важным источником биоактивных соединений

и представляют собой разнообразную группу соединений, которую можно разделить на различные классы. Четыре основных класса полифенолов – это флавоноиды, лигнаны, фенольные кислоты и стильбены, а также антоцианы [1, 2].

Витамины и минералы являются биологически активными соединениями, которые выполняют антиоксидантную функцию. Аскорбиновая кислота играет важную роль для функционирования иммунной системы, нейтрализующей негативное воздействие внешних факторов среды, поскольку витамин С является активным участником окислительно-восстановительных реакций в клетке организма [3]. Эти соединения представляют большой интерес для пищевой индустрии из-за возможности использования и извлечения полифенольных соединений в качестве биологически активных веществ (БАВ) [4–6].

Эти соединения отвечают за различные полезные свойства ягод для здоровья, такие как профилактика развития сахарного диабета, ожирения, остеоартрита, воспалительных заболеваний, сердечно-сосудистых заболеваний, обладают нейропротекторными, антиканцерогенными свойствами или оказывают защитные эффекты на иммунную систему, нервную систему и снижают риск возникновения рака [4, 7–10].

В данной работе произведен сравнительный анализ ягод малины, черешни и винограда с целью обогащения состава пищевых продуктов, которые являются важным источником биоактивных полифенольных соединений.

Отобраны сорта ягод, отличающиеся по урожайности, скороплодности, пищевой ценности, которые представляют собой комплекс биологически активных веществ: малина сортов Арай, Анар, Салем, черешня сортов Айгерим, Лязат, Мерей и виноград Акжайық, Бақытнур и Мерейтой, казахстанской селекции. В ходе исследования определены физико-химические показатели по стандартным методикам.

Содержание растворимых сухих веществ определяется рефрактометрическим методом, сумма сахаров – йодометрическим методом. Сахарно-кислотный индекс плодов – отношением сахара к кислоте. Титруемая кислотность – методом потенциометрического титрования. Сумма фенольных соединений изучается колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Дениса, общее содержание флавоноидов – спектрофотометрически.

Результаты и обсуждения

Фенолы представляют собой группу гидроксильированных молекул, собранных в разные типы структур с общим ароматическим кольцом. В настоящее время известно около 8000 различных структур растительных фенолов [11, 12].

В силу своей несущей физиологической активности в организме растворимые фенольные соединения представляют наибольший интерес для человека. К таким соединениям относятся простые фенолы, оксикоричные кислоты, кумарины и флавоноиды.

К важным физиологическим функциям флавоноидов относятся повышение эластичности капилляров, профилактика развития склеротических заболеваний, а также противоотечное действие при травмах [9].

На рис. 1 представлены содержание сухих веществ, сумма сахаров, титруемая кислотность и сахарокислотный индекс различных сортов малины, черешни и винограда.

Важными компонентами химического состава ягод являются сухие вещества. Ягоды малины содержат от 65 до 67 % сухих веществ, в черешни их от 13 до 14,2 %, винограде от 18 до 20 %. Ягоды малины и черешни схожи по сумме сахаров 10–11,5 и 10,5–11,4 %, соответственно, а ягоды винограда от 17 до 19 %.

Основной долей сухих веществ в ягодных культурах являются моносахара, такие как глюкоза и фруктоза. К одной из главных качественных характеристик относится показатель отношения сахара к кислоте (сахар-

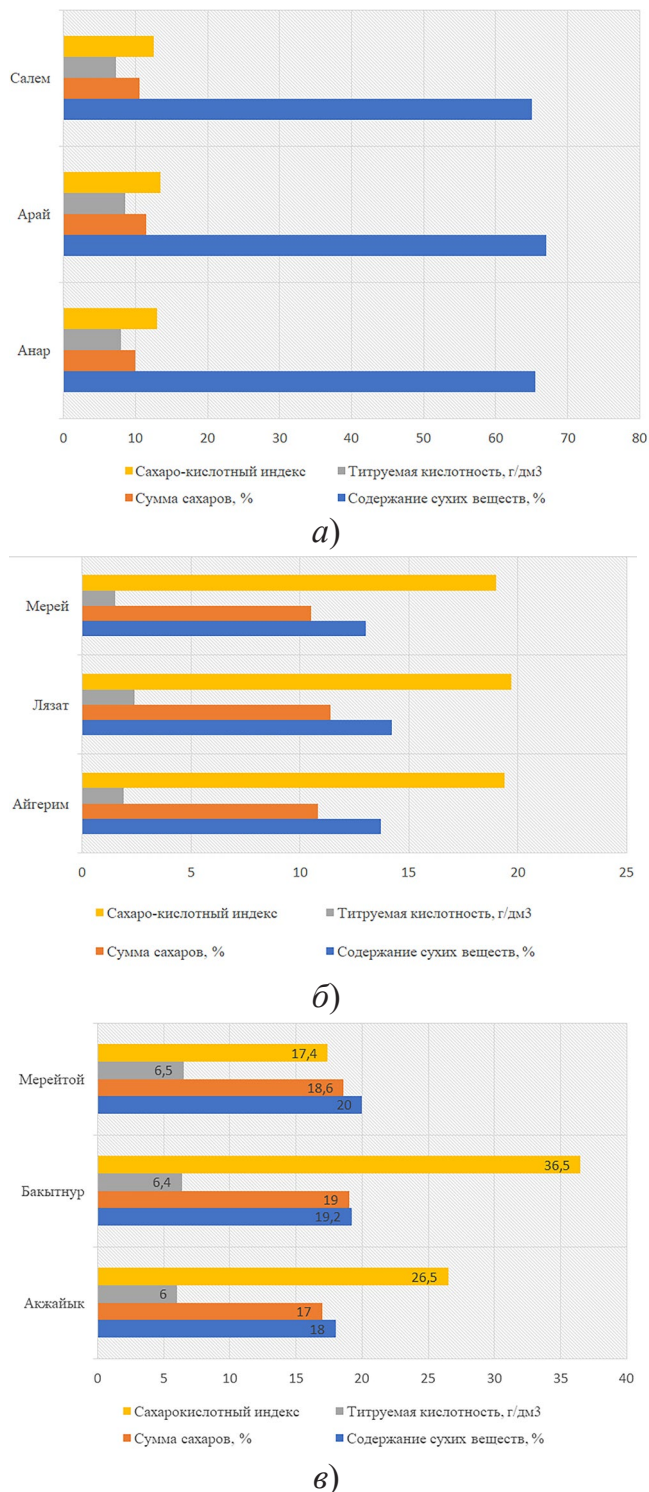


Рис. 1. Физико-химические показатели различных сортов малины (а), черешни (б) и винограда (в)

но-кислотный индекс), определяющий вкус ягод.

В норме показатель отношения сахара к кислоте должен быть выше 7 единиц и варьироваться в зависимости от сорта и зрелости ягод, а также состояния почвы и условий климата [10].

Выявлено, что все изучаемые сорта ягод малины и черешни имеют различный сахарно-кислотный индекс. Так, у сортов малины сахарокислотный индекс составляет 12,5–13,5 %, тогда как у сортов черешни 19–19,7 %. Для винограда оптимальным показателем является сахарокислотный индекс выше 18–20 единиц [13]. В ходе исследований также проведен сравнительный анализ трех сортов винограда. Так, у сорта Бакытнур сахарокислотный индекс составляет наибольшей показатель (36,4) по сравнению с сортами Мерейтой (32,5) и Акжайык (26,5). Соответственно, виноград сорта Бакытнур имеет высокие вкусовые показатели.

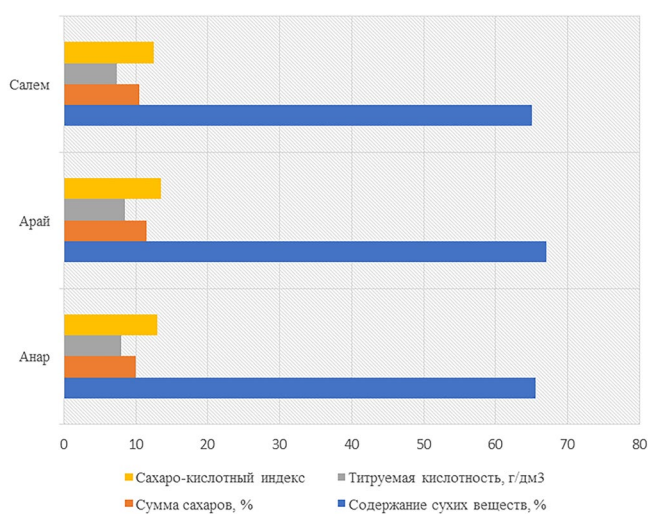
Фенольные соединения, несомненно, являются наиболее известными вторичными метаболитами, они способны удалять свободные радикалы, а также обеспечивать другие преимущества бензольного кольца [14, 15].

Фенольные соединения выполняют широкий спектр биологических и физиологических функций противоаллергического, противовоспалительного, антимикробного и антиоксидантного действий.

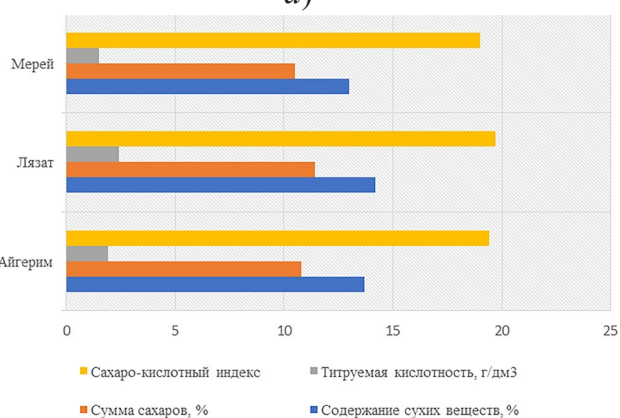
Изменчивость и точное содержание тех или иных фенольных соединений выбранных ягод зависит от многих факторов, таких как генетические качества, условия выращивания, стадии созревания, спелости, сроки и условия хранения [16–18].

На рис. 2 представлены общее содержание флавоноидов в пересчете на катехин и фенольных соединений галловой кислоты разных сортов ягод малины, винограда и черешни.

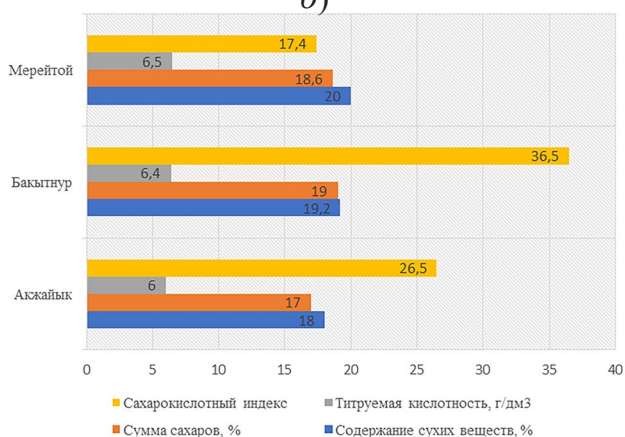
Анализ состава малины на содержание флавоноидов показывает, что в рассматриваемых сортах они между собой отличаются незначительно, в среднем составляет 180 мг(катехин)/100 г сырья. Что касается фенольных веществ, то содержание их в исследуемых сортах малины следующее: Салем самое наименьшее 855, Анар 860, Арай наибольшее 870 мг (галловой кислоты)/100 г сырья.



а)



б)



в)

Рис. 2. Содержание флавоноидов и фенольных веществ в различных сортах малины (а), черешни (б) и винограда (в)

Черешня содержит большое количество фенольных соединений, особенно антоцианов, которые положительно влияют на здоровье. Исследования подтверждают противоопухолевую и противовоспалительную способности и нейропротекторные свойства [19].

Рис. 2, б показывает, что среди анализируемых сортов черешни наибольшее количество флавоноидов содержит сорт черешни Лязат. В сорте Мерей их содержание на 0,69 % меньше чем в сорте Лязат, по сравнению с сортом Айгерим на 4,51 % больше.

В исследованных сортах черешни наибольшее количество содержания фенольных веществ оказывается в сорте Лязат. В остальных сортах черешни содержание фенольных веществ отличается незначительно 2,14–2,25 % по сравнению с сортом Лязат.

Виноград является богатым источником биологически активных соединений [20]. Основными фенольными соединениями в ягодах винограда являются гидроксикоричные кислоты, стильбены, флавоноиды, включая антоцианы и проантоцианидины [21]. Флавоноиды, содержащиеся в винограде, играют важную роль в защите от сердечно-сосудистых заболеваний [22].

В составе сорта Бакытнур содержание флавоноидов и фенольных соединений больше, чем в сортах Акжайык и Мерейтой, в среднем на 0,91 % т. е. исследуемые сорта винограда по содержанию катехина и галловой кислоты незначительно отличаются между собой (см. рис. 2, в).

Использование БАВ ягод для улучшения обрабатываемости сталей

Первым, кто отмечает повышение обрабатываемости пластических нетермоупрочненных сталей холодной предварительной деформацией (ХПД) является Я. Г. Усачев.

Теоретические основы исследования показывают, что в зоне низких и средних скоростей резания, характерных для обработки сложным инструментом из быстрорежущей стали (протягивания, нарезания резьбы, долбления и т. п), факторами сильного влияния на обрабатываемость аустенитных сталей является предварительная обработка последних холодным пластическим деформированием и введение в зону резания растительных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). Несколько слабее действует на

процесс и скорость резки, другие факторы, в том числе передний угол почти не влияет на обрабатываемость в диапазоне исследуемых факторов.

Роль предварительного холодного пластического деформирования заключается в том, что при проведении процесса выполняется часть работы, которую должна выполнять обработка резанием недеформированной аустенитной стали. Использование среды растительного происхождения улучшает контактные процессы на передней поверхности инструмента. Итак, в результате получаем двойной положительный эффект: со стороны зоны стружкообразования через предыдущее объемное холодное пластическое деформирование, а со стороны контактной зоны – через эффективную экологически чистую растительную среду.

Теоретические исследования являются основой математической модели повышения обрабатываемости аустенитных сталей, интенсифицированных ХПД и действием СОЖ на растительной основе с добавлением БАВ на основе ягод.

В анализе используются образцы из следующих марок аустенитных сталей: 08X18H10 (AISI 304); 12X15Г9НД (AISI 201); 110Г13Л (A128) и контрольной нержавеющей стали ферритного класса 40X13 (AISI 420). Холодное деформирование с деформациями образцов до 90 % осуществляется на гидравлическом прессе модели ПММ–200 с использованием предложенного нами метода поперечного сжатия.

Изучение теории обработки материалов резанием показывает, что объективно можно судить об обрабатываемости того или иного материала по коэффициенту усадки стружки ξ и полной длине контакта последней с передней поверхностью инструмента. При этом уменьшение величины этих факторов однозначно свидетельствует об улучшении обрабатываемости материала резанием.

Для изучения совместного влияния деформационного упрочнения и экологически чистых смазочно-охлаждающих веществ на

обрабатываемость аустенитных сталей характерных марок проведена серия экспериментов по схеме свободного прямоугольного резания на фрезерном станке.

Первый резец из стали Р6М5 зажимается в патроне станка, а образец, установленный в тисках, подается на резец перемещением стола. Геометрические параметры резца: ширина 10 мм, передний угол 15° , задний угол 6° , радиус округления режущей кромки – 10 мкм. Скорость резания – 26,5 м/ч. Толщина срезаемого слоя 0,02–0,03 мм.

Эксперименты по определению оптимальной марки СОЖ включают исследование влияния сульфозрезола Р, рапсового и подсолнечного масел с добавлением БАВ из ягод, а также масла льна на величины ξ и c при резке неокрепших и упрочненных деформацией сталей. Для сравнения процесс проводится также без смазки.

Сравнение масел с самым распространенным традиционным для процессов резки сульфозрезолом Р дает следующие результаты. Совместное действие холодного пластического деформирования и среды при резании аустенитной стали 12X15Г9НД снижает коэффициент усадки стружки на 25 %, а полной длины контакта – на 34 %. При обработке аустенитной стали 08X18H10 эти показатели соответственно такие: снижение ξ на 24 %, а c – на 34 %. Обработка износостойкой аустенитной стали 110Г13Л характеризуется следующими результатами: уменьшение коэффициента усадки стружки на 16 %, а полной длины контакта – на 22 %. Резка контрольной марки ферритной нержавеющей стали 40X13 также показывает улучшение обрабатываемости: на 21 и 29 %.

Итак, предварительное холодное пластическое деформирование в сочетании с использованием СОЖ на растительной основе с добавлением БАВ из ягод является мощным средством улучшения обрабатываемости деталей из аустенитных сталей. Анализ результатов экспериментов показывает также, что все виды масел дают примерно одинаковые данные по улучшению обраба-

тываемости аустенитных сталей. Поэтому в дальнейшем, руководствуясь стоимостью масел, выбрано самое дешевое – рапсовое с добавлением БАВ из ягод.

Проведена серия точных экспериментов с применением электронной микроскопии с помощью микроскопа РЭМ–106И. Цель этих экспериментов – выявление влияния объемного ХПД на плотность дислокаций в аустенитных сталях.

Обработка микрошлифов показывает, что плотность дислокаций ρ в результате обработки образцов объемным ХПД увеличивается примерно в четыре раза.

Скопление дислокаций служит основой для формирования микротрещин в материале, что способствует улучшению обрабатываемости резанием аустенитных сталей. Установлено, что улучшение обрабатываемости аустенитных сталей происходит также благодаря превращениям аустенита в мартенсит, т. е. обретению парамагнитной сталью ферромагнитных свойств.

Действие экологически чистой СОЖ растительного происхождения с добавлением БАВ из ягод позволяет в несколько раз снижать характеристики нароста. Тем самым напряженно–деформируемое состояние системы «обрабатываемый материал – инструментальный материал – стружка» максимально приближается к исходному (заданному). Зона пластического контакта стружки с передней поверхностью уменьшается. Параметры режущего клина приобретают значения, близкие к создаваемым заточкам.

Влияние растительных СОЖ с добавлением БАВ из ягод на параметры процесса резки заключаются в следующем. Использование рапсового масла с БАВ дает снижение коэффициентов трения μ и усадки стружки ξ на 30 и 80 %, соответственно. Изменение скорости резания в пределах 5–50 м/мин в сочетании с предыдущим ХПД и СОЖ позволяет управлять явлением наростосоздания.

Таким образом, для производства и восстановления деталей из аустенитных сталей на основе результатов диссертационного исследования рекомендуется следующая схема основных технологических операций: холодное объемное пластическое деформирование – обработка резанием в среде экологически чистых СОЖ на основе рапсового масла с добавлением БАВ из ягод в защитной аргоновой среде.

Выводы. 1. На основании результатов исследования содержания флавоноидов и фенольных веществ можно заключить, что из рассматриваемых сортов черешни, малины и винограда максимальное содержание полифенольных соединений, пригодных для создания технологии производства биологически активных веществ в виде концентратов полифенолов, используемых для обогащения состава пищевых продуктов, имеют: сорта черешни Лязат, Айгерим, сорта малины Арай, Анар, а также сорта винограда Акжайык, Бакытнур и Мерейтой.

2. Также БАВ из ягод могут использоваться в промышленности для добавления в виде присадки в смазывающе-охлаждающие жидкости для обработки стали.

Список литературы

1. Panche A. N., Diwan A. D., Chandra S. R. Flavonoids: An overview // J. Nutr. Sci. 2016. № 5.
2. Nile S. H., Park S. W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health // Nutrition. 2014. № 30. Pp. 134–144.
3. Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. Пищевая химия; 6-е изд., испр. и доп. СПб.: ГИОРД. 2015.
4. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J. et. al. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries // Int. J. Mol. Sci. 2015. Vol. 16. № 10. Pp. 24673–24706.
5. Vendrame S., Del Bo' C., Ciappellano S. et. al. Berry fruit consumption and metabolic syndrome // Antioxidants. 2016. № 5. p. 34.
6. Acosta O., Vaillant F., Pérez A. M., Dornier M. Potential of ultrafiltration for separation and purification of ellagitannins in blackberry juice // Sep. Purif. Technol. 2014. № 125. Pp. 120–125.

7. Jaglan P., Buttar H. S., Al-bawareed O. A., Chibisov S. Potential health benefits of selected fruits: Apples, blueberries, grapes, guavas, mangos, pomegranates, and tomatoes. In *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases* // Academic Press: San Diego, USA, 2022. Ch. 24. Pp. 359–370.

8. Cianciosi D., Simal-Gándara J., Forbes-Hernández T. Y. The importance of berries in the human diet // *Med. J. Nutr. Metab.* 2019. № 12. Pp. 335–340.

9. Jamilah S. C. et al. Physico-chemical properties of spray-dried red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder during storage // *International Food Research Journal*. 2014. Vol. 21. Pp. 155–160.

10. Мачулкина В. А., Санникова Т. А., Гулин А. В., Антипенко Н. И. Использование сахарно-кислотного индекса для оценки качества плодов томатов // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2020. С. 168–172.

11. Dziatko M., Mierziak J., Korzun U. et al. The potential of plant phenolics in prevention and therapy of skin disorders // *Int. J. Mol. Sci.* 2016. № 17. p. 160.

12. Peng D., Zahid H. F., Ajlouni S. et al. LC-ESI-QTOF/MS Profiling of Australian mango peel by-product polyphenols and their potential antioxidant activities // *Processes*. 2019. № 7. p. 764.

13. Филиппенко Л. И., Жбанова Е. В. Биохимическая оценка перспективных сортов и гибридных форм винограда в условиях ЦЧР // *Успехи современного естествознания*. 2016. № 6. С. 114–119.

14. Acosta-Estrada B. A., Gutiérrez-Urbe J. A., Serna-Saldívar S. O. Bound phenolics in foods, a review // *Food Chem.* 2014. 152. Pp. 46–55.

15. Jelena C. H., Giorgio R., Justyna G. et al. Beneficial effects of polyphenols on chronic diseases and ageing // In *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications*. Elsevier. 2018. Pp. 69–102.

16. Chockchaisawasdee S., Golding J. B., Vuong Q. V. et al. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use // *Trends Food Sci. Technol.* 2016. № 55. Pp. 72–83.

17. Kim Y.-J., Shin Y. Antioxidant profile, antioxidant activity, and physicochemical characteristics of strawberries from different cultivars and harvest locations // *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* 2015. № 58. Pp. 587–595.

18. Commisso M., Bianconi M., di Carlo F. et al. Multi-approach metabolomics analysis

and artificial simplified phytochemicals reveal cultivar-dependent synergy between polyphenols and ascorbic acid in fruits of the sweet cherry // *PLoS ONE*. 2017. P. 12.

19. Zhang Y., Neogi T., Chen C., Chaisson C. et al. Cherry consumption and decreased risk of recurrent gout attacks // *Arthritis Rheum.* 2012. p. 64.

20. Chen H., Yang J., Deng X. et al. Foliar-sprayed manganese sulfate improves flavonoid content in grape berry skin of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) growing on alkaline soil and wine chromatic characteristics // *Food Chemistry*. 2020. № 314. p. 126.

21. Gouot J. C., Smith J. P., Holzappel B. P. et al. Grape berry flavonoids: A review of their biochemical responses to high and extreme high temperatures // *Journal of Experimental Botany*. 2019. № 70 (2). Pp. 397–423.

22. Raj P., Zieroth S., Netticadan T. An overview of the efficacy of resveratrol in the management of ischemic heart disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2015. № 1348. Pp. 55–67.

References

1. Panche A. N., Diwan A. D., Chandra S. R. Flavonoids: An overview. *J. Nutr. Sci.* 2016, no 5.

2. Nile S. H., Park S. W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. *Nutrition*, 2014, no 30, pp. 134–144.

3. Nechaev A. P., Traubenberg S. E., Kochetkova A. A. *Pishhevaya himija; 6-e izd., ispr. i dop* [Food chemistry; 6th ed., rev. and additional] St. Petersburg, GIOR, 2015.

4. Skrovankova S., Sumczynski D., Mlcek J. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *Int. J. Mol. Sci.* 2015, vol. 16, no 10, pp. 24673–24706.

5. Vendrame S., Del Bo' C., Ciappellano S. et al. Berry fruit consumption and metabolic syndrome. *Antioxidants*, 2016, no 5, p. 34.

6. Acosta O., Vaillant F., Pérez A. M., Dornier M. Potential of ultrafiltration for separation and purification of ellagitannins in blackberry juice. *Sep. Purif. Technol.* 2014, no 125, pp. 120–125.

7. Jaglan P., Buttar H. S., Al-bawareed O. A., Chibisov S. Potential health benefits of selected fruits: Apples, blueberries, grapes, guavas, mangos, pomegranates, and tomatoes. In *Functional Foods and Nutraceuticals in Metabolic and Non-Communicable Diseases*. Academic Press: San Diego, USA, 2022, ch. 24, pp. 359–370.

8. Cianciosi D., Simal-Gándara J., Forbes-Hernández T. Y. The importance of berries in the human diet. *Med. J. Nutr. Metab*, 2019, no 12, pp. 335–340.
9. Jamilah S. C. et. al. Physico-chemical properties of spray-dried red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) peel powder during storage. *International Food Research Journal*, 2014, vol. 21, pp. 155–160.
10. Machulkin V. A., Sannikova T. A., Gulina A. V., Antipenko N. I. Use of the sugar-acid index to assess the quality of tomato fruits. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University], 2020, pp. 168–172.
11. Działo M., Mierziak J., Korzun U. et. al. The potential of plant phenolics in prevention and therapy of skin disorders. *Int. J. Mol. Sci*, 2016, no 17, p. 160.
12. Peng D., Zahid H. F., Ajlouni S. et. al. LC-ESI-QTOF/MS Profiling of Australian mango peel by-product polyphenols and their potential antioxidant activities. *Processes*, 2019, no 7, p. 764.
13. Filippenko L. I., Zhanova E. V. Biochemical evaluation of promising varieties and hybrid forms of grapes in the conditions of the Central Chernobyl Region. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science], 2016, no. 6, pp. 114–119.
14. Acosta-Estrada B. A., Gutiérrez-Urbe J. A., Serna-Saldívar S. O. Bound phenolics in foods, a review. *Food Chem*, 2014, 152, pp. 46–55.
15. Jelena C. H., Giorgio R., Justyna G. et. al. Beneficial effects of polyphenols on chronic diseases and ageing. In *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications*, Elsevier, 2018, pp. 69–102.
16. Chockchaisawasdee S., Golding J. B., Vuong Q. V. et. al. Sweet cherry: Composition, postharvest preservation, processing and trends for its future use. *Trends Food Sci. Technol.*, 2016, no 55, pp. 72–83.
17. Kim Y.-J., Shin Y. Antioxidant profile, antioxidant activity, and physicochemical characteristics of strawberries from different cultivars and harvest locations. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem*, 2015, no 58, pp. 587–595.
18. Comisso M., Bianconi M., di Carlo F. et. al. Multi-approach metabolomics analysis and artificial simplified phytocomplexes reveal cultivar-dependent synergy between polyphenols and ascorbic acid in fruits of the sweet cherry. *PLoS ONE*, 2017, p. 12.
19. Zhang Y., Neogi T., Chen C., Chaisson C. et. al. Cherry consumption and decreased risk of recurrent gout attacks. *Arthritis Rheum*, 2012, p. 64.
20. Chen H., Yang J., Deng X. et. al. Foliar-sprayed manganese sulfate improves flavonoid content in grape berry skin of Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) growing on alkaline soil and wine chromatic characteristics. *Food Chemistry*, 2020, no 314, p. 126.
21. Gouot J. C., Smith J. P., Holzapfel B. P. et. al. Grape berry flavonoids: A review of their biochemical responses to high and extreme high temperatures. *Journal of Experimental Botany*, 2019, no 70 (2), pp. 397–423.
22. Raj P., Zieroth S., Netticadan T. An overview of the efficacy of resveratrol in the management of ischemic heart disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2015, no 1348, pp. 55–67.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 658.3

О. Е. УСТИНОВА, Т. Б. ИЗЗУКА, С. Н. МИЛОВИДОВА, кандидаты экон. наук (Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва)

E-mail: oeustinova@fa.ru

O. E. Ustinova, T. B. Izzuka, S. N. Milovidova (Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow)

Цифровая зрелость: формирование цифровых навыков и компетенций

Digital maturity: formation of digital skills and competencies

Качественная производственная среда требует зрелого управленческого персонала, имеющего опыт работы с новыми технологиями и особенно данными и информацией. Значимость формирования цифровых компетенций руководителей компаний и их сотрудников возрастает с каждым годом, увеличивая интерес ученых и практиков во всем мире. Проводимые исследования свидетельствуют о множестве нерешенных вопросов, касающихся зрелости менеджера как с точки зрения теории, так и практики управления. В данной работе на основе теоретического обзора результатов научно-исследовательских работ, статистических данных, а также обобщения подходов к формированию цифровых компетенций выделены особенности формирования цифровой зрелости менеджеров компаний, и определены факторы, препятствующие инновационному развитию.

A high-quality production environment requires mature management personnel with experience working with new technologies and especially data and information. The importance of the formation of digital competencies of company managers and their employees is increasing every year, increasing the interest of scientists and practitioners around the world. The conducted research shows a lot of unresolved issues concerning the maturity of a manager, both from the point of view of theory and practice of management. In this paper, based on a theoretical review of the results of research, statistical data, as well as generalization of approaches to the formation of digital competencies, the features of the formation of digital maturity of company managers are highlighted and the factors hindering innovative development are identified.

Ключевые слова: цифровая зрелость; цифровая трансформация; цифровые навыки; компетенции.

Keywords: digital maturity; digital transformation; digital skills; competencies.

Динамичный экономический рост, связанный с будущими макротенденциями, требует от сотрудников и менеджеров компаний овладения цифровыми навыками и компетенциями. Четвертая промышленная революция, предполагающая глубокую цифровую трансформацию компаний и отраслей, является одной из важнейших технологических макроэкономических тенденций в ближайшие годы. Квалифицированно подготовленный управленческий персонал, использующий главным образом знания и применяющий в своей работе новые методы получения информации и обработки данных, становится необходимой предпосылкой инновационного развития. Спрос на управленческие способности, навыки и компетенции будет определяться тенденциями, наблюдаемыми как на российском рынке,

так и мировом. Это формирует постоянную потребность в дальнейшем обучении, особенно в области цифровых навыков. Там, где имеются пробелы в навыках, существует риск того, что они еще больше возрастут, поскольку спрос на навыки во всех профессиях в ближайшие годы продолжит расти. В этой связи необходимо предпринимать действия, направленные на укрепление компетенций, необходимых для инновационного развития. Помимо ресурсов, требуемых для создания и развития инноваций, включая бизнес-идеи, прорывные изобретения, денежный капитал и команды специалистов, требуется стратегическое видение и руководитель, который воплотит его в реальность. Компании, желающие извлекать выгоду из цифровых технологий, нуждаются в сотрудниках, способных обращаться с цифровыми технологиями.

В данной работе особое внимание сосредоточено на компетенциях менеджеров, способных формировать инновационную культуру и управлять всем инновационным циклом. Благодаря эмпирическим данным, доказывающим наличие прочной связи между хорошо управляемым инновационным процессом и успехом компании на рынке, совершенствование навыков управления инновациями с помощью специальных программ управления должно существенно способствовать развитию инновационного бизнеса. Учитывая теоретические подходы к формированию цифровых навыков и компетенций в практике управления необходимо выделять препятствия, возникающие на пути инновационного развития организации и особенности цифровой трансформации российских компаний.

В рамках построения траектории программной части исследования принято решение о проведении количественного исследования (анкетного опроса) в течение последних трех лет: в качестве респондентов в 2019 г. привлечены сотрудники организаций, а в 2020 и 2021 гг. менеджеры российских компаний. На основе сравнительного анализа выделены факторы, влияющие на формирование цифровой зрелости менеджеров.

Преобладающие динамические изменения требуют развития новых компетенций и возможностей, связанных с использованием таких технологий, как киберфизические системы, передовые системы управления производством, передовая роботизация, комплексные системы анализа производственных данных и искусственный интеллект. Необходимость работы с базами данных и навыки алгоритмического мышления позволяют довольно быстро осваивать новые языки программирования. К наиболее важным компетенциям, как общим, так и специализированным, следует отнести: оценку, анализ и безопасность данных, их документирование, умение принимать актуальные решения в цифровой среде, про-

граммирование, навыки работы с искусственным интеллектом и приложениями на основе цифровых инструментов и др.

Процесс цифровизации затрагивает практически все современные организации, оказывая огромное давление на них в целях обеспечения конкурентоспособности на рынке. Поэтому руководителям крайне важно понимать последствия цифровизации для организации и их сотрудников. Цифровая трансформация не только меняет способ работы, но и ускоряет темп изменений. Оба следствия приводят к трем основным вызовам, которые необходимо принять для достижения успеха: новые навыки и компетенции, новые формы лидерства и новые организационные возможности. В зависимости от степени, в которой организации выполняют эти требования, они смогут развивать свою культуру в направлении «цифрового мышления». Но инициативы по цифровому преобразованию сталкиваются с огромными проблемами. Текущие исследования ясно показывают важность управления людьми и организационными преобразованиями в условиях цифровизации. При этом управление организационными изменениями считается важнейшим фактором успеха и охватывает четыре основные области: разработку стратегии цифровой трансформации компании, мобилизацию ресурсов, наращивание потенциала, включая цифровые навыки и обеспечение устойчивости, внедрение *KPI* и систем стимулирования.

Цифровые технологии могут привести к росту производительности за счет организационных изменений. По своей сути, цифровая трансформация – это изменение, которым необходимо управлять с особой осторожностью [1]. Превращение организации в цифровую требует фундаментальных перемен в том, как организации работают и ведут бизнес [2]. Один из ключевых вопросов для менеджмента заключается масштабировании цифровых возможностей, одновременно интегрируя их в основной бизнес. Это не

разовое усилие, а скорее набор инициатив, которые работают вместе для достижения поставленных целей. В организационном контексте цифровая трансформация обычно имеет четкую цель или ценностное предложение [1], которые определяют цифровую трансформацию как «организационные изменения за счет использования цифровых технологий в целях существенного роста производительности» [3]. Цифровые преобразования строятся на базе цифровых технологий, что отличает цифровую трансформацию от других бизнес-преобразований, таких как оздоровление, интеграция после слияния или реорганизация.

Одно из исследований, проведенное *MIT Sloan Management Review* и *Capgemini Consulting* [4], посвящено изучению вопросов, связанных с реализацией преимуществ цифровизации для бизнеса [5]. Выявлено, что половина возникающих проблем связана с людьми и организационными аспектами программ цифровой трансформации. Наиболее важным препятствием, на которое ссылаются руководители, является отсутствие срочности ее внедрения. Согласно данному исследованию, самоуспокоенность затрагивает больше компаний, чем любой другой организационный барьер. Проблемы связаны с нечетким определением ролей и обязанностей, отсутствием видения, организационной культуры и отсутствием навыков лидерства.

Другое исследование проведено *McKinsey & Company* [6], в котором руководители поднимают множество проблем, вызывающих трудности в успешной реализации цифровой программы. Как и в первом исследовании, половина из них связана с человеческими и организационными вопросами внедрения цифровых технологий. При этом недостаток лидерства и нехватка цифровых талантов как функциональных, так и технических возглавляют список, за ними следуют неспособность идти в ногу с более высокой скоростью цифровизации и нехваткой мышления экспериментатора. Более того, отмечено от-

сутствие участия высшего руководства или желания менять существующую практику, а также неправильно спроектированная организационная структура. Общим для обоих исследований является то, что они демонстрируют особую важность управления людьми и организационными вопросами в проектах цифровой трансформации. Существующие системы поощрения и вознаграждения, а также организационные политики и структуры должны быть адаптированы для поддержания новых способов работы и сотрудничества. Технический характер цифровизации зачастую приводит к недооценке этих фундаментальных рычагов цифровых преобразований.

Цифровые технологии и приложения открывают новые способы работы как внутри компании, так и с клиентами и партнерами, к примеру, использование социальных сетей, онлайн-видеоконференций, блогов и т. п. Эти инструменты предлагают множество возможностей для использования информации, в частности путем накопления и распространения знаний, подключения сотрудников к обмену информацией и содействия инновациям. В сочетании с мобильными технологиями они предоставляют работникам беспрецедентный уровень гибкости в подключении к работе и друг к другу, в любое время и в любом месте [7]. Кроме того, взаимосвязь людей с помощью мобильных и социальных технологий облегчает виртуальную работу, объединяя внутренних и внешних экспертов для поддержки проектов.

Компании с высокими цифровыми показателями обладают организационной культурой, поощряющей риск. Цифровизация требует иного мышления, чем то, которое требовалось для предыдущих волн трансформационных технологий [5]. Оно позволяет обеспечивать гораздо более прозрачный поток информации во всей организации, организовывать новые информационные потоки, ведущие к улучшению обмена знаниями, сотрудничества и принятия решений [8]. Руководство должно быть от-

крыто для возможностей, чтобы формировать цифровое мышление во всей организации и на всех иерархических уровнях [3]. Согласно Э. Шейну [9], организационная культура характеризуется сложной концепцией, охватывающей три разных уровня. Первый относится к видимым и осязаемым артефактам, таким как офисные здания или помещения, поведение и организационные процессы или структуры. Второй описывает менее заметные поддерживаемые ценности, такие как общие убеждения в отношении стандартов, норм или правил поведения. Третий, самый глубокий уровень связан с базовыми общими допущениями организации. Это бессознательные, принимаемые как должное убеждения, восприятия, мысли и чувства являются конечным источником ценностей и действий [9]. Организационную культуру можно понять, только анализируя все три слоя. Изменить ее довольно сложно, потому что именно эта культура придает смысл сотрудникам и делает жизнь каждого из них более предсказуемой. Таким образом, любая попытка изменить культуру компании приводит к беспокойству и сопротивлению изменениям [9]. В этой связи особое внимание со стороны руководства должно быть приковано к формированию культуры по передаче и обмену знаниями и опытом, поощрению обучения и профессиональному росту.

По данным консалтинговой компании *Accenture*, крупные организации могут сэкономить до 16 млрд. дол. при оптимальном сочетании технологий. Тем не менее, только 13 % компаний в полной мере ощущают влияние своих цифровых инвестиций, экономя на расходах и обеспечивая рост [10]. Одной из причин такого низкого процента является отсутствие у сотрудников навыков работы с цифровыми технологиями. Цифровая экономика, снижая рабочие места, одновременно создает новые. Согласно опросу *WEF Future of Jobs Survey 2020* [11], компании планируют перевести 46 % своих сотрудников на работу, требующую новых навыков. Еще 73 %

готовы пройти переподготовку и повысить квалификацию для приобретения необходимых цифровых навыков. Если взглянуть на цифры: 77 % лиц, принимающих решения в области информационных технологий, говорят о нехватке навыков в таких жизненно важных областях, как кибербезопасность, облачные вычисления и других более специализированных сегментах [12].

Цифровые навыки входят в число так называемых сквозных навыков, которые в первую очередь делают возможным активное участие в профессиональной жизни и формируют основу для обучения и занятости на протяжении всей жизни. Существует восемь областей компетенции [13], описывающие какие из них необходимы для использования цифровых устройств и одновременно позволяющие сравнивать цифровые компетенции сотрудников: экспертиза информации и данных, общение и сотрудничество, умение проектировать и программировать цифровой контент, применять соответствующие правовые принципы, защита данных и безопасное использование цифровых устройств, навыки решения технических задач, способность выявлять и оценивать пробелы в навыках, умение анализировать, понимать и размышлять об информации и цифровых медиа. В отчете Всемирного экономического форума за 2020 г. «Будущее работы» [11] два основных цифровых навыка перечислены среди 10 лучших на 2025 г.: использование, мониторинг и контроль технологий, а также разработка и программирование технологий.

Результаты исследования

Принято считать, что цифровизация способствует инновациям и ведет к повышению производительности организаций. Однако без «человеческого фактора» реализовать эти преимущества невозможно. Только если сотрудники знакомы с цифровыми технологиями и решениями, умеют их использовать, они способны их правильно применять и

повышать ценность организации. Для этого требуются сотрудники, хорошо разбирающиеся в цифровых технологиях и обладающие сильной деловой хваткой [14]. Они должны мыслить междисциплинарно, постоянно быть в курсе и следить за последними цифровыми разработками и технологиями [3]. Организации во всем мире стараются не отставать от ускоряющихся темпов изменений. Поскольку цифровизация затрагивает все уровни и сферы компании, роль руководства имеет первостепенное значение. Руководителям следует вовлекать своих сотрудников в процесс переосмысления того, как они работают и чем занимается организация [8]. Открытая позиция руководства в решении проблем цифровизации, ее влияния на распределение ролей будут иметь решающее значение для успеха цифровой трансформации. Цифровые лидеры, понимающие потенциал цифровых технологий, разрабатывают инновационные стратегии и обеспечивают конкурентоспособность своих компаний. Важно подчеркнуть, что технические навыки и опыт являются прочной основой цифрового лидерства. При этом руководителям не обязательно разбираться в тонкостях работы технологий с тем, чтобы руководить цифровой трансформацией.

Концепция цифровой зрелости (*Digital Maturity Framework*) [15] декомпозирует зрелость в разрезе пяти уровней и пятнадцати компетенций, выделяя характерные признаки для каждого из них. Так, в отношении лидерства отмечены следующие уровни:

1. Минимальный (отсутствует цифровое лидерство на любом уровне);
2. Ограниченный (цифровое лидерство ограничивается в основном тактической ролью);
3. Поддерживаемый (цифровому лидеру рекомендуется стать стратегом);
4. Приоритетный (назначен руководитель по цифровым технологиям, отмечается активное инвестирование в цифровое лидерство);
5. Встроенный (цифровые технологии являются неотъемлемой частью общей стра-

тегии, цифровое лидерство присутствует на всех уровнях).

Основанная в 2000 г. глобальная некоммерческая организация – фонд *SFIA* [17] наблюдает за созданием и формированием структуры навыков информационной эпохи. Он обеспечивает интегрированное представление о цифровых компетенциях и становится всемирно признанным с точки зрения формирования навыков и компетенций в цифровом мире. В его сферу охвата входят многие из самых востребованных профессий, включая профессионалов, работающих в таких областях, как: информационные и коммуникационные технологии, изменение бизнеса, цифровая трансформация. Отдельно выделены организационные лидеры и обозначены области, в которых необходимы цифровые компетенции, включая планирование стратегических возможностей, согласование организационных возможностей с технологиями и бизнес-стратегиями, планирование и реализация преобразований, слияний или поглощений. Семь уровней ответственности и характер общих атрибутов служат средством для сопоставления корпоративных структур и систем и использования их в качестве основы для ключевых компетенций.

В таблице представлены уровни ответственности бизнес-навыков и их характеристики. Важно подчеркнуть, что в области стратегического планирования, координации информационных систем, инноваций, архитектуры предприятия и бизнеса уровень ответственности у организационных лидеров предусмотрен не ниже пяти.

Результаты исследования, проведенного среди сотрудников российских компаний в 2019 г. (см. рис. 1), показывают, что отсутствие лидеров – новаторов в коллективе, становится одной из основных причин, препятствующих освоению новшеств для большинства сотрудников компаний и возрастных групп (более 43 %). Однако для работников, чей возраст превышает 55 лет, важнейшим

Таблица 1

Уровни ответственности бизнес-навыков, предусмотренных SFIA [16]

1. Следовать	демонстрирует организованный подход к работе; имеет базовые навыки работы с цифровыми технологиями для изучения и использования приложений и инструментов для своей роли.
2. Помогать	обладает достаточными цифровыми навыками для своей роли; выявляет и обсуждает возможности собственного развития.
3. Применять	эффективно применяет цифровые навыки и изучает эти возможности для своей роли; проявляет инициативу по развитию собственных знаний и навыков, определяя и согласовывая соответствующие возможности развития.
4. Выполнять	максимально использует возможности приложений для выполнения своей роли, оценивает и поддерживает использование новых технологий и цифровых инструментов; поддерживает осведомленность о развивающихся практиках и их применении.
5. Обеспечивать/ советовать	творчески применяет инновационное мышление и методы проектирования при определении решений, которые принесут пользу заинтересованной стороне; понимает и оценивает организационное воздействие новых технологий и цифровых услуг.
6. Инициировать/ влиять	творчески применяет широкий спектр инновационных и/или управленческих принципов для реализации преимуществ бизнеса в соответствии с организационной стратегией; авторитетно коммуницирует на всех уровнях организации с технической и нетехнической аудиторией, формулируя бизнес-цели.
7. Формировать стратегию, вдохновлять	обладает полным набором навыков стратегического управления и лидерства; создает управление для устранения бизнес-рисков; обеспечивает соответствие предложений стратегическому направлению организации.

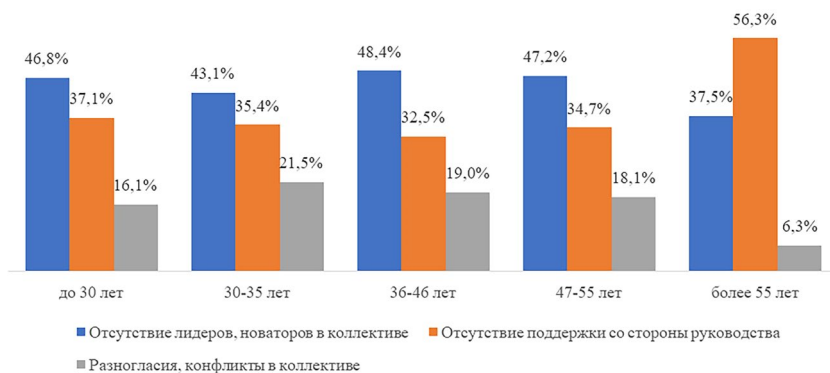


Рис. 1. Причины, являющиеся препятствием в освоении новшеств, отмеченные сотрудниками российских компаний в 2019 г., %

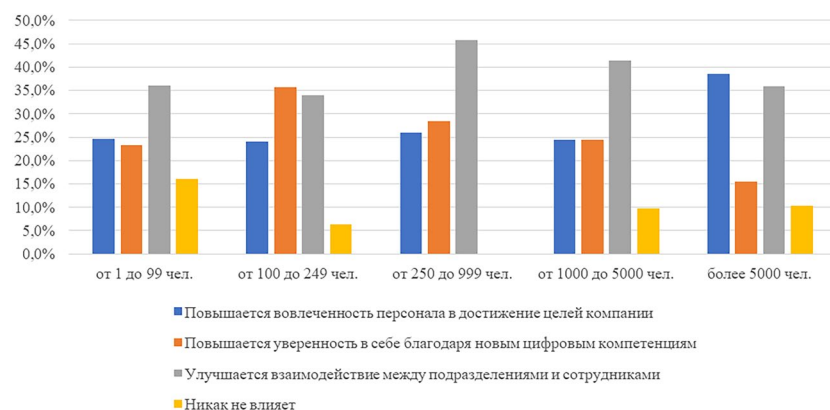


Рис. 2. Влияние освоения цифровых технологий на сотрудников компании 2021, %

фактором становится отсутствие поддержки со стороны руководства (56,3 %).

Преодоление дефицита навыков с помощью новых цифровых технологий и новых способов работы числятся в пуле главных

задач руководства. Организациям следует понимать, какими навыками и компетенциями они обладают на сегодняшний день и какие квалификации потребуются в ближайшей перспективе. Неэффективное разрывание образовательных программ с целью обучения сотрудников новым цифровым технологиям и методам работы считается одним из основных препятствий на пути цифровизации. Поэтому инвестиции в образование и обучение цифровым технологиям являются ключевым фактором успеха любой стратегии цифровой трансформации. Результаты опроса менеджеров компаний (см. рис. 2) демонстрируют важность овладения цифровыми навыками, в частности, все респонденты отмечают улучшение взаимодействия между подразделениями и сотрудниками, причем наивысший показатель наблюдается у компаний, численностью от 250 до 999 чел. (45,7 %). Кроме того, благодаря цифровым навыкам повышается уверенность в себе, что особенно характерно для среднего бизнеса (35,7 %). Для крупных компаний растет вовлеченность персонала в достижении их целей (38,5 %).

Серьезной проблемой для большинства организаций в современных условиях неопределенности является то, насколько в компаниях налажены традиционные процессы принятия решений, основанные на иерархиях. Иерархическая структура организаций и обособленное мышление зачастую приводят к тому, что процессы принятия решений слишком медленны для того, чтобы иметь дело с кросс-функциональным, технологическим и ускоренным характером цифровой трансформации.

Технологизация управления и цифровизация бизнес-процессов компанией связана с высоким риском. Отчасти это связано с уровнем «зрелости» самой компании, т. е. уровнем реализации подобных решений. Специалисты Массачусетского технологического института и *Boston Consulting Group* [17] провели исследование 3000 менеджеров компаний на разных уровнях внедрения

искусственного интеллекта. В этой группе 85 % менеджеров верят в его потенциал, 25 % внедряют его в своих компаниях, только 5% интенсивно используют [17] и менее 39 % имеют стратегию в отношении искусственного интеллекта. Авторы отчета разделяют опрошенные компании на группы по двум параметрам: степень понимания возможностей и методов искусственного интеллекта и уровень их реализации. В результате выделены четыре группы: пионеры (19 % респондентов) – те, кто понимают и внедряют искусственный интеллект (ИИ), исследователи (39 %) – понимающие, но не внедряющие ИИ, экспериментаторы (13 %), которые не понимают, но внедряют такие технологии и так называемые «пассивные» (36 %), не понимающие и не внедряющие искусственный интеллект. Среди полученных результатов особое внимание заслуживает незначительная доля пионеров и довольно большая часть пассивных компаний.

Значимость формирования цифровых компетенций руководителей организаций и их сотрудников возрастает с каждым годом, усиливая интерес ученых в данной области во всем мире. Поскольку цифровизация увеличивает скорость и интенсивность изменений, сотрудники также должны обладать более фундаментальными компетенциями. На основе статистических данных, представленных Федеральной службой государственной статистики, можно проследить, как российские компании оценивают влияние факторов на инновационное развитие. Так, в отношении недостатка квалифицированного персонала, препятствующего инновациям (см. рис. 3, а), более половины опрошенных организаций считают, что имеют достаточно квалифицированный персонал для создания и развития инноваций. Вместе с тем в 2020 г. возрастает количество компаний по сравнению с предыдущим годом, считающих, что данный фактор является основным или решающим на пути развития инноваций (6,4 и 5,4 %, соответственно). Значительное влияние нехватки

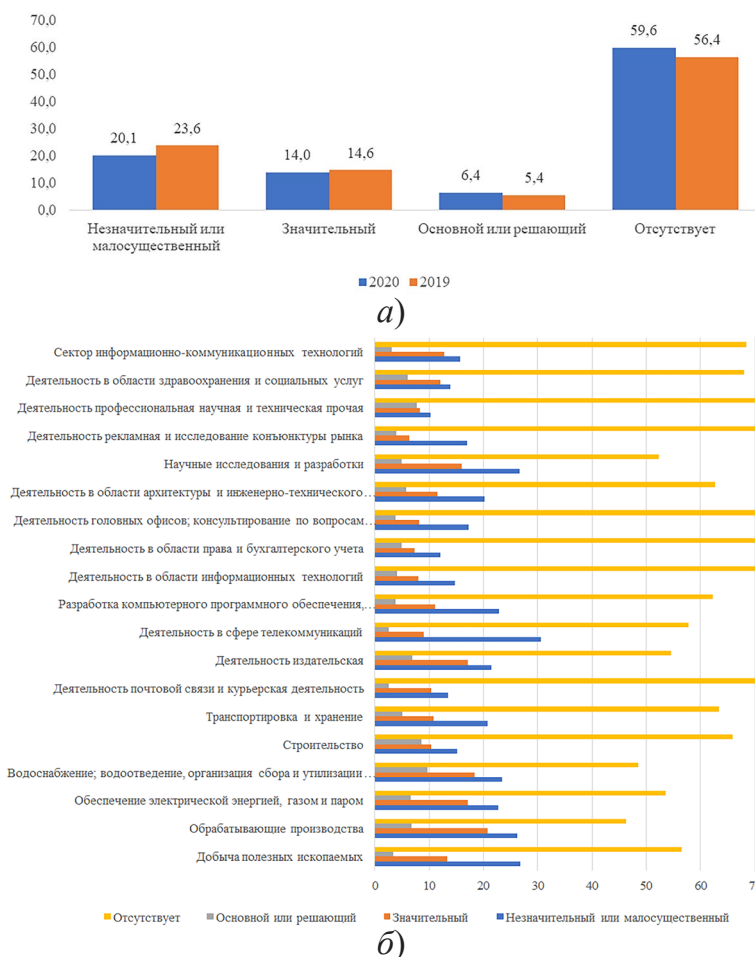


Рис. 3. Недостаток квалифицированного персонала как фактор, препятствующий инновациям, % (а) и инновациям в разрезе видов экономической деятельности в 2020 г. (б) [18]

квалифицированного персонала отмечено в обоих анализируемых периодах (14 % в 2020 г. и 14,6 % в 2019 г).

На рис. 3, б представлена аналитическая информация влияния того же фактора, но в разрезе видов экономической деятельности российских компаний в 2020 г.

Проведенный анализ демонстрирует похожие результаты предыдущего исследования, так большинство компаний устраивает квалификационный уровень их персонала. Однако по некоторым отраслям наблюдается значительное, основное, а порой решающее влияние нехватки квалифицированных сотрудников на инновационное развитие компаний, например, в сфере обрабатывающего производства данный фактор оказывает значительное влияние 20,7 %, а в области профессиональной, научной и технической деятельности для российских компаний указанный фактор имеет основное и решающее влияние (7,7 %).

Определять уровень цифровой зрелости можно на основе разработанной методики, например, цифровой обучающей игры, в которой персонал использует свои навыки для решения конкретных задач. В целях устранения выявленных пробелов в компетенциях сотрудники смогут получать рекомендации по обучению с учетом их индивидуальных потребностей, а также соответствующий учебный контент, который помогает им выполнять свои профессиональные задачи. Все это можно в значительной степени автоматизировать и использовать с помощью современных обучающих платформ и искусственного интеллекта. Решения для цифрового обучения целесообразно адаптировать в соответствии с запросами компании. Таким образом, сотрудники смогут получать поддержку в развитии своих навыков как на индивидуальной, так и надежной основе.

Внедрение цифровых инструментов, автоматизация бизнес-процессов и роль больших данных в принятии решений повышают уровень прозрачности организации. Так, широкая доступность и использование социальных платформ для внутренних дискуссий и обмена знаниями делает информацию более доступной для большого числа сотрудников. Цифровизация приводит к свободному потоку и демократизации информации в обход любого уровня управления. Менеджеры, особенно среднего звена, могут рассматривать эту потерю контроля как угрозу своей роли лидера и поэтому порой реагируют, сопротивляясь цифровым изменениям. Вместе с тем руководителям следует поддерживать процесс изменений с помощью технологий и воплощать цифровое видение в повседневную деловую среду.

Выводы. 1. Рабочая среда и профессии претерпевают значительные изменения, при этом прогрессивная цифровизация играет ключевую роль.

2. Интернет, высокопроизводительные вычисления и мобильные технологии открывают новые возможности для сбора и анализа тенденций и поведения, а также для налаживания сотрудничества внутри и между организациями.

3. Многие рабочие места средней квалификации связаны с задачами, которые будут автоматизированы с помощью современных технологий в ближайшей перспективе. Наряду с этим рабочие места со сложными задачами и, соответственно, высокими требованиями к способностям менеджеров подвержены влиянию растущей технологизации.

4. Формирование цифровых компетенций и навыков, определение уровня цифровой зрелости и их влияния на конкурентоспособность компаний заслуживают особого внимания у руководителей, и является областью дальнейших исследований среди ученых.

Список литературы

1. *Wade M., Marchant D.* Are you prepared for your digital transformation? Understanding

the power of technology AMPS in organizational change. Tomorrow's challenges. IMD Lausanne, Switzerland. 2014.

2. *Dörner K., Meffert J.* Nine questions to help you get your digital transformation right. McKinsey & Company. 2015. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/nine-questions-to-help-you-get-your-digital-transformation-right>.

3. *Gimpel H., Röglinger M.* Digital transformation: changes and chances – insights based on an empirical study. Project Group Business and Information Systems Engineering (BISE) of the Fraunhofer Institute for Applied Information Technology FIT. October 2015.

4. *New Strategic Imperative.* URL: <https://www.capgemini.com/us-en/news/new-research-from-capgemini-consulting-and-mit-sloan-management-review-reveals-why-organizations-are-struggling-to-drive-digital-transformation/>.

5. *Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M.* Embracing digital technology – a new strategic imperative. MIT Sloan Management Review Research Report. Available via Capgemini Consulting. 2013. URL: <https://www.capgemini-consulting.com/embracing-digital-technology-a-new-strategic-imperative>.

6. *Bughin J., Holley A., Mellbye A.* Cracking the digital code: McKinsey global survey results. McKinsey & Company. 2015. URL: <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/cracking-the-digital-code>.

7. *Harvard Business Review Analytic Services.* The digital transformation of business. Harvard Business Publishing. Boston, MA. 2014.

8. *Westerman G., Bonnet D., McAfee A.* Leading digital: turning technology into business transformation. Harvard Business Review Press. Boston, MA. 2014.

9. *Schein E. H.* Organizational culture and leadership, 4th edn. Jossey-Bass, San Francisco, CA. 2010.

10. *Porath G.* Why Digital Competencies Among Employees Are Becoming Increasingly Important for Companies. URL: <https://www.speexx.com/speexx-blog/digital-competencies-employees/>.

11. *The Future of Jobs Report 2020.* URL: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/>.

12. *Global Knowledge*. IT professionals sound off in 2019 it skills and salary report. URL: <https://www.globalknowledge.com/en-be/resources/articles/it-professionals-sound-off-in-2019-it-skills-and-salary-report>.

13. *EU Science Hub*. Being digitally competent – a task for the 21st-century citizen. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp_en.

14. McAfee A., Welch M. Being digital: engaging the organization to accelerate digital transformation. *Digit Transform Rev*. 2013. № 4. Pp. 37–47.

15. *Digital Maturity Framework*. URL: <https://digitalmaturity.org/digital-maturity-framework/>.

16. Глобальная структура навыков и компетенций для цифрового мир. SFIA. URL: <https://sfia-online.org/ru/sfia-8>.

17. Ransbotham S. AI and the Need for Speed. *MIT Sloan Management Review*. 2017. Pp. 1–4.

18. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

References

1. Wade M., Marchant D. Are you prepared for your digital transformation? Understanding the power of technology AMPS in organizational change. *Tomorrow's challenges*, IMD Lausanne, Switzerland, 2014.

2. Dörner K., Meffert J. Nine questions to help you get your digital transformation right. *McKinsey & Company*, 2015. Available at: <http://www.mckinsey.com/business-functions/organization/our-insights/nine-questions-to-help-you-get-your-digital-transformation-right>.

3. Gimpel H., Röglinger M. Digital transformation: changes and chances – insights based on an empirical study. *Project Group Business and Information Systems Engineering (BISE) of the Fraunhofer Institute for Applied Information Technology FIT*, 2015.

4. *New Strategic Imperative*. Available at: <https://www.capgemini.com/us-en/news/new-research-from-capgemini-consulting-and-mit-sloan-management-review-reveals-why-organizations-are-struggling-to-drive-digital-transformation/>.

5. Fitzgerald M., Kruschwitz N., Bonnet D., Welch M. Embracing digital technology – a new strategic imperative. *MIT Sloan Management Re-*

view Research Report. Available via *Capgemini Consulting*. 2013. Available at: <https://www.capgemini-consulting.com/embracing-digital-technology-a-new-strategic-imperative>.

6. Bughin J., Holley A., Mellbye A. Cracking the digital code: McKinsey global survey results. *McKinsey & Company*. 2015. Available at: <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/cracking-the-digital-code>.

7. Harvard Business Review Analytic Services. The digital transformation of business. *Harvard Business Publishing*, Boston, MA, 2014.

8. Westerman G., Bonnet D., McAfee A. Leading digital: turning technology into business transformation. *Harvard Business Review Press*, Boston, MA, 2014.

9. Schein E. H. *Organizational culture and leadership*, 4th edn. Jossey-Bass, San Francisco, CA, 2010.

10. Porath G. *Why Digital Competencies Among Employees Are Becoming Increasingly Important for Companies*. Available at: <https://www.speexx.com/speexx-blog/digital-competencies-employees/>.

11. *The Future of Jobs Report*, 2020. Available at: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020/>.

12. IT professionals sound off in 2019 it skills and salary report. *Global Knowledge*. Available at: <https://www.globalknowledge.com/en-be/resources/articles/it-professionals-sound-off-in-2019-it-skills-and-salary-report>.

13. *EU Science Hub*. Being digitally competent – a task for the 21st-century citizen. Available at: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcomp_en.

14. McAfee A., Welch M. Being digital: engaging the organization to accelerate digital transformation. *Digit Transform Rev*, 2013, no 4, pp. 37–47.

15. *Digital Maturity Framework*. Available at: <https://digitalmaturity.org/digital-maturity-framework/>.

16. Global framework of skills and competencies for the digital world. SFIA [SFIA]. Available at: <https://sfia-online.org/ru/sfia-8>.

17. Ransbotham S. AI and the Need for Speed. *MIT Sloan Management Review*, 2017, pp. 1–4.

18. *Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

ПЕРСОНАЛ И КАДРЫ

УДК 343.9.018.3

Н. Л. КРАСЮКОВА, Н. К. ПОПАДЮК, доктора экономич. наук; А. М. БЕЛЯЕВ, д-р социолог. наук; О. В. ПАНИНА, канд. экономич. наук; Е. И. ШАЮК (Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва)

E-mail: OVPanina@fa.ru

N. L. Krasuykova, N. K. Popadyuk, A. M. Belyaev, O. V. Panina, E. I. Shayuk (Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow)

О проблемах правоприменительной практики противодействия коррупции в органах публичной власти

On the problems of law enforcement practice of combating corruption in public authorities

Рассматриваются проблемы правоприменительной практики противодействия коррупции в органах публичной власти. Определено, что в настоящее время, в деле совершенствования публичного управления, особую актуальность приобретает, необходимость внесения изменений в законодательство и полномочия должностных лиц, механизмов предотвращения и урегулирования конфликта интересов. Для правоприменительной практики конфликт интересов является относительно новым понятием, а следовательно, вопрос урегулирования конфликта интересов в органах публичной власти остается крайне важным. В соответствии с международно-правовыми стандартами по урегулированию конфликта интересов Россия, в лице уполномоченных органов власти, обязана выполнять международно-правовые соглашения, в т. ч. в сфере урегулирования конфликта интересов и противодействия коррупции в органах публичной власти. В этой связи, становится важной задачей также изучение и учет международного опыта урегулирования конфликта интересов в государственных органах и органах власти местного уровня. Анализ международной практики свидетельствует о том, что урегулирование конфликта интересов рассматривается органами публичной власти в качестве эффективного антикоррупционного механизма и одновременно необходимого условия формирования правоотношений между субъектами в системе публичной службы. Механизм урегулирования конфликта интересов при поддержке международных организаций (ООН, СЕ, ЕС, ОЭСР, GRECO) широко внедрен в законодательство зарубежных стран, и поэтому является действенным инструментом противодействия коррупции.

The article deals with the problems of law enforcement practice of combating corruption in public authorities. It is determined that at present, in the improvement of public administration, the need to introduce changes to legislation and the powers of

officials, mechanisms for preventing and resolving conflicts of interest is becoming particularly relevant. For law enforcement practice, conflict of interest is a relatively new concept, and therefore, the issue of conflict-of-interest settlement in public authorities remains extremely important. In accordance with international legal standards on conflict-of-interest settlement, Russia, represented by authorized authorities, is obliged to comply with international legal agreements, including in the field of conflict-of-interest settlement and combating corruption in public authorities. In this regard, it also becomes an important task to study and take into account the international experience of conflict-of-interest settlement in state bodies and local authorities. The analysis of international practice shows that the settlement of conflicts of interest is considered by public authorities as an effective anti-corruption mechanism and at the same time a necessary condition for the formation of legal relations between subjects in the public service system. The mechanism of conflict-of-interest settlement with the support of international organizations (UN, Coe, EU, OECD, GRECO) is widely implemented in the legislation of foreign countries, and therefore is an effective tool for combating corruption.

Ключевые слова: коррупционные риски; государственные служащие; управление; коммерческие организации.

Keywords: corruption risks; civil servants; management; commercial organizations.

Работа подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве РФ на 2022 г по теме: «Анализ коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями, являющимися организациями государственных корпораций (компаний) или публично-правовых компаний и их деятельностью в качестве членов коллегиальных органов управления этих организаций».

Конфликт интересов сам по себе еще не является нарушением, однако он формирует предпосылки для коррупционного акта, как проявления злоупотребления публичными должностными полномочиями ради личной выгоды. Вне конфликта интересов нет коррупции. Конфликт интересов – это среда, где может проявиться коррупция, а может и не проявиться, если принимать профилактические меры. Вследствие весомого, содержательного значения категории конфликта интересов, немаловажно развивать его в отечественной антикоррупционной теории. Основным механизмом регулирования конфликта интересов, учитывая международный опыт, является его правовое нормирование. Большинство современ-

ных стран принимает для урегулирования конфликта интересов отдельный закон. Так, например, в европейских странах конфликт интересов урегулирован нормами законодательства или публичной службы (Польша, Молдова, Сербия, Чехия) или предотвращения конфликта интересов (Латвия, Хорватия) [1, 2].

В других государствах законодательство, регулирующее вопросы конфликтов интересов, связано с административным и/или уголовным правом с применением морально-правовых средств управления. В США конфликт интересов регулируется нормами уголовных законов; законом о публичном управлении, государственной службе и этике [2, 3].

Конфликты интересов регулируется кодексом поведения (Корея), законом о публичной службе (Гонконг, Сингапур) [4].

Эти законы в каждой стране предусматривают механизм регулирования конфликта интересов, включающий различные, по сути, но взаимосвязанные по смыслу инструменты, направленные на предупреждение, предотвращение, преодоление конфликта интересов в органах публичной власти.

В ряде стран внедрены международные стандарты, регулирующие вопросы, связанные с конфликтом интересов. Национальные программы сформированы в рамках подходов, предусматривающих предотвращение конфликта интересов как составляющей стратегий противодействия коррупции; обеспечения, повышения этических стандартов профессионального поведения в публичном секторе.

Становится обычной практикой внедрение документов «административной морали», представляющей собой этические и дисциплинарные нормы: «Кодексы этики» и «Кодексы поведения», «Руководство по надлежащему административному поведению»; «Должное поведение в публичном секторе (Дания); «Руководящие принципы этики для государственной службы (Норвегия); «Этика государственного служащего в Финляндии» [3, 4].

Преимущественно, во всех странах ЕС, отсутствует стандартный набор инструментов и рычагов, направленных на урегулирование конфликта интересов, но эти инструменты внедрены как на стадии предупреждения, так и на стадии урегулирования конфликта интересов, что является составляющей системы противодействия коррупции и важным звеном обеспечения добропорядочности служащих.

В международной практике сформированы две основные модели урегулирования конфликта интересов в публичном управлении.

Первой является модель «трудного пути» (*integrity-based*), согласно которой урегули-

рование конфликта интересов опирается на моральные требования служащего, сформированные рекомендательными кодексами этики. Воплощение их в жизнь поддерживается децентрализованной инфраструктурой этических консультантов. В качестве наиболее распространенных инструментов урегулирования конфликта интересов, является набор практик «*naming & shaming*»: публичная декларация интересов, доходов, расходов; регулирование трудоустройства после увольнения со службы, политической деятельности, служебные разоблачения с участием СМИ, гражданского общества; регулирование лоббизма, повышение прозрачности публичного управления, внедрение электронного управления, привлечение граждан к местному управлению; административная ответственность за нарушение законодательства о конфликте интересов, формирования корпоративной культуры службы, что препятствует распространению коррупции. Успешными примерами реализации такой модели считаются Австралия, Канада, Норвегия и США) [2].

Выявление и анализ позитивного зарубежного опыта урегулирования конфликта интересов в органах публичной власти местного уровня, вероятно, следует рассматривать как одно из необходимых условий совершенствования отечественного антикоррупционного законодательства, а также повышения профессионализма должностных лиц органов местного самоуправления нашей страны.

Способом урегулирования уже возникшего конфликта интересов является дисквалификация или обычное освобождение должностных лиц от должности. К примеру, согласно законодательству США, дисквалификация применяется на основании главы «Взятничество и конфликт интересов», которая запрещает служащим участвовать в делах, где они сами, близкие им лица, бизнес-партнеры или лица, с которыми достигнуто согласие о будущем трудоустройстве, имеют частный интерес [5].

Второй моделью (*Law road* – «путь права») является модель *compliance-based*. Она предполагает регулирование поведения государственных служащих нормативными правовыми актами прямого действия и сопровождается реформированием административных барьеров и процедур. Наиболее частыми ситуациями в рамках этой модели регулирования становятся вопросы найма родственников или патронат, подарки государственным служащим, использование служебной информации в корыстных целях. Модель успешно применяется в Сингапуре, Южной Корее, Японии и Гонконге [2].

В таких странах, как Гонконг, Сингапур, Южная Корея урегулирование конфликта интересов основывается на принципах: прозрачности (подготовка заявления о возникновении конфликта интересов, авторизация дальнейших действий); несовместимости с исполнением должностных обязанностей (запрет на выполнение профессиональных обязанностей в ситуации конфликта интересов) [4, 6].

Сравнительный анализ представленных моделей позволяет утверждать, что при наличии ряда отличительных черт в применении инструментов урегулирования конфликта интересов между ними нет существенных различий. Обобщая рассмотрение международного опыта урегулирования конфликта интересов как антикоррупционного механизма, отметим, что в большинстве государств мира внедрены и функционируют современные методы урегулирования конфликта интересов в органах публичной власти.

Россия как полноправный участник системы международных отношений обязуется выполнять международно-правовые требования в области предотвращения и противодействия коррупции, а именно проводить эффективную политику урегулирования конфликта интересов в системе публичной службы. На протяжении последних лет приняты нормативные правовые акты, регулирующие процесс реформи-

вания и развития публичного управления, в т. ч. стимулирующие функционирование механизма урегулирования конфликта интересов в деятельности государственных служащих, должностных лиц местного самоуправления [7]. О механизме урегулирования конфликта интересов говорится в Федеральном Законе от 25 декабря 2008 г. № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» (ред. от 01.04.2022), в указах Президента РФ от 1 июля 2010 г. № 821 «О комиссиях по соблюдению требований к служебному поведению федеральных государственных служащих и урегулированию конфликта интересов» (ред. от 25.04.2022), от 28 декабря 2013 г. № 967 «О мерах по укреплению кадрового потенциала Российской Федерации» (ред. от 02.09.2021), от 15 июля 2015 г. № 364 «О мерах по совершенствованию организации деятельности в области противодействия коррупции» (ред. от 25.04.2022), от 16 августа 2021 г. № 478 «О Национальном плане противодействия коррупции на 2021–2024 годы» и др.

В целом нормативно-правовую базу по урегулированию конфликта интересов в России можно считать комплексной и соответствующей требованиям международных стандартов. В случае надлежащего применения Федерального закона о противодействии коррупции и других нормативных правовых актов, они могут стать действенным инструментом предотвращения ненадлежащего влияния частных интересов на работу публичного сектора. Вместе с тем, некоторые положения антикоррупционного законодательства отмечаются специалистами как дискуссионные. Так, например, к ним относятся положения Федерального закона № 273-ФЗ «О противодействии коррупции», регулирующие порядок представления должностными лицами сведений о своих доходах, имуществе и обязательствах имущественного характера своих супруги (супруга) и несовершеннолетних детей [6].

На современном этапе, в РФ осуществляется плановая деятельность по повышению

эффективности мер по предотвращению и урегулированию конфликта интересов. Национальный план противодействия коррупции на 2021–2024 гг. предусматривает в этих целях [7]:

- внесение изменений в законодательство о противодействии коррупции, предусматривающих возложение на непосредственного руководителя обязанности принимать меры по предотвращению и урегулированию конфликта интересов у подчиненных;
- проведение с участием представителей научного и экспертного сообществ анализа правоприменительной практики и зарубежного опыта использования в целях противодействия коррупции правового института конфликта интересов. По результатам анализа ожидается уточнение таких понятий, как «конфликт интересов», «личная заинтересованность», «лица, находящиеся в близком родстве или свойстве», «иные близкие отношения», содержащихся в Федеральном законе «О противодействии коррупции»;
- анализ практики применения норм законодательства о противодействии коррупции, предусматривающих обязанность лица передавать принадлежащие ему ценные бумаги, акции (доли участия в уставных (складочных) капиталах и паи в паевых фондах организаций) в доверительное управление в случае, если владение ими приводит или может привести к конфликту интересов, на предмет эффективности и достаточности этой меры, рассматривать возможность введения специализированных форм доверительного управления указанным имуществом, позволяющих более эффективно использовать этот правовой институт в целях предотвращения и урегулирования конфликта интересов и, в случае необходимости, представлять

предложения по совершенствованию правового регулирования в этой сфере;

- разработку методических рекомендаций по вопросам выявления и минимизации коррупционных рисков при принятии решения о предоставлении субсидий и иных межбюджетных трансфертов из федерального и местных бюджетов, бюджетов субъектов РФ.

Таким образом, действующий сегодня Национальный план противодействия коррупции выделяет наиболее актуальные задачи по дальнейшему совершенствованию законодательства в сфере урегулирования конфликта интересов в органах публичной власти.

Обзор международной практики противодействия коррупции показывает, что к настоящему времени сформированы и применяются различные антикоррупционные стратегии. Одна характерная черта их все объединяет: в антикоррупционной практике различных стран типичным является акцент на публично-правовую сферу. В этих целях признаются эффективными и применяются следующие меры: повышение гласности и публичности, создание условий для широкого обсуждения законопроектов и управленческих решений; профилактика и урегулирование конфликта интересов лиц, занятых в публично-правовой сфере; утверждение кодексов профессиональной этики для государственных служащих; развитие административной юстиции; декларирование доходов и расходов чиновников.

Анализ международного опыта свидетельствует о том, что одним из базовых направлений модернизации российского законодательства является анализ содержания международных антикоррупционных стандартов и изучение проблем их реализации в РФ. Примечательной особенностью действующих международных антикоррупционных конвенций является то, что они опираются, главным образом, на императивные международно-правовые предписания,

обязывающие государства при вступлении в силу соответствующих международных договоров имплементировать их в национальное законодательство. Однако, нередко возникают ситуации, при которых положения различных международных договоров, относящихся к одному и тому же антикоррупционному стандарту, содержат различные правовые предписания.

Это порождает проблему выбора у государств-участников модели соответствующего поведения [6].

Решение вопроса наслоения и конфликта различных международно-правовых юрисдикций и обязательств, вероятно возможно с помощью использования таких критериев, как приоритетность универсальных (глобальных) и вторичность региональных международно-правовых норм, первичность общих принципов и норм перед специальными нормами международных договоров и конвенций, соблюдение обязательств сохранения мира, демократических стандартов и защиты основных прав и свобод как высших ценностей международно-правового порядка. Представляется целесообразным установить в законодательстве, регулирующем сферу выполнения международных договоров, такие критерии.

Успешное развитие процессов Евразийской интеграции делает необходимым и целесообразным разработку Евразийской антикоррупционной стратегии, которая базируется на участии государств-членов Евразийского экономического союза и учитывает национальные интересы и специфику правовых систем, участвующих в нем государств, включая особенности законодательного регулирования в антикоррупционной сфере [6].

Несмотря на то, что в России к настоящему времени сформирована обширная правовая и организационная основы противодействия коррупции, действующая практика свидетельствует о том, что необходимо более последовательное соблюдение принципов системности и комплексного подхода к

регулированию социальных отношений, направленных на противодействие коррупции не только в публичной, но и частной сферах. Так, например, законодательство США и Великобритании жестко устанавливает коммерческим компаниям организацию надлежащего порядка их деятельности, не допускающего коррупционные практики [6].

Вполне очевидно, что такой подход может применяться и для российских компаний, поскольку в соответствии со ст. 13.3 Федерального закона от 25.12.2008 г. № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» на них распространяется обязанность принимать меры по недопущению коррупции. Важно также отметить, что меры по предотвращению коррупции в частной сфере не должны необоснованно сводиться только к вопросам государственных и муниципальных закупок или антимонопольного регулирования. Подобный подход оставляет вне зоны правового воздействия области повышенных коррупционных рисков, в том числе в промышленности, образовании и здравоохранении.

Именно эта проблемная область вызывает необходимость обеспечения единства и универсализации практики противодействия коррупции в частной и публичной сферах, использование общих принципов борьбы с ней, в том числе публичности и прозрачности деятельности; недопущения конфликта интересов; контроля, ответственности и др.

В соответствии с установленными законом требованиями и сложившейся международной практикой большая часть государств обязывает государственных служащих предоставлять информацию о своей деятельности, которая может приводить к конфликту интересов.

Существенную помощь государственным органам и коммерческим организациям могут оказать разработанные Минтруда России в 2019 г. Рекомендации по порядку проведения оценки рисков в организации. Документ раскрывает общие подходы и

ключевые особенности проведения такой оценки. При их применении организациям рекомендуется при оценке рисков дополнительно учитывать масштабы и специфику своей деятельности, анализировать уже применявшиеся подходы к оценке различных рисков. За организациями сохраняется право не только корректировать отдельные положения предлагаемой методики оценки (субъекта проведения оценки, перечень коррупциогенных факторов, критерии значительности ущерба и т. д.), но и вносить изменения применительно к процессу оценки коррупционных рисков в целом (изменения понятийного аппарата, этапности проведения оценки и т. п.).

Эффективным направлением совершенствования деятельности по урегулированию конфликта интересов в органах публичной власти является планомерное внедрение законодательных требований организационно-правового характера. Важным направлением решения этой задачи является проведение организационно-разъяснительных мероприятий, а также интенсивное правовое обучение уполномоченных лиц, в обязанности которых входит урегулирование ситуаций конфликта интересов в деятельности соответствующих органов государственной власти, местного самоуправления.

Непосредственно на местном (региональном) уровне управления целесообразным функционирование специальных институтов, обеспечивающих предоставление рекомендаций, проведение консультаций, а также соответствующее обучение должностных лиц по применению антикоррупционного законодательства. Представляется необходимым создание и функционирование институтов омбудсменов в органах местного самоуправления, уполномоченных на осуществление общественного контроля за деятельностью местных органов публичной власти и защиту законных интересов жителей муниципального образования.

Утвержденная в РФ Национальная Стратегия противодействия коррупции предус-

матривает в качестве своей основной цели искоренение причин и условий коррупции. Достижению заявленной цели должны способствовать меры противодействия коррупции, предусмотренные законодательством и действующей антикоррупционной практикой.

Рассматривая урегулирование конфликта интересов как антикоррупционный механизм, необходимо учитывать эффективные инструменты и лучшие образцы его реализации. В международной практике сформированы две модели урегулирования конфликта интересов в органах публичной власти, которые несмотря на некоторые особенности остаются очень близкими по содержанию и процедурам применения методов урегулирования конфликта интересов.

Анализ предпринимаемых на сегодняшний день антикоррупционных мер свидетельствует о том, что их явно недостаточно для существенного снижения уровня коррупции в России. С целью устранения причин, условий возникновения и распространения ситуаций конфликта интересов федеральным органам исполнительной власти и государственным органам субъектов РФ при разработке антикоррупционных планов и программ необходимо дополнительно учитывать меры, воздействующие на экономические, правовые, культурно-исторические и психологические причины возникновения коррупции.

Список литературы

1. Исмаилов Б., Мансурова С. Опыт зарубежных стран по предотвращению конфликта интересов на государственной службе // Общество и инновации. 2020. Iss. 1. № 03. С. 65–81.
2. Кененова И. П. Регулирование конфликта интересов: типология зарубежного опыта // Конституционное и муниципальное право. 2021. № 2. С. 62–69.
3. *Зарубежный* опыт урегулирования конфликта интересов на государственной и муниципальной службе. URL: <https://studref>.

com/600283/menedzhment/zarubezhnyy opyt uregulirovaniya konflikta interesov gosudarstvennoy munitsipalnoy sluzhbe.

4. *Разрешение конфликта интересов на гражданской службе в других странах* URL: <https://conflictmanagement.ru/2015/10/07/razreshenie-konflikta-interesov-na-grazhdanskoj-sluzhbe-v-drugih-stranah/>

5. Филиппов В. В. Правовое регулирование конфликта интересов в системе государственной службы США // Криминологический журнал ОГУЭП. 2010. № 3 (13). С. 50–60.

6. *Проблемы совершенствования антикоррупционной политики Российской Федерации.* (Аналитические материалы Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации) URL: https://izak.ru/img_content/pdf/analiticheskie_materialy.pdf.

7. Указ Президента РФ от 16 августа 2021 г. N 478 «О Национальном плане противодействия коррупции на 2021–2024 годы» // <https://base.garant.ru/402619978/>

References

1. Ismailov B., Mansurova S. Experience of foreign countries in preventing conflicts of interest in the public service. *Obshchestvo i innovacii* [Society and innovations], 2020, iss. 1, no. 03, pp. 65–81.

2. Kenenova I. P. Regulation of conflict of interest: typology of foreign experience. *Konstitucionnoe i municipal'noe pravo* [Constitutional and municipal law], 2021, no. 2, pp. 62–69.

3. *Zarubezhnyj opyt uregulirovaniya konflikta interesov na gosudarstvennoj i municipal'noj sluzhbe* [Foreign experience in resolving conflicts of interest in the state and municipal service]. Available at: <https://studref.com/600283/management/zarubezhnyy-opyt-uregulirovaniya-konflikta-interesov-gosudarstvennoy-munitsipalnoy-sluzhbe>.

4. *Resolution of conflicts of interest in the civil service in other countries* URL: <https://conflictmanagement.ru/2015/10/07/razreshenie-konflikta-interesov-na-grazhdanskoj-sluzhbe-v-drugih-stranah/>

5. Filippov V. V. Legal regulation of the conflict of interest in the US public service. *Kriminologicheskij zhurnal OGUJeP* [Criminological journal OSUEP], 2010, no. 3 (13), pp. 50–60.

6. *Problemy sovershenstvovaniya antikorrupcionnoj politiki Rossijskoj Federacii.* (Analiticheskie materialy Instituta zakonodatel'stva i sravnitel'nogo pravovedeniya pri Pravitel'stve Rossijskoj Federacii) [Problems of improving the anti-corruption policy of the Russian Federation. (Analytical materials of the Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation)]. Available at: https://izak.ru/img_content/pdf/analiticheskie_materialy.pdf.

7. Указ Президента РФ от 16 августа 2021 г. N 478 «О Национальном плане противодействия коррупции на 2021–2024 годы» [Decree of the President of the Russian Federation of August 16, 2021 N 478 «On the National Anti-Corruption Plan for 2021–2024»] // Available at: <https://base.garant.ru/402619978/>

УДК 343.9.018.3

С. Г. ЕРЕМИН, К. Е. ЛУКИЧЕВ, кандидаты юр. наук; Т. М. ТОКМУРЗИН, В. Э. КОМОВ, кандидаты экономич. наук; Е. И. МОСКВИТИНА (Финансовый университет при Правительстве РФ, г. Москва) E-mail: SGEremin@fa.ru

S. G. Eremin, K. E. Lukichev, T. M. Tokmurzin, V. E. Komov, E. I. Moskvitina (Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow)

Понятие, роль, значение и анализ коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями

Concept, role, significance and analysis of corruption risks associated with participation of state civil servants on a gratuitous basis in management of commercial organizations

Исследованы понятие, роль, значение и анализ коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями. Изучены допустимые законодательством случаи такого участия. Дана трактовка термина «коррупционный риск, связанный с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями», разработана классификация данных рисков в зависимости от источника возникновения соответствующих условий и обстоятельств. Уточнены роль и значения анализа коррупционных рисков, связанных с таким участием. Предложены предупредительные и «профилактические» меры, направленные на нивелирование условий и обстоятельств, предоставляющих возможность для действия (бездействия) государственного гражданского служащего, участвующего в управлении коммерческой организацией на безвозмездной основе с целью незаконного извлечения выгоды при выполнении своих должностных обязанностей (снижение коррупционных рисков).

The article is devoted to the study of the concept, role, meaning and analysis of corruption risks associated with the participation of public civil servants at no cost in the management of commercial organizations. The author's interpretation of the term «corruption risk associated with the participation of civil servants free of charge in the management of commercial organizations» is given, a classification of these risks is developed depending on the source of the relevant conditions and circumstances. The role and significance of the analysis of corruption risks associated with the participation of public civil servants free of charge in the management of commercial organizations has been clarified. Preventive and preventive measures have been proposed aimed at leveling the conditions and circumstances that provide an opportunity for the action (inaction) of a civil servant participating in the management of a commercial organization free of charge in order to illegally benefit from his official duties (reducing corruption risks).

Ключевые слова: анализ коррупционных рисков; государственный гражданский служащий; безвозмездная основа; управление коммерческой организацией; коллегиальный орган.

Keywords: analysis of corruption risks; civil servant; gratuitous basis; management of a commercial organization; collegial body.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансового университета при Правительстве Российской Федерации на 2022 год по теме: «Анализ коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями, являющимися организациями государственных корпораций (компаний) или публично – правовых компаний и их деятельностью в качестве членов коллегиальных органов управления этих организаций».

Траектория развития национального законодательства о противодействии коррупции, с одной стороны, подчинена определенным детерминантам. В частности, речь идет об установке и систематизации ограничений, запретов, требований и обязанностей, ориентированных на совершенствование мер по противодействию коррупции в государственных, негосударственных и публичных структурах, механизмов контроля имущественного положения, запрета на иностранные финансовые инструменты и т. д., а также содержательной унификации антикоррупционных инструментов (к примеру, интеграции в законодательство единых определений таких категорий, как «конфликт интересов», «личная заинтересованность» и др.). С другой стороны, данная траектория предусматривает унификацию антикоррупционных ограничений и процедур их применения относительно отдельных категорий публичных должностных лиц. Такие ограничения, рассчитанные на применение к государственным (муниципальным) служащим, как отмечает И. С. Андреечев, распространяются на широкий круг публичных должностных лиц [1]. Принимая это во внимание, правомерно считать, что действие Федерального закона от 25.12.2008 № 273-ФЗ «О противодействии коррупции» [2] распространяется, в частности, и на государственных гражданских служащих, участвующих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями.

В соответствии с положениями ст. 17 Федерального закона от 27.07.2004 № 79-ФЗ «О государственной гражданской службе Российской Федерации» [3] государственный гражданский служащий не вправе участвовать в управлении коммерческой организацией, за исключением ряда случаев, установленных данным законом и ретранслированных в Федеральный закон № 273-ФЗ. Так, согласно ч. 3 п. 1 ст. 17 Федерального закона № 79-ФЗ и п. 3.2 ст. 12.1 Федерального закона № 273-ФЗ, к таким случаям-допускам относится, во-первых, участие на безвозмездной основе в

деятельности коллегиального органа организации по специальному уполномочию соответствующего высшего органа власти данного территориального уровня; во-вторых, представление на безвозмездной основе публичных интересов в органах управления и ревизионной комиссии организации, учредителем которой является РФ, ее субъекты и муниципальное образование.

Выдвижение на должность, при этом, осуществляется государственными органами, органами государственной власти субъектов РФ, местного самоуправления, в ряде случаев – иными государственными структурами, например, Правительством РФ, Управлением делами Президента РФ, федеральными министерствами (пп. 2-5, 8, 12 Положения, утв. Правительством РФ от 03.12.2004 № 738 [4]). Для того, чтобы стать членом коллегиального органа управления коммерческой организацией, являющейся организацией госкорпорации, госкомпании или публично-правовой компании, более 50 % акций (долей) которой находится в собственности такой корпорации (компании), государственный гражданский служащий должен следовать требованиям Положения, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 05.10.2020 № 1602 (далее – Положение) [5].

Государственный гражданский служащий может принимать участие в управлении других юридических лиц аналогично на безвозмездной основе на основании акта Президента или Правительства РФ. Так, согласно п. 3 ст. 11 Федерального закона от 23.11.2007 № 270-ФЗ «О Государственной корпорации по содействию и разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех» [6], члены наблюдательного совета данной госкорпорации назначаются на должность Президентом.

Согласно упомянутому Положению, а также иным нормативно-правовым актам, регламентирующим порядок участия государственного гражданского служащего на безвозмездной основе в управлении ком-

мерческой организацией, такое участие допустимо при условии отсутствия факторов, которые могут провоцировать конфликт интересов при исполнении государственным служащим своих должностных обязанностей, а также приводить к нарушению иных ограничений и запретов, установленных Федеральным законом № 273-ФЗ, Постановлением № 1602 и иными нормативно-правовыми актами. Однако, следует согласиться с позицией А. В. Конова о том, что перемещение работников между государственными и иными (коммерческими) организациями, включает в себе масштабный спектр коррупционных рисков [7]. Данную точку зрения разделяет и Минтруда России, в разделе 2 Методических рекомендаций по проведению оценки коррупционных рисков, возникающих при реализации функций, (далее – Методические рекомендации Минтруда) указывается, что к высокой степени участия должностных лиц в осуществлении коррупционно-опасных функций рекомендуется отнести лиц, в должностные обязанности которых входят право решающей подписи, подготовка и визирование проектов решений, участие в коллегиальных органах, принимающих решения, составление акта проверки, выдача предписания об устранении нарушений и контроль за устранением выявленных нарушений, непосредственное ведение реестров, баз данных, содержащих коммерчески значимую информацию [8].

Опираясь на положения п. 1 Методических рекомендаций Минтруда России, под коррупционным риском, связанным с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями, понимаются условия и обстоятельства, предоставляющие возможность для действия (бездействия) государственного гражданского служащего, участвующего в управлении коммерческой организацией на безвозмездной основе, незаконного извлечения выгоды при выполнении своих должност-

ных обязанностей. Существующие коррупционные риски можно классифицировать в зависимости от источника возникновения соответствующих условий и обстоятельств. Так, источником может считаться сам гражданский служащий, который нарушает запреты и ограничения, установленные законодательством, включая наличие собственного бизнеса, приобретение ценных бумаг, по которым может быть получен доход (если это может вызывать конфликт интересов), быть чьим-либо доверенным лицом в государственном органе, в котором он ранее замещал определенную должность, получение вознаграждения (подарков) от физических или юридических лиц в связи с исполнением должностных (служебных) обязанностей за исключением случаев, определенных соответствующим федеральным законом.

Также, источником коррупционных рисков могут стать условия и обстоятельства, возникающие вследствие исполнения государственным гражданским служащим потенциально коррупционно-опасных функций. Согласно перечню, определенному в Методических рекомендациях Минтруда, к ним относятся следующие функции:

- по управлению государственным имуществом;
- разрешительные;
- по оказанию государственных (муниципальных) услуг;
- регистрационные;
- по контролю и надзору (п. 5).

Если говорить о частных случаях обязанностей, вменяемых государственным гражданским служащим, участвующим в управлении коммерческими организациями, то речь может идти, например, о подготовке и принятии решений о распределении бюджетных ассигнований, субсидий, межбюджетных трансфертов, а также ограниченных ресурсов (квот, земельных участков и т. п.); регистрации имущества и ведении баз данных имущества; хранении и распределении материально-технических ресурсов;

проведении государственной экспертизы и выдаче заключений и т. д. (п. 6).

Коррупционные риски также могут возникать во внутренней и внешней среде организации, в управлении которой участвует государственный гражданский служащий. Так, по мнению С. В. Таута и М. А. Овечкиной к таким рискам относятся: системное увеличение случаев мошенничества, должностных правонарушений; угрозы прямых потерь организации от коррупционных действий сотрудников в собственных интересах; рост издержек ведения бизнеса, снижение эффективности бизнес-процессов, рост себестоимости продукции (работ, услуг); формирование атмосферы вседозволенности и аморальности в организации; возможное снижение ее конкурентоспособности; увеличение репутационных рисков; появление сложностей в выстраивании партнерских отношений со стейкхолдерами; затруднение прохождения проверок при заключении договоров, открытии счетов в банках, участии в закупочной деятельности и др. [9]. Перечисленные и иные предикторы коррупционных правонарушений, с нашей точки зрения, можно определить как риски процессуального характера.

Таким образом, учитывая многообразие источников возникновения условий и обстоятельств, предоставляющих возможность для действия (бездействия) государственного гражданского служащего, особая роль отводится процессу анализа соответствующих коррупционных рисков, как отдельного этапа процедуры их оценки (см. рисунок).

Опираясь на положения п. 2 утвержденных Минтруда России «Мер по предупреждению коррупции в организациях» [10], под анализом коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями, следует понимать деятельность по определению возможных способов совершения им коррупционного правонарушения с учетом

особенностей внешней и внутренней среды деятельности организации, реализации предусмотренных должностью бизнес-процессов («коррупционных схем»), круга лиц, которые могут быть вовлечены в совершение коррупционного правонарушения, уязвимостей бизнес-процессов, т. е. тех особенностей их организации, которые способствуют или не препятствуют совершению соответствующего деликта (см. рисунок).

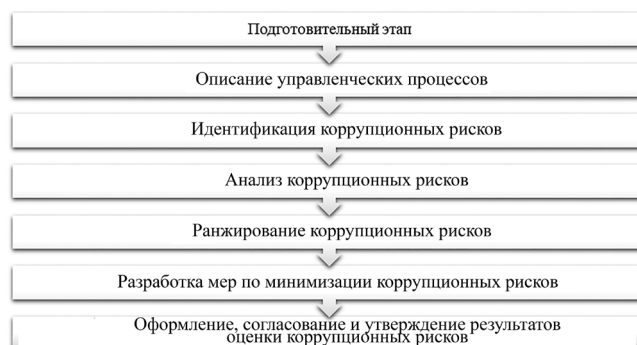


Рисунок. Этапы укрупненного алгоритма оценки коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями

В результате аналитических действий составляется формализованное описание (паспорт) каждого потенциального коррупционного риска, в котором должна быть учтена следующая информация:

- краткое описание распределяемой в критической точке выгоды (преимущества) государственного гражданского служащего; под критической точкой понимается отдельный элемент (подпроцесс, процедура), особенности содержания и построения которого создают объективные возможности для совершения коррупционных правонарушений (п. 2 Рекомендаций Минтруда России по порядку проведения оценки коррупционных рисков в организации [11]);
- перечень потенциальных выгодоприобретателей;
- перечень должностей работников коммерческой организации, участие в управлении которой на безвозмездной основе принимает государственный

гражданский служащий, без участия которых неправомерное распределение выгоды (преимущества) в критической точке невозможно или затруднительно;

- описание личной выгоды, получаемой государственным гражданским служащим как потенциально недобросовестным работником;
- описание возможных способов передачи ему незаконного вознаграждения;
- краткое описание коррупционной схемы;
- процедуры внутреннего контроля в рассматриваемой критической точке;
- возможные способы обхода механизмов внутреннего контроля.

Следует, при этом, согласиться с позицией авторов-разработчиков положений о порядке проведения оценки коррупционных рисков в государственных организациях о том, что при их анализе коррупционных рисков относительно деятельности служащих, занимающих управленческие (руководящие) должности, важно принимать во внимание характер их полномочий [12]. Так, к полномочиям, в наибольшей степени подверженным коррупционным рискам, относятся:

- принятие решений и (или) совершение действий для распределения выгоды (преимущества);
- осуществление подготовительной работы, на основании которой принимается решение о распределении выгоды (преимущества);
- осуществление контрольных функций в отношении работников организации, принимающих или готовящих такие решения, в т. ч. осуществление функций по предупреждению коррупционных правонарушений.

Как видно, оценке коррупционных рисков, связанных с участием государственных гражданских служащих на безвозмездной основе в управлении коммерческими организациями, в целом, и конкретно их анализу важно уделять особое внимание. Одновременно с этим, даже при условии

компетентного проведения данных процедур, организация должна принимать предупредительные и «профилактические» меры, в частности, для нивелирования условий и обстоятельств, предоставляющих возможность для действия (бездействия) государственного гражданского служащего, участвующего в управлении коммерческой организацией на безвозмездной основе с целью незаконного извлечения выгоды при выполнении своих должностных обязанностей. По мнению авторов, целесообразно:

- перераспределять функции между структурными подразделениями внутри организации, управлением которой занимается государственный гражданский служащий;
- использовать информационные и (или) цифровые технологии в качестве приоритетного направления для осуществления служебной деятельности (служебная корреспонденция) [13];
- исключать необходимость личного взаимодействия государственного гражданского служащего с лицами, с которыми возможны имущественные, корпоративные, близкие отношения, способствующие возникновению конфликта интересов [14];
- совершенствовать механизм отбора государственных гражданских служащих, претендующих на управление в коммерческих организациях, в частности для осуществления коррупционно-опасной функции (функций);
- сокращать количество государственных гражданских служащих, имеющих право решающей подписи, подготовки и визирования проектов решений, участия в коллегиальных органах, принимающих решения, составления акта проверки, выдавать предписания об устранении нарушений и контроля за устранением выявленных нарушений, непосредственного ведения реестров, баз данных, содержащих коммерчески значимую информацию;

- устанавливать четкую регламентацию способов и сроков совершения действий государственным гражданским служащим при осуществлении коррупционно-опасной функции (функций);
- устанавливать дополнительные формы отчетности государственных гражданских служащих, осуществляющих управление в коммерческой организации, о результатах принятых решений.

Список литературы

1. Андреев И. С. Соотношение унификации и дифференциации антикоррупционного регулирования в отношении публичных должностных лиц // Право и политика. 2021. № 2. С. 46–60.
2. Федеральный закон от 25.12.2008 № 273-ФЗ (ред. от 01.04.2022) «О противодействии коррупции» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2008. № 52.
3. Федеральный закон от 27.07.2004 № 79-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О государственной гражданской службе Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 31.
4. Постановление Правительства РФ от 03.12.2004 № 738 (ред. от 31.03.2021) «Об управлении находящимися в федеральной собственности акциями акционерных обществ и использовании специального права на участие Российской Федерации в управлении акционерными обществами («золотой акции»)» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2004. № 50.
5. Постановление Правительства РФ от 05.10.2020 № 1602 «Об утверждении Положения о порядке участия федерального государственного гражданского служащего на безвозмездной основе в управлении коммерческой организацией, являющейся организацией государственной корпорации, государственной компании или публично-правовой компании, более 50 процентов акций (долей) которой находится в собственности государственной корпорации, государственной компании или публично-правовой компании, в качестве члена коллегиального органа управления этой организации» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2020. № 41.
6. Федеральный закон от 23.11.2007 № 270-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «О Государственной корпорации по содействию разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции «Ростех» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2007. № 48.
7. Конов А. В. Основные подходы к регулированию «вращающейся двери»: международный опыт // Pandia. URL: <https://pandia.ru/text/80/263/48988.php>
8. Письмо Минтруда России от 25.12.2014 № 18-0/10/В-8980 «О проведении федеральными государственными органами оценки коррупционных рисков» (вместе с «Методическими рекомендациями по проведению оценки коррупционных рисков, возникающих при реализации функций») // СПС Консультант Плюс.
9. Таут С. В., Овечкина М. А. Антикоррупционный комплаенс как инструмент профилактики правовых рисков и эффективной защиты имущественных прав компаний // Имущественные отношения в РФ. 2021. № 3 (234). С. 99–107.
10. Меры по предупреждению коррупции в организациях (утв. Минтрудом России) // СПС Консультант Плюс.
11. Рекомендации по порядку проведения оценки коррупционных рисков в организации (утв. Минтрудом России от 19.09.2019) // СПС Консультант Плюс.
12. Приказ от 12.08.2021 № 03-14/251 «Об утверждении Положения о порядке проведения оценки коррупционных рисков государственным автономным учреждением Краснодарского края «Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг Краснодарского края» // Единый портал многофункциональных центров предоставления государственных и муниципальных услуг Краснодарского края. URL: <https://e-mfc.ru/upload/iblock/168/gu2htciygyq7r0320928v71zwoe8736j.pdf>.
13. Маслиенко М. А., Дроботова Н. А. Цифровизация коррупционных правонарушений: основные проблемы и пути противодействия // ППД. 2022. № 2. С. 48–52.
14. Цирин А. М., Матулис С. Н. Понятие скрытой аффилированности и способы ее выявления // Журнал российского права. 2020. № 2. С. 164–174.

References

1. Andreechev I. S. The ratio of unification and differentiation of anti-corruption regulation in relation to public officials. *Pravo i politika* [Law and Politics], 2021, no. 2, pp. 46–60.
2. *Federal'nyj zakon ot 25.12.2008 № 273-FZ* [Federal Law of December 25, 2008 No. 273-FZ (as amended on April 1, 2022) «On Combating Corruption»]. Collected Legislation of the Russian Federation, 2008, no. 52
3. *Federal'nyj zakon ot 27.07.2004 № 79-FZ* [Federal Law of July 27, 2004 No. 79-FZ (as amended on December 30, 2021) «On the State Civil Service of the Russian Federation»]. Collection of Legislation of the Russian Federation, 2004, no. 31
4. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 03.12.2004 № 738* [Decree of the Government of the Russian Federation of December 3, 2004 No. 738 (as amended on March 31, 2021) «On the management of federally owned shares of joint-stock companies and the use of a special right for the participation of the Russian Federation in the management of joint-stock companies»]. Collection of legislation of the Russian Federation, 2004, no. 50.
5. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 05.10.2020 № 1602* [Decree of the Government of the Russian Federation of October 5, 2020 No. 1602 «On approval of the Regulations on the procedure for the participation of a federal state civil servant on a gratuitous basis in the management of a commercial organization that is an organization of a state corporation, state company or public company, more than 50 percent of shares (shares) which is owned by a state corporation, a state company or a public company, as a member of the collegial management body of this organization»]. Collection of Legislation of the Russian Federation, 2020, no. 41.
6. *Federal'nyj zakon ot 23.11.2007 № 270-FZ* [Federal Law of November 23, 2007 No. 270-FZ (as amended on July 31, 2020) «On the State Corporation for Assistance in the Development, Production and Export of High-Technological Industrial Products «Rostec»]. Collected Legislation of the Russian Federation, 2007, no. 48.
7. Konov A. V. *Osnovnye podhody k regulirovaniyu «vrashhajushhejsja dveri»: mezhdunarodnyj opyt* [Basic approaches to the regulation of the “revolving door”: international experience]. Pandia. URL: <https://pandia.ru/text/80/263/48988.php>
8. *Pis'mo Mintruda Rossii ot 25.12.2014 № 18-0/10/V-8980 «O provedenii federal'nymi gosudarstvennymi organami ocenki korrupcionnyh riskov»* [Letter of the Ministry of Labor of Russia dated December 25, 2014 No. 18-0 / 10 / V-8980 «On the assessment of corruption risks by federal state bodies»]. ATP Consultant Plus
9. Taut S. V., Ovechkina M. A. Anti-corruption compliance as a tool for the prevention of legal risks and effective protection of property rights of companies. *Imushhestvennye otnoshenija v RF* [Property relations in the Russian Federation], 2021, no. 3 (234), pp. 99–107.
10. *Mery po preduprezhdeniju korrupcii v organizacijah (utv. Mintrudom Rossii)* [Measures to prevent corruption in organizations (approved by the Russian Ministry of Labor)]. SPS Consultant Plus.
11. *Rekomendacii po porjadku provedenija ocenki korrupcionnyh riskov v organizacii* [Recommendations on the procedure for assessing corruption risks in an organization (approved by the Russian Ministry of Labor on September 19, 2019)]. SPS Consultant Plus.
12. Order dated August 12, 2021 № 03-14/251 «On approval of the Regulations on the procedure for assessing corruption risks by the state autonomous institution of the Krasnodar Territory «Multifunctional center for the provision of state and municipal services of the Krasnodar Territory». *Edinyj portal mnogofunkcional'nyh centrov predostavlenija gosudarstvennyh i municipal'nyh uslug Krasnodarskogo kraja* [Single portal of multifunctional centers for the provision of state and municipal services Krasnodar Territory]. Available at: <https://e-mfc.ru/upload/iblock/168/gu2htciygy-q7r0320928v71zwoe8736j.pdf>.
13. Maslienko M. A., Drobotova N. A. Digitalization of corruption offenses: main problems and ways of counteraction. *PPD*, 2022, no. 2, pp. 48–52.
14. Tsirin A. M., Matulis S. N. The concept of hidden affiliation and ways to identify it. *Zhurnal Rossijskogo prava* [Journal of Russian law], 2020, no. 2, pp. 164–174.

БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 614.841.3

С. Г. АКСЕНОВ, д-р экономич. наук; **Е. А. КИСЕЛЕВА** (Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа)

E-mail: mosyny98@mail.ru

S. G. Aksenov, E. A. Kiseleva (Ufa State Aviation Technical University, Ufa)

Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности газовой котельной

Measures to ensure fire safety of a gas boiler house

В статье рассмотрено соблюдение требований пожарной безопасности в газовой котельной, эксплуатируемой ГКУ Техобеспечение МЗ РБ. Необходимый уровень противопожарной защиты объекта теплоснабжения обеспечивается контролем основных параметров работы паровых котлов и оборудования всей котельной. В целях установления безопасного ведения технологического процесса для выполнения необходимых требований пожарной безопасности рассмотрены аварийные ситуации, сопровождающиеся пожарами. Определены способы и необходимые мероприятия обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, технологического оборудования и минимизации последствий аварий в целях предотвращения угрозы жизни и здоровью людей. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности предложены в соответствии с государственными нормами, правилами и стандартами, действующими на территории РФ. Основные решения по обеспечению пожарной безопасности предусмотрены с целью предотвращения пожара, обеспечения безопасности людей, сокращения наносимого пожаром ущерба имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде. Предложены требования для исключения возможности возникновения пожара и задымления. Выполнение и внедрение предлагаемых мероприятий позволит повысить взрывопожарную безопасность на объектах газоснабжения и газопотребления.

The article considers compliance with fire safety requirements in a gas boiler house operated by a State-owned Institution of Material and Technical Support of the Ministry of Health of the Republic of Bashkortostan. The necessary level of fire protection of the heat supply facility is provided by the control of the main parameters of the operation of steam boilers and equipment of the entire boiler room. In order to establish the safe conduct of the technological process to meet the necessary fire safety requirements, emergency situations accompanied by fires are considered. The methods and necessary measures for ensuring fire safety of buildings and structures, technological equipment

and minimizing the consequences of accidents in order to prevent threats to human life and health are determined. Measures to ensure fire safety are proposed in accordance with state norms, rules and standards in force on the territory of the Russian Federation. The main fire safety solutions are provided for the purpose of fire prevention, ensuring the safety of people, reducing the damage caused by fire to the property of individuals or legal entities, state or municipal property, and the environment. Requirements are proposed to exclude the possibility of fire and smoke. The implementation and implementation of the proposed measures will improve explosion and fire safety at gas supply and gas consumption facilities.

Ключевые слова: пожары; пожарная опасность; возгорание; противопожарная защита; пожарная безопасность; природный газ; газовая котельная; горючий газ; газозагрязненность.

Keywords: fires; fire hazard; ignition; fire protection; fire safety; natural gas; gas boiler house; combustible gas; gas contamination.

Жизнь человека в современном мире трудно представить без использования природного газа, поэтому важно обеспечить пожарную безопасность объектов газового хозяйства. Преимуществом газовой котельной является ее экономическая целесообразность и экологичность по сравнению с мазутными или другими видами топлива котельных установок. Использование на объекте теплоснабжения взрывоопасного и горючего по своим характеристикам природного газа подразумевает риск аварий, связанных с разгерметизацией, разрушением оборудования, выбросом природного газа, возгоранием и взрывом газозагрязненных смесей, травм работников. Во избежание аварийности, травматизма и возгораний следует обеспечить грамотные проектные объемно-планировочные решения в области пожарной безопасности, исходя из категории помещения котельной и класса пожаро- и взрывоопасной объекта [1].

Для противопожарной защиты объекта (ОПО) необходимо предусмотреть систему средств и устройств, а также мер, предотвращающих возгорание. Основные функции системы противопожарной защиты заключаются в обеспечении соответствующего уровня защиты физического и материального благополучия жизни общества относитель-

но всех периодов инженерных изысканий объектов капитального строительства.

Задачами системы противопожарной защиты являются:

- недопущение возможности возникновения и распространения горения;
- соблюдение и повышение меры пожарной безопасности людей;
- обеспечение пожарной безопасности основных оборотных средств;
- совместное поддержание мер пожарной безопасности общества и основных оборотных средств [2].

Для обеспечения пожаробезопасной и взрывопожаробезопасной работ котельной необходимо рассмотреть возможные сценарии аварий и меры обеспечения пожарной безопасности, включая архитектурно-строительные решения, инженерно-технические противопожарные мероприятия.

Проблема обеспечения требований в области пожарной безопасности на объекте газового хозяйства является популярной и требует должного внимания. Аспекты данной проблемы продолжают рассматриваться в исследованиях и публикациях в целях предотвращения пожароопасных ситуаций, например в статьях [3–5].

Методология

Цель данной работы – предложение и обобщение существующих организационно-технических мероприятий для обеспечения пожарной безопасности и предотвращения опасности для общества и окружающей среды.

Основным оборудованием котельной выступает паровой котел, обеспечивающий потребителей необходимым количеством тепла и пара [3]. Отклонение от нормального режима работы котлов может привести к пожароопасной ситуации. Первостепенной причиной инцидента на опасном производственном объекте является износ основного энергооборудования. Для предотвращения возможных аварий необходимо рассмотреть возможность модернизации и демонтажа изношенного, отработавшего свой нормативный срок эксплуатации технического устройства.

В качестве метода решения данной проблемы рассмотрим инженерно-технический. Этот метод используется на этапе реконструкции зданий и сооружений, способствуют повышению их общей живучести и устраняют источники возможных аварийных ситуаций в результате природных и техногенных факторов среды [6].

Описание объекта газового хозяйства

Котельная предназначена для централизованного снабжения теплом производственных, административных и жилых помещений организации ГКУ «Техобеспечение» МЗ РБ. Организация осуществляет в рамках своих полномочий государственную функцию в сфере здравоохранения в Республике Башкортостан [7]. В качестве топлива используется природный газ по ГОСТ 5542–87. Аварийное – дизельное топливо. Для контроля содержания горючих газов, таких как метан, угарный газ, в помещении котельной установлены стационарный сигнализатор и сигнализатор загазованности. Режим работы котельной – автоматический,

с постоянным присутствием обслуживающего персонала.

Отвод продуктов сгорания от каждого котла осуществляется по индивидуальным газоходам, а далее в индивидуальные дымовые трубы. Контроль температуры и состава продуктов сгорания газа осуществляется переносным газоанализатором при проведении пуско-наладочных работ.

Сеть газопотребления включает в себя следующие основные технологические объекты: газопроводы подземные высокого и низкого давления; газопроводы надземные среднего и низкого давления; оборудование и паропроводы котлов; газораспределительный пункт; газораспределительное устройство; газорегуляторная установка.

Площадка размещения котельной находится на территории с достаточно развитой инфраструктурой и транспортной сетью. Проезд к сети газопотребления возможен в любое время года по дороге с асфальтовым покрытием. К зданию котельной предусмотрен подъезд пожарных автомобилей по всей длине здания. Рассматриваемый объект размещается на безопасном расстоянии от жилых домов и объектов с массовым пребыванием людей.

Чрезвычайная ситуация при эксплуатации газовой котельной определена взрывом и пожаром. Соблюдение требований пожарной и взрывопожарной безопасности зданий и сооружений, в том числе и котельных, зависит от категорирования помещений [8].

В целях соответствия требованиям статьи 4 Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ касательно рассматриваемой котельной и сведениям о мерах пожарной безопасности в табл. 1 приводятся сведения об его идентификационных признаках соответствия нормативно-правовым актам [9].

Анализ потенциальных опасностей возникновения пожара

В подавляющем большинстве аварийные ситуации на объектах газового хозяйства свя-

Таблица 1

Идентификация зданий и сооружений в порядке, установленном ФЗ от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ст. 4)

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	Назначение	Котельная – объект системы теплоснабжения
2	Принадлежность к опасным производственным объектам	Согласно Федеральному закону от 21.07.1997 № 116-ФЗ котельная относится к категории опасных производственных объектов III класса опасности
3	Пожарная и взрывопожарная опасность	Здание котельной – умеренная пожароопасность (категория по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 – «Г»)
4	Степень огнестойкости	II
5	Класс конструктивной пожарной опасности	С0
6	Класс функциональной пожарной опасности	Ф5.1

заны с аварийными выбросами (утечками) природного газа, сопровождающиеся физическим взрывом, немедленным и отсроченным воспламенением, факельным горением, дефлаграционным горением (взрывом) с формированием воздушных волн сжатия.

Природный газ при возможных утечках из-за малой плотности (молярная масса ~ 17,5 против 29 воздуха), отсутствия препятствий на открытых и слабо загроможденных пространствах или достаточной вентиляции (воздухообмена) в помещениях мало склонен образовывать сплошные объемы газоздушных смесей. Наличие средств безопасности (автоматизации, газосигнализаторов, газоходов, систем продувки и др.), постоянного присутствия сменного персонала сводит вероятность образования значительных газоздушных объемов до минимума. В помещениях с низким воздухообменом, цокольных этажах, подвалах, колодцах вероятность образования газоздушных смесей возрастает.

На основании анализа потенциальных опасностей, характера возможных инициирующих событий, сценариев развития и причин возникновения аварий на аналогичных объектах, можно выделить типовые сценарии разгерметизации/разрушения оборудования, последствиями которых будет утечка взрывопожароопасного

вещества (природный газ) с последующим взрывом смеси его паров с воздухом и поражением.

На рассматриваемом опасном производственном объекте согласно нормативной документации по пожарной безопасности № 123-ФЗ возможны следующие пожары: пожары твердых тел (класс А); пожары газообразных веществ (класс С); пожары электрооборудования (класс Е) [10].

Сценарии возможных аварий

В соответствии с Руководством по безопасности «Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов», утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 365 от 17 сентября 2015 г., разрушение наружного газопровода развивается как пожар колонного типа в замкнутом пространстве и струевые пламена. Пожар колонного типа в загроможденном пространстве не рассматривается ввиду отсутствия загроможденного пространства в местах прокладки надземного трубопровода [11].

В соответствии с «Методикой оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности» от 29.06.2016 г. № 272 развитие аварий на

Сценарии возможных аварий

№ сценария	Описание сценария
блок № 1: участок надземного стального газопровода среднего и низкого давления	
1С1	Разгерметизация надземного стального газопровода среднего и низкого давления → истечение газа из концов разгерметизированного газопровода в виде высокоскоростных струй → воспламенение истекающего газа с образованием высокоскоростных струй пламени (факелов) → свободная ориентация факелов в горизонтальной плоскости → воздействие горящего высокотемпературного факела и его теплового излучения → повреждение оборудования + поражение людей.
1С2	Разрыв надземного стального газопровода среднего и низкого давления → образование воздушной волны сжатия в момент разрыва → вылет осколков трубопровода → самовоспламенение и взрыв горючей смеси → разрушение близлежащих сооружений и технических устройств → причинение вреда жизни людей в результате давления ударной волны.
блок № 2: участок подземного стального газопровода высокого и низкого давления	
2С1	Разгерметизация подземного стального газопровода высокого и низкого давления → истечение газа из концов разгерметизированного газопровода в виде высокоскоростных струй → воспламенение истекающего газа с образованием высокоскоростных струй пламени (факелов) → свободная ориентация факелов в горизонтальной плоскости → воздействие горящего высокотемпературного факела и его теплового излучения → повреждение оборудования + поражение людей.
2С2	Разрыв подземного стального газопровода высокого и низкого давления → образование воздушной волны сжатия в момент разрыва → вылет осколков трубопровода → самовоспламенение и взрыв горючей смеси → разрушение близлежащих сооружений и технических устройств → причинение вреда жизни людей в результате давления ударной волны.
блок № 3: участок внутреннего газопровода среднего и низкого давления.	
3С1	Разгерметизация внутреннего газопровода в помещении → самовоспламенение и взрыв горючей смеси → разрушение близлежащих сооружений и технических устройств → причинение вреда жизни людей в результате давления ударной волны.
3С2	Разрыв внутреннего газопровода в помещении → образование воздушной волны сжатия в момент разрыва → разлет фрагментов трубы → заполнение помещения котельной ГВС → самовоспламенение и взрыв горючей смеси → разрушение близлежащих сооружений и технических устройств → причинение вреда жизни людей в результате давления ударной волны.
3С2	Отказ КИПиА или снижение подачи газа на горелку котла в помещении → погасание пламени горелки → выброс природного газа → образование ГВС в помещении → взрыв в топке котла → самовоспламенение и взрыв горючей смеси → разрушение близлежащих сооружений и технических устройств → причинение вреда жизни людей в результате давления ударной волны.

внутренних газопроводах предусматривается по сценарию «взрывного сгорания ГВС».

Возможное развитие расчетных аварий на рассматриваемом опасном производственном объекте «Сеть газопотребления», эксплуатируемый организацией ГКУ «Техобеспечение» МЗ РБ. представлено в табл. 2 [12].

Техническое перевооружение

Для реализации инженерно-технического метода и обеспечения пожарной безопасно-

сти рассматриваемого объекта необходимо техническое перевооружение. Для паровых котлов оно предусматривает замену котла ДКВР-10/13 на паровой котел *Polykraft FRK-3Z* отечественного производства.

Установленная газовая горелка *POLYKRAFT* обеспечивает достижение максимальной эффективности. Завод изготовитель гарантирует исправную работу и безопасность котла в эксплуатации [13]. Данные котлы и вспомогательные оборудования отвечают требованиям стандартов

системы безопасности труда, оснащены необходимыми средствами автоматики, отключающими при аварийных ситуациях.

Эксплуатируемый на рассматриваемом объекте котел ДКВР-10/13, предназначенный для работы в производственно-отопительных котельных, заканчивает свой нормативный срок службы, имеет недостатки в конструкции, уступает в показаниях эффективности и экономичности современным моделям и не обеспечивает надлежащий уровень пожарной безопасности. Средств автоматики в его исполнении не предусмотрено.

Техническое перевооружение обеспечивает предупреждение развития аварий. Для предотвращения аварий и локализации выбросов опасных веществ предусмотрены следующие организационно-технические решения:

- строгое соблюдение норм технологического режима;
- наблюдение за герметичностью оборудования, трубопроводов, арматуры;
- автоматизация работы котлов, включая сигнализацию при отклонении параметров и технологические защиты по всем показателям;
- комплексная автоматизация технологических процессов (регулирование температуры и давления сред), сигнализация предельных параметров;
- в рабочей зоне установлены приборы безопасности для замера и сигнализации ПДК СО и СН₄, связанные с быстродействующим электромагнитным клапаном на вводе газа в котельную;
- на вводе газа в котельную установлен термозапорный клапан, перекрывающий подачу газа в котельную при пожаре;
- локализация аварии в котельной осуществляется путем оперативного перекрытия подачи топлива средствами автоматики (при появлении нештатных ситуаций в котельной посредством автоматизированного управления осуществляется формирование сигнала аварии

с включением звуковой сигнализации и локализации создавшейся ситуации посредством алгоритмов защит);

- регулярное проведение технического освидетельствования, профилактического осмотра и диагностики оборудования, запорной арматуры.

Описание системы обеспечения пожарной безопасности при техническом перевооружении объекта

Предотвращение образования горючей среды обеспечивается, согласно Федеральному закону от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ст. 49) следующими способами:

- использованием негорючих и трудногорючих материалов (бетона, железобетона, стальных конструкций оборудования и т. п.);
- применением кабелей систем электропитания и технических средств противопожарной защиты негорючими с низким газо- и дымовыделением;
- изоляцией топлива для котельной от источников зажигания (использование герметичной трубопроводной системы и технологического оборудования, прокладок во фланцевых соединениях трубопроводов);
- максимальной автоматизацией технологических процессов, связанных с использованием горючих веществ путем применения запорной арматуры, обеспечивающей возможность надежного и быстрого прекращения поступления продукта;
- установкой отключающих устройств: быстродействующий клапан-отсекатель на вводе газопровода в котельную (срабатывает при отключении электроэнергии, при загазованности в котельной, при повышенном содержании окиси углерода в воздухе помещения котельной); термозапорный клапан (перекрывает подачу газа в котельную при пожаре);

- оснащением проектируемых объектов средствами, обеспечивающими автоматизацию технологических операций, сбор и передачу информации: котельная оборудуется автоматикой регулирования и безопасности, электрооборудованием (пусковая и защитная аппаратура для электроприводов), контрольно-измерительными приборами, регулирующей арматурой на отопительной и водопроводной системы.

Выбор вспомогательного технологического оборудования выполнен в соответствии с его функциональным назначением, условиями и режимом эксплуатации. Объем контроля и автоматизации предлагаемого котельного оборудования обеспечивает безаварийную работу технологического оборудования в нормальном режиме.

Современные горелки и котел имеют КПД = 91–94 %, против устаревших котлоагрегатов без автоматизации, имеющих КПД 75–80 %. Система автоматизации котельной вновь устанавливаемого котла взамен старого состоит из следующих систем:

- автоматики модулированной горелки работающей на газе;
- безопасности и управления котлом;
- общекотельной автоматики (шкаф управления котельной);
- учета тепла и воды, газа;
- пожарной сигнализации.

Преимущества в области пожарной безопасности предлагаемой замены технических устройств заключается в системе автоматики горелки совместно со щитом, которые обеспечивают:

- автоматическую вентиляцию топки котла. Нерегулярная вентиляция приводит взрывам ввиду загазованности топки [14];
- автоматику безопасности работы котла (прекращение подачи топлива к горелке). В нештатной ситуации устройство безопасности обеспечит перекрытие подачу газа при утечке, что предотвратит взрыв и возгорание [15];

- автоматику безопасности (запрет подачи газа к горелке) при не герметичности запорных магнитных клапанов перед горелкой;
- сигнализацию аварийного останова котла и запоминание первопричины аварии. Предупреждение персонала в случае неполадок котельного оборудования, что обеспечит неукоснительное реагирование и избежание аварийных ситуаций.

Автоматика безопасности обеспечивает своевременное прекращение подачи топлива при отклонении работы котлов от заданного режима (закрытие отсечных клапанов на вводе газа и жидкого топлива), а также блокировку работы горелок с последующим останом паровых котлов при следующих условиях: загазованности оксидом углерода 20 мг/м³ или по метану 10 % НКПР; возникновения пожара; отключения электроэнергии.

Для контроля температуры и состава продуктов сгорания газа на газоходе от устанавливаемых котлов, предусматривается устройство для отбора газовой пробы из потока или объема исследуемой газовой смеси без изменения ее химического и количественного составов – локальный (одноточечный) зонд (пробоотборник) для переносного газоанализатора.

Паровой котел *Polykraft FRK-3Z* оборудован собственным шкафом котловой автоматики, обеспечивающей защиту безопасности с немедленной блокировкой работы горелки, а также регулирование следующих параметров:

- значения солесодержания клапаном непрерывной продувки по датчику проводимости воды в котле;
- удаления шламовых отложений клапаном периодической продувки срабатыванием по времени;
- поддержания уровня воды в котле включением питательного насоса по датчику уровня;
- поддержания контролируемых значений температуры и давления в соответствии

с параметрами технологического процесса;

- контроля загазованности воздушной среды: для защиты от загазованности угарным газом, метаном, охранно-пожарной сигнализации и управления вводным газовым клапаном-отсекателем предусматривается система автоматического контроля загазованности, состоящая из двух датчиков загазованности метаном и угарным газом; системой в части безопасности осуществляется закрытие клапана-отсекателя газа при повышении концентрации угарного газа или метана; повышении или понижении давления газа на вводе в котельную; пожаре в котельной; пропадании электропитания;
- применения контрольно-измерительных и регулирующих приборов, осуществляющих контроль и управление технологическим процессом, имеющих соответствующие предупредительные и аварийные сигналы и исключающих возможность выхода газа наружу и образование горючей среды;
- трубопровода в котельной и другое вспомогательное оборудование с температурой поверхности более 45 °С изолируются;
- установки охранных зон.

В процессе эксплуатации опасных производственных объектов должны создаваться условия исполнения противопожарных мероприятий и требований пожарной безопасности, хранение и исправного состояния средств пожаротушения [16].

Противопожарная защита (установки пожаротушения, внутреннее и наружное пожарному водоснабжение, противодымная защита)

Здание котельной, согласно своду правил, не оборудуется системами противопожарной защиты, а именно не подлежит защите АУП [17]. Оно оснащено внутренним противопожарным водопроводом. Для внутреннего пожаротушения принимаются

пожарные краны, каждый из которых укомплектован пожарным запорным клапаном, пожарным рукавом, соединительными головками и ручным пожарным стволом в соответствии с требованиями государственных стандартов. Существующие пожарные краны находятся в работоспособном состоянии, что подтверждается результатами испытания на водоотдачу внутреннего противопожарного водопровода. Места размещения существующих пожарных кранов представлены на плане эвакуации из котельной.

Котельные не подлежат защите установками противодымной вентиляции для удаления продуктов горения. Размещение технических устройств, оборудования и сооружений организации ГКУ «Техобеспечение» МЗ РБ выполнено с соблюдением противопожарных требований, что позволяет в пожароопасной ситуации избежать распространения огня на соседние здания и сооружения и обеспечивает пожарную безопасность объекта и безопасность жизни людей.

Для обеспечения противопожарной защиты, а именно предотвращения пожароопасной ситуации в здании котельной установлены:

- сигнализаторы до взрывных концентраций, основной функцией которых является прекращение подачи топлива и запуск вентиляционных установок и электрооборудования при росте загазованности и достижении НКПРП;
- система вентиляция;
- автоматическая пожарная сигнализация;
- резервное аварийное освещение (сети рабочего и эвакуационного освещения запитаны с разных секций распределительных устройств системы электроустановок);
- вышибные ограждающие конструкции. Касательно оборудования котельной для предотвращения разрушения при взрывоопасной ситуации в помещении предусмотрены легко сбрасываемые конструкции достаточной площадью для уменьшения давления детонации,

согласно правилам противопожарной защиты. В рамках вышибной конструкции предусмотрены оконные проемы;

- электрооборудование с применением защитных мер от взрыва (в здании котельной во взрывозащищенном исполнении выполняются светильники эвакуационного освещения [18].

Источником хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения является существующая городская сеть водопровода. Наружное противопожарное водоснабжение на территории состоит из кольцевой сети, на которой расположены пожарные гидранты. Все они находятся в работоспособном состоянии и проходят испытания на водоотдачу два раза в год в соответствии с рекомендациями [19].

Также на объекте имеется водоем на 20000 м³, предназначенный для нужд пожаротушения.

Результаты исследования

Для обеспечения пожарной безопасности рассматриваемой котельной и предотвращения возможных аварий в качестве инженерных мероприятий необходимо принять следующие решения:

- выбор оборудования, соответствующего технологическому режиму;
- герметизированная схема технологического процесса транспортировки газа;
- установка отключающих устройств: быстродействующий клапан-отсекатель на вводе газопровода в котельную (срабатывает при отключении электроэнергии, при загазованности в котельной, при повышенном содержании окиси углерода в воздухе помещения котельной); термозапорный клапан (перекрывает подачу газа в котельную при пожаре);
- контроль загазованности помещения котельной выполняется системой автоматического контроля загазованности;
- применение оборудования во взрывобезопасном исполнении;

- выбор оборудования, арматуры, трубопроводов производится соответственно рабочему давлению, температуре, коррозионной активности среды и другим установленным параметрам;
- изоляция трубопроводов в котельной и вспомогательного оборудования;
- в качестве легкобрасываемой ограждающей конструкции используются оконные проемы;
- фильтрация и умягчение воды на нужды подпитки в котельной;
- обеспечение воздухообмена;
- защитное заземление всех металлических частей электрооборудования.

На случай возникновения пожара в здании котельной обеспечена возможность безопасной эвакуации людей, что достигается:

- конструктивно-планировочным решением здания и помещений, гарантирующим возможность осуществления быстрой эвакуации людей и ограничивающим распространение пожара;
- неприменением горючих материалов, а также материалов, способных распространять горение по поверхности и выделять удушающие газы;
- постоянным содержанием в надлежащем состоянии специального оборудования, способствующего успешной эвакуации людей в случае возникновения пожара или аварийной ситуации (системы экстренного оповещения, аварийное освещение, знаки безопасности);
- ознакомлением всех работающих с основными требованиями и мерами личной предосторожности, которые необходимо соблюдать при возникновении пожара, а также с планом эвакуации людей из зданий;
- исправным освещением путей эвакуации в ночное время;
- установлением со стороны инженерно-техническими работниками систематического контроля строжайшего соблюдения мер предосторожности эксплуата-

ции электроприборов, электроустановок и отопительных систем.

- созданием на каждом рабочем месте персонала, занятого эксплуатацией систем газоснабжения, условий, отвечающих правилам по охране труда;
- обеспечением каждого работника средствами защиты и организация обучения и проверки знаний производственных и должностных инструкций, а также инструкций по охране труда, пожарной безопасности.

Выводы. 1. В работе проведен комплексный анализ пожарной и промышленной безопасности при эксплуатации газового хозяйства и причины возникновения возможных аварийных ситуаций. Рассмотрены и проанализированы условия возникновения аварийных ситуаций и приведены рекомендации для разработки мероприятий по снижению риска.

Выбросы взрывоопасного газа вследствие разгерметизации или разрушения технологических трубопроводов, могут привести к образованию взрывоопасного газозвдушенного облака, взрыву, разрушению здания, оборудования, поражению людей ударной волной. Направленные на уменьшение риска аварий меры касаются надежности оборудования и обеспечения условий его безопасной эксплуатации.

2. Эксплуатация объекта газового хозяйства возможна только после полного комплекса пуско-наладочных работ и исправного содержания системы пожарной сигнализации, системы звукового оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Все работники организации приступают к самостоятельной работе после прохождения инструктажа и обучения ПТМ в соответствии с нормативными документами по пожарной безопасности.

3. На основе разработанной в отношении здания котельной декларации пожарной безопасности можно оценить риск гибели людей в случае возникновения пожара. Полагаясь на методику расчета индиви-

дуального пожарного риска, его величина ($8,8 \cdot 10^{-11}$) соответствует нормативным значениям, т. е. не превышает величину одну миллионную в год. Следовательно, можно сказать, имеющиеся на анализируемом объекте архитектурно-строительные решения, инженерно-технические противопожарные мероприятия удовлетворяют действующим требованиям пожарной безопасности и при угрозе развития пожароопасной ситуации обеспечивают безопасную эвакуацию людей.

Список литературы

1. Харламенков А. С. Категорирование помещений газовых котельных по взрывопожарной и пожарной опасности // Пожаровзрывоопасность. 2018. Т. 27. № 11. С. 70–72.
2. ГОСТ 12.1.004–91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. URL: <https://06.mchs.gov.ru>.
3. Калинин А. Н. Причины пожаров и возможные пути их предупреждения на газовой котельной // Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности. 2020. С. 70–72.
4. Дудоров В. Е., Козлов А. А. Анализ пожарной безопасности зданий газовых котельных при разгерметизации котельного оборудования и трубопроводов // Наука среди нас. 2019. Т. 4. С. 37–42.
5. Колосова Н. В., Котлова Л. А., Высоцкая А. А. Анализ опасности аварийных ситуаций при строительстве и эксплуатации газовых котельных // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2021. Т. 3. С. 49–56.
6. Инженерно-технические методы. URL: <https://studfile.net/preview/6211049/page:4/>
7. Министерство здравоохранения. URL: <https://health.bashkortostan.ru/about/>.
8. Земский Г. Т., Ильичев А. В. Особенности обеспечения пожарной безопасности котельных // Пожарная безопасность. 2015. № 1. С. 114–116.
9. ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ.
10. ФЗ от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

11. *Приказ* Ростехнадзора от 26.12.2018 № 647 «Об утверждении Руководства по безопасности. Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта газа».

12. *План мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на опасном производственном объекте Сеть газопотребления АО «НПО «Микроген» в г. Уфа «Иммунопрепарат». ООО «ПромМашТест Экология». СПб. 2021. 58 с.*

13. *ULTRATHERM* водогрейные жаротрубные двухходовые котлы. URL: <https://ochag96.ru/upload/iblock/f79/Instruktsiya-dlya-kotlov-Polykraft-Ultratherm.pdf>.

14. *Энциклопедия по машиностроению XXL*. URL: <https://mash-xxl.info/info/214186/>.

15. *Устройство автоматики для котлов отопления – регулировка и настройка*. URL: <https://www.tproekt.com/avtomatika-bezopasnosti-gazovyh-kotlov>.

16. *Проектная документация. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности // ООО «Центр». Уфа. 2022. 46 с.*

17. *Приказ* МЧС России от 20.07.2020 № 539 «Об утверждении свода правил «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности».

18. *ГОСТ Р 53961–2010 Техника пожарная. Гидранты пожарные подземные. Общие технические требования. Методы испытаний*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200082711>.

19. *Приказ* МЧС России от 24.04.2013 № 288 «Об утверждении свода правил СП 4.13130. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».

References

1. Kharlamenkov A.S. Categorization of premises of gas boiler rooms according to explosion and fire hazard. *Pozharovryvoopasnost'* [Fire and explosion hazard], 2018, vol. 27, no. 11, pp. 70–72.

2. *Sistema standartov bezopasnosti truda. Pozharnaja bezopasnost'. Obshhie trebovaniya* [System of labor safety standards. Fire safety.

General requirements]. State standard 12.1.004–91. Available at: <https://06.mchs.gov.ru>.

3. Kalinin A. N. Causes of fires and possible ways to prevent them at a gas boiler room. *Teoreticheskie i prikladnye voprosy kompleksnoi bezopasnosti* [Theoretical and applied issues of integrated security], 2020, pp. 70–72.

4. Dudorov V. E., Kozlov A. A. Fire safety analysis of gas boiler buildings during depressurization of boiler equipment and pipelines. *Nauka sredi nas* [Science among us], 2019, vol. 4, pp. 37–42.

5. Kolosova N. V., Kotlova L. A., Vysotskaya A. A. Analysis of the danger of emergency situations in the construction and operation of gas boilers. *Zhilishhnoe hozjajstvo i kommunal'naja infrastruktura* [Housing and communal infrastructure], 2021, vol. 3, pp. 49–56.

6. *Inzhenerno-tehnicheskie metody* [Engineering and technical methods]. Available at: <https://studfile.net/preview/6211049/page:4/>

7. *Ministerstvo zdravoohraneniya* [Ministry of Health]. Available at: <https://health.bashkortostan.ru/about/>.

8. Zemsky G. T., Ilyichev A. V. Peculiarities of ensuring fire safety of boiler houses. *Pozharnaja bezopasnost'* [Fire safety], 2015, no. 1, pp. 114–116.

9. *Tehnicheskij reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij* [Technical regulations on the safety of buildings and structures]. Federal Law no. 384-FZ, December 30, 2009.

10. *Tehnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnej bezopasnosti* [Technical Regulations on Fire Safety Requirements]. Federal Law no. 123-FZ, July 22, 2008.

11. *Ob utverzhdenii Rukovodstva po bezopasnosti. Metodika ocenki riska avarij na opasnyh proizvodstvennyh ob#ektah magistral'nogo truboprovodnogo transporta gaza* [On approval of the Safety Guide. Methodology for assessing the risk of accidents at hazardous production facilities of the main gas pipeline transport]. Order of Rosstekhnadzor no. 647, December 26, 2018.

12. *Plan meroprijatij po lokalizacii i likvidacii posledstvij avarij na opasnom proizvodstvennom ob#ekte Set' gazopotrebleniya AO «NPO «Mikro-gen» v g. Ufa «Immunopreparat»* [Action plan for localization and elimination of the consequences of accidents at a hazardous production facility Gas consumption network of JSC «NPO Microgen» in

Ufa «Immunopreparat»]. PromMashTest Ecology LLC, SPb, 2021, 58 p.

13. *ULTRATHERM vodogrejnnye zharotrubnye dvuhhodovye kotly* [ULTRATHERM hot water fire tube two-pass boilers]. Available at: <https://ochag96.ru/upload/iblock/f79/Instruktsiya-dlya-kotlov-Polykraft-Ultratherm.pdf>.

14. *Jenciklopedija po mashinostroeniju XXL* [Encyclopedia of Mechanical Engineering XXL]. Available at: <https://mash-xxl.info/info/214186/>.

15. *Ustrojstvo avtomatiki dlja kotlov otopenija – regulirovka i nastrojka* [Automation device for heating boilers – adjustment and adjustment]. Available at: <https://www.tproekt.com/avtomatika-bezopasnosti-gazovyh-kotlov>.

16. *Proektnaja dokumentacija. Meroprijatija po obespečeniju pozharnoj bezopasnosti* [Project documentation. Measures to ensure fire safety]. Center LLC, Ufa, 2022, 46 p.

17. *Sistemy protivopozharnoj zashhity. Perechen' zdaniy, sooruzhenij, pomeshhenij i oborudovaniya, podlezhashhih zashhite avtomaticheskimi ustanovkami pozharotusheniya i sistemami pozharnoj signalizacii. Trebovanija pozharnoj bezopasnosti* [On approval of the set of rules “Fire protection systems. List of buildings, structures, premis-

es and equipment to be protected by automatic fire extinguishing installations and fire alarm systems. Fire safety requirements]. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia no. 539, July 20, 2020.

18. *Tehnika pozharaja. Gidranty pozharnye podzemnye. Obshhie tehnicheckie trebovanija. Metody ispytanij* [Fire fighting equipment. Underground fire hydrants. General technical requirements. Test methods]. State standard R 53961–2010. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200082711>.

19. *Ob utverzhdenii svoda pravil SP 4.13130. Sistemy protivopozharnoj zashhity. Ogranichenie rasprostraneniya pozhara na ob#ektah zashhity. Trebovanija k ob#emno-planirovochnym i konstruktivnym* [On approval of the set of rules SP 4.13130. Fire protection systems. Limiting the spread of fire at protected facilities. Requirements for space-planning and design solutions]. Order of the Ministry of Emergency Situations of Russia no. 288, April 24, 2013.