

APRIL 2025 | ISSUE #4(2)

INTERNATIONAL JOURNAL OF PROFESSIONAL SCIENCE

.....

INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL



SCIPRO.RU

ISSN 2542-1085

SOCIAL SCIENCES AND HUMANITIES

UDC 001
LBC 72

International Journal Of Professional Science: international scientific journal, Nizhny Novgorod, Russia: Scientific public organization “Professional science”, №4(2) - 2025. 93 p.

ISSN 2542-1085

International journal of Professional Science is the research and practice edition which includes the scientific articles of students, graduate students, postdoctoral students, doctoral candidates, research scientists of Russia, the countries of FSU, Europe and beyond, reflecting the processes and the changes occurring in the structure of present knowledge.

It is destined for teachers, graduate students, students and people who are interested in contemporary science.

All articles included in the collection have been peer-reviewed and published in the form in which they were presented by the authors. The authors are responsible for the content of their articles.

The information about the published articles is provided into the system of the Russian science citation index – RSCI under contract № 2819-10/2015K from 14.10.2015

The electronic version is freely available on the website <http://scipro.ru/ijps.html>

UDC 001

LBC 72



Editorial team

Chief Editor – Krasnova Natalya, PhD, assistant professor of accounting and auditing the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Construction. (mail@nkrasnova.ru)

Zhanar Zhanpeisova — Kazakhstan, PhD

Khalmatova Barno Turdyhodzhaeva — Uzbekistan, MD, Professor, Head of the Tashkent Medical Academy

Tursunov Dilmurat Abdullazhanovich — Kyrgyzstan, PhD, Osh State University

Ekaterina Petkova, Ph.D Medical University — Plovdiv

Stoyan Papanov PhD, Department of Pharmacognosy and pharmaceutical chemistry, Faculty of Pharmacy, Medical University — Plovdiv

Materials printed from the originals filed with the organizing committee responsible for the accuracy of the information are the authors of articles

Editors N.A. Krasnova, 2025

Article writers, 2025

Scientific public organization
“Professional science”, 2025

Table of contents

INTRODUCTION	5
ENVIRONMENT AND ECOLOGY	6
Zavyazkina V.V., Asmanov I.A. Foreign experience of European countries in the field of solid municipal waste management and the legislative framework of the Russian Federation	6
INDUSTRIAL RESEARCH AND PRODUCTION	24
Smoliarchuk V. Analysis of optimization strategies in global manufacturing practices	24
Sulimin V.V. Import substitution in the Russian Agri-Industrial Complex: analysis of the effectiveness of state support measures under sanctions	31
MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE.....	38
Akulinina D.A., Mertsalova T.S. Influence of genes on predisposition to arterial hypertension	38
REVIEWS AND ANALYSIS	43
Shchetinina N.A., Markosyan Z.S., Chernykh E.A. Demographic forecast, figures in detail	43
SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES	47
Tishkin V.V. Theoretical justification of the improvement of the fuel system of tractor operation on the gas-diesel cycle.....	47
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS	56
Artamonova D.Y., Artamonov D.M., Grigoryeva S.Y., Belov P.S., Brovchenko O. A. Analysis of the impact of vibration on the operator of a horizontal boring machine and methods for reducing it.....	56
Bashlykov N.V. Synthetic polymers as antifriction materials	64
Dragina O.G., Kupriyanova O.P., Potekhina D.A., Vorobeva D.S., Drovovozova E.E. Adaptations of machine tools of lathes for machining parts on a cnc milling machine	74
Sinitsyna K.S., Belov P.S., Nikiforova O.V., Kupriyanova O.P. Reducing noise levels with acoustic screens	85
CONCLUSION	92

INTRODUCTION

In today's world, where sustainable development and environmental responsibility are becoming increasingly important, the study of human interaction with the environment is of particular importance. The issue of the journal "International Journal Of Professional Science, №4(2)" is an interdisciplinary look at current issues in ecology, industry and medicine. This publication includes various studies, ranging from the experience of European countries in the field of solid municipal waste disposal to the analysis of the psychological and physiological aspects of human activity in production. In the context of global challenges such as climate change and economic sanctions, the problems raised in this issue require special attention and in-depth analysis. Each article reflects the importance of scientific approaches and technologies in solving pressing issues, which opens up new horizons for further research and practical applications.

Sincerely,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

ENVIRONMENT AND ECOLOGY

UDC 504.064.4

Zavyazkina V.V., Asmanov I.A. Foreign experience of European countries in the field of solid municipal waste management and the legislative framework of the Russian Federation

Зарубежный опыт стран Европы в сфере обращения с ТКО и законодательная база Российской Федерации

Zavyazkina Violetta Valerievna,

4th year postgraduate student of Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI).

Asmanov Ivan Alekseevich,

1st year postgraduate student of Moscow Automobile and Road State Technical University (MADI).

Supervisor: **Roshchin Alexander Ivanovich**

Associate Professor, PhD in Engineering, MADI

Завязкина Виолетта Валерьевна,

аспирант 4 года обучения Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).

Асманов Иван Алексеевич,

аспирант 1 года обучения Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ).

Научный руководитель: Рощин Александр Иванович
доцент, к.т.н. МАДИ

Abstract. The article examines the problem of municipal solid waste (MSW) management in Russia in comparison with foreign experience in Europe, the USA and Canada. The key shortcomings of the Russian waste management system are analyzed, including low recycling rates, lack of effective separate collection and a weak regulatory framework. Particular attention is paid to successful foreign practices, such as: extended producer responsibility (EPR), the pay-as-you-throw system (PAYT), a ban on the disposal of recyclable waste (EU), the use of modern technologies (container fullness sensors, logistics optimization).

Measures are proposed to improve Russian legislation and infrastructure in the field of MSW management, including the introduction of economic incentives, modernization of the waste collection and recycling system, as well as strengthening control over the implementation of environmental standards.

Keywords: MSW, waste management, recycling, separate collection, legislation, ecology, foreign experience, fullness sensors, routing

Аннотация. В статье рассматривается проблема обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в России в сравнении с зарубежным опытом стран Европы, США и Канады. Анализируются ключевые недостатки российской системы управления отходами, включая низкий уровень переработки, отсутствие эффективно раздельного сбора и слабую нормативно-правовую базу. Особое внимание уделено успешным зарубежным практикам, таким как: расширенная ответственность производителя (РОП), система «плати по мере выброса» (PAYT), запрет на захоронение перерабатываемых отходов (ЕС), использование современных технологий (датчики заполнения контейнеров, оптимизация логистики).

Предложены меры по совершенствованию российского законодательства и инфраструктуры в сфере обращения с ТКО, включая внедрение экономических стимулов, модернизацию системы сбора и переработки

отходов, а также усиление контроля за исполнением экологических норм.

Ключевые слова: ТКО, управление отходами, переработка, раздельный сбор, законодательство, экология, зарубежный опыт, датчики наполненности, маршрутизация

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В нынешнее время одной из актуальных проблем экологии Российской Федерации является загрязнение окружающей среды производственными и потребительскими отходами. Уровень антропогенного воздействия на атмосферу городской и природной среды неуклонно возрастает, в то время как возникает неблагоприятная динамика, причиной которой является отсутствие эффективных нормативно-правовых инструментов, регулирующих обращение с отходами производства и потребления

Отходы оказывают негативное воздействие на природную среду, причем их влияние простирается и на естественные экосистемы. Кроме того, они оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека и представляют серьезную практическую угрозу для жизни будущих поколений.

Для решения проблемы загрязнения природной среды, вызванного производством и потреблением отходов, используются технические, экономические, организационные, правовые и другие средства. Однако до настоящего времени проблема загрязнения окружающей среды полностью не решена.

В настоящее время проблема вывоза и утилизации отходов занимает ведущую позицию среди экологических проблем, с которыми сталкивается человечество. Современные изменения в сфере производства и использования искусственных материалов приводят к накоплению отходов, которые сохраняются на свалках в течение десятилетий, загрязняя почву, воду и атмосферу. Глобальная экологическая ситуация ухудшается с каждым годом, и, если не будут приняты соответствующие меры, наша планета может оказаться на грани катастрофы.

Постоянный рост численности населения приводит к увеличению потребностей и ускоренному истощению ресурсов, а также к увеличению объемов отходов. Эти факты подтверждаются статистическими данными, собранными государственной статистикой ЕМИСС по вывозу твердых коммунальных отходов (далее – ТКО) (см. таблицу 1). Каждый индивидум приносит значительный ущерб окружающей среде, загрязняя ее. Ежегодно в России образуется примерно 4 миллиарда тонн мусора, из которых около 50-60 миллионов тонн составляют ТКО.

Таблица 1

Вывоз ТКО в России и Московской области

№ строки	Субъект РФ	Вывоз ТКО, м3									
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Российская Федерация	241141	255793	260898	262792	266547	268758	274423	275434	304395	336208
2	Московская область	18898	19457	21158	19756	20944	21356	22370	23030	20341	26970

На сегодняшний день человечество генерирует значительное количество твёрдых бытовых отходов, оставляя около 2 миллиардов тонн ежегодно в результате своей жизнедеятельности. Согласно прогнозам, к 2050 году эта цифра ожидается увеличиться до 3,4 миллиардов тонн.

Рассмотрим наиболее крупных производителей мусора в абсолютных значениях:

1. США — 258 млн. тонн в год
2. Китай — 210 млн. тонн
3. Индия — 168,4 млн. тонн.
4. Бразилия — 79,9 млн. тонн
5. Индонезия — 65,2 млн. тонн
6. Россия — 60 млн. тонн
7. Мексика — 53,1 млн. тонн
8. Германия — 51 млн. тонн
9. Япония — 44 млн. тонн
10. Франция — 33,4 млн. тонн

Расходы на потребление товаров и услуг имеют прямую связь с количеством генерируемых отходов. Исследуя географическое распределение мусора, можно предположить, что в странах с более высоким уровнем благосостояния населения производится больше мусора на одного человека. Это предположение подтверждается на практике, однако также существуют исключения из этого правила. Некоторые страны разработали успешные методы сокращения массы производимых отходов, не ухудшая при этом потребительских качеств продукции.

Регион	Среднее значение	Мин.	Макс.
Восточная Азия и Тихий океан	204,4	51,1	1357,8
Европа и Центральная Азия	430,7	98,55	1624,25
Южная Азия	189,8	62,05	525,6
Северная Америка	806,65	708,1	1657,1

Регион	Среднее значение	Мин.	Макс.
Латинская Америка и Карибские острова	361,35	149,65	1627,9
Южная Африка	167,9	40,15	573,05
Ближний Восток и Северная Африка	295,65	160,6	667,95

Вывоз мусора представляет собой проблему, постоянно нарастающую, требующую немедленного решения. Отходы могут быть классифицированы как органические и неорганические. Сбор мусора осуществляется с использованием контейнеров, размещенных в определенных районах или на улицах, а также с помощью бункеров. Организация вывоза мусора для районов или улиц осуществляется по определенному графику, где вывоз из контейнеров происходит дважды в день.

Жизнедеятельность людей связана с ежедневным образованием твердых коммунальных отходов (далее – ТКО), состав которых варьируется в зависимости от страны проживания, региона, местонахождения, места работы и дохода.

ТКО составляют менее 1% от всех промышленных и бытовых отходов, но наиболее проблематичны в крупных городах и вокруг них [1], [2].

«ТКО – это отходы, которые появляются в населенных пунктах в процессе жизнедеятельности, предметы, лишившиеся своих полезных свойств для употребления в процессе их использования физическими и юридическими лицами». Согласно статистике из официальной базы данных Росстата, в 2021 году с территории поселений РФ было вывезено 54,9 млн ТКО, что составляет 0,88% от общего количества образованных в тот год отходов.

Современный кризис систем управления отходами является результатом развития человеческой цивилизации. Ежегодно на 3-4% увеличивается не только количественное накопление ТКО, но и меняется их морфологический и структурный состав, содержащий опасные токсичные вещества, в т.ч. 1-2 класса опасности. Важной составляющей системы управления отходами является детальное раскрытие и анализ информационных показателей, в особенности объемы накопления.

Поддержка, оказываемая государством в настоящее время в рамках активной инициативы по удалению муниципальных отходов в Российской Федерации, объясняется некоторыми недостатками в области рационального природопользования и национального управления отходами, включая создание проекта "Экология" и его составных федеральных природоохранных проектов. Это объясняется неполным охватом существующих проблем, отсутствием коммерческого обоснования для сбора средств, отсутствием правил раздельного сбора отходов и модернизации предприятий по сбору отходов, а также отсутствием стимулирования производителей к соблюдению

принципов цикличности экономики [3].

Важно отметить, что российское Министерство природы не располагает надежной информацией об объеме образующихся отходов, включая ТКО.

Суть информационного обеспечения системы управления заключается в особенностях реализации технических решений и выборе процедурных решений, включая задание параметров модели для оперативной реализации.

Безусловно, следует отметить, что в России система управления муниципальными отходами все еще не столкнулась с неразрешимыми проблемами. Особенно в случае неорганизованных поселений, процесс сбора отходов сопровождается накоплением различных категорий отходов в больших контейнерах, включая смесь из почвы, растительных органических отходов и строительных материалов.

Как выражение экологической политики в области обращения с отходами, решающие стандартные элементы системы управления ТБО определяются следующими положениями:

- при принятии процедурных решений по управлению отходами необходимо учитывать представление показателей раскрытия информации на муниципальном уровне в процессе образования и накопления отходов;
- создание нормативно-правовых условий для уточнения ответственности собственников отходов и обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами. Программа: обязательный раздельный сбор отходов;
- установка тарифных положений для систем компенсации за сбор и переработку отходов;
- гарантирование "поэтапного доступа" для физических лиц (владельцев отходов) для выполнения их гражданской ответственности по предотвращению захоронения отходов. Установка специальных положений о материальной и моральной компенсации для добросовестных граждан.

Правовые основы регулирования отходов определяют деятельность органов управления по предотвращению оказания ущерба здоровью человека и окружающей среде. Включению отходов в экономику в качестве источника дополнительного сырья [4].

Для успешного решения проблемы загрязнения окружающей среды, обусловленной производственными и потребительскими отходами, требуется разработка и реализация эффективной правовой основы, регулирующей управление отходами производства и потребления. Данная основа должна содержать четко определенные и регламентированные экономические, организационные и другие меры.

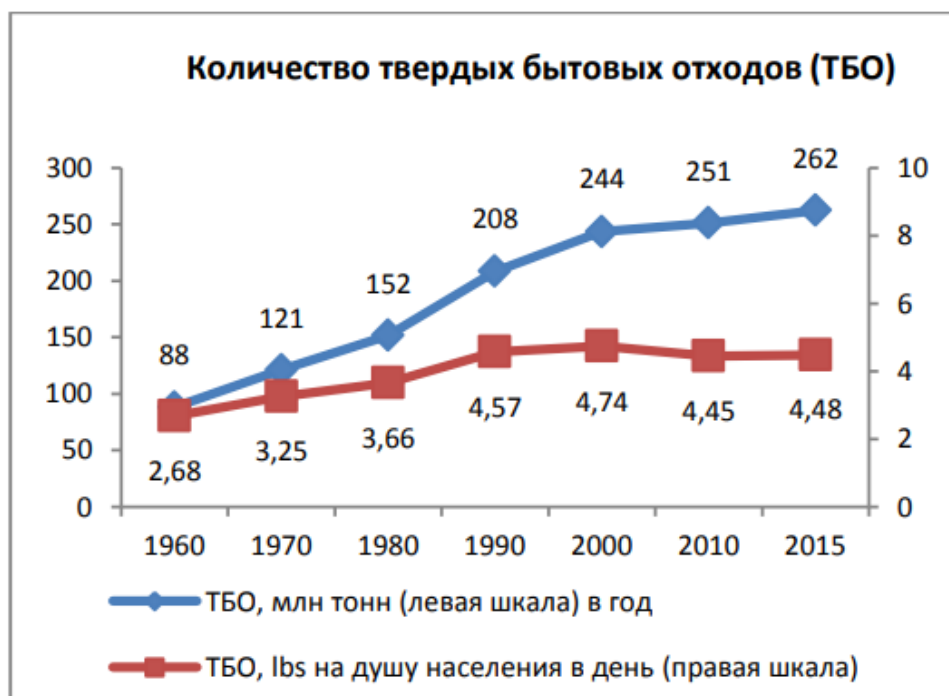
В качестве основы нормативно-правовых механизмов в области производства отходов и управления потреблением нормативные правовые меры способны сбалансировать интересы государства и хозяйствующих субъектов, осуществляющих

активную экономическую деятельность, обеспечив при этом соблюдение экологических прав человека и гражданина, предусмотренных статьей 42 Конституции Российской Федерации [5].

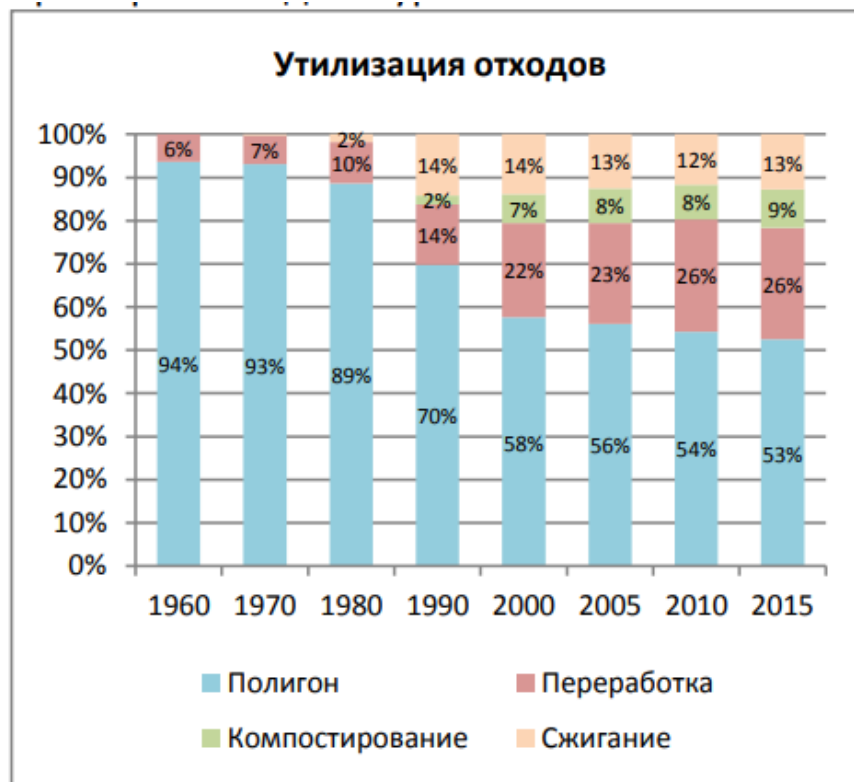
Совершенствование современной нормативной правовой базы Российской Федерации, затрагивающей вопросы регулирования отношений в сфере утилизации и переработке отходов, требует учета положений международного права и зарубежного опыта в данной сфере отношений.

Представим анализ образования и подходов к сокращению объема твердых коммунальных отходов (ТКО) в зарубежных странах. В Соединенных Штатах Америки управление отходами регулируется Агентством по охране окружающей среды (EPA) в соответствии с Законом о сохранении и восстановлении ресурсов (Resource Conservation and Recovery Act) 1976 года. В рамках этого закона каждый штат формулирует комплексные планы по управлению промышленными и муниципальными отходами. Отметим, что в США отсутствует национальный закон, предписывающий конкретные методы утилизации отходов, и каждый штат и муниципалитет может устанавливать собственные требования в этой области.

В США количество твердых бытовых отходов (ТБО) продолжает расти с течением времени, однако за последние 15 лет удалось снизить уровень ТБО на душу населения.



Существенный рост переработки отходов произошел с 1980 по 2000, а с 2000 года доля каждого вида утилизации остается примерно на одном уровне.



В сфере обращения с отходами в Соединенных Штатах Америки принимают участие как частные, так и государственные компании.



Каждый штат имеет несколько способов финансирования программы утилизации отходов. Общеизвестные категории финансирования включают следующее (State Funding Mechanisms for Solid Waste Disposal and Recycling Programs (EPA)):

1. Платы за утилизацию (tipping fees) - взимаемые с физических и юридических лиц за утилизацию отходов.

2. Платы за использование объектов - взимаемые операторами/владельцами свалок, компостных и перерабатывающих предприятий.

3. Налоги - экологические налоги и сборы и другие формы налогообложения.

4. Платы за утилизацию шин (scrap tire fees) - сборы, взимаемые за утилизацию шин и включаемые в стоимость при их покупке.

5. Платы за программу утилизации электронных отходов (e-waste program fees) - ежегодные сборы, уплачиваемые производителями электроники.

6. Местные сборы - сборы, обеспечивающие функционирование местных регуляторных органов, отвечающих за переработку твердых отходов. Расширенная ответственность производителя (EPR) действует не во всех штатах и, в большинстве случаев, охватывает только электронику и краски.

В Канаде примерно 40% твердых бытовых отходов (ТБО) формируется населением, а остальные 60% - бизнесом. В среднем каждая компания генерирует около 1 тонны отходов ежегодно, а каждый канадец выбрасывает примерно 400 килограмм твердых отходов, большая часть из которых направляется на свалки. Например, в 2016 году 3/4 от общего объема сгенерированных отходов (24 млн. тонн) были захоронены на свалках.

В настоящее время в Канаде функционирует более 2000 свалок. Создание новых свалок требует значительного финансирования и включает сложные процедуры для получения разрешений на выбор мест размещения. Кроме того, при разложении отходов на свалках выделяются вещества, которые представляют опасность для окружающей среды.

Увеличение объема производимых отходов приводит к увеличению необходимости сбора средств от региональных властей, бизнеса и населения для финансирования услуг по обращению с отходами.

В связи с этим, муниципальные и провинциальные политики в Канаде в области обращения с отходами нацелены на сокращение утилизации отходов путем стимулирования переработки и внедрения безотходного производства. Например, план действий Онтарио на период 2016-2020 годов предусматривает достижение показателя в 30% переработки всех сгенерированных отходов к 2020 году и 50% к 2030 году, а также переработку 40% органических отходов к 2025 году и 60% к 2035 году. Генеральный план управления твердыми коммунальными отходами города Гвелф устанавливает целевой показатель в 70% переработки всех сгенерированных отходов к 2021 году.

В Канаде регулирование обращения с отходами преимущественно осуществляется на уровне провинций и муниципалитетов. Муниципалитеты ответственны за предоставление услуг по сбору, транспортировке и переработке отходов населения.

Муниципалитеты применяют различные методы определения платы за услуги по сбору, транспортировке и утилизации отходов. В некоторых случаях стоимость включается в состав коммунального налога или взимается специальный ежемесячный платеж. В таких случаях плата не зависит от объема сгенерированных отходов, и фактически те, кто генерирует мало отходов, платят столько же, сколько и те, кто генерирует больше отходов.

Во многих муниципалитетах активно внедряются программы "плати по мере выброса" (PAYT). Они предусматривают, что плата за отходы зависит от выбранного объема контейнера (75, 120, 240, 360 литров) и от периодичности вывоза отходов (например, раз в неделю, раз в две недели и т.д.). Дополнительные платежи могут взиматься за каждый случай сбора мусора из дополнительного контейнера, за переход на более объемный контейнер, за использование дополнительного контейнера, а также за приобретение и использование дополнительных пакетов для мусора, помеченных специальными наклейками (программа "tag a bag").

В некоторых случаях муниципалитеты устанавливают бесплатный лимит на количество сгенерированных отходов, и за каждое превышение этого лимита взимается плата (например, в городе Селкирк, Манитоба, каждая семья может бесплатно выставлять 2 мешка отходов, а за каждый дополнительный мешок взимается плата в размере 1 доллара).

Примером успешной реализации программы PAYT является город Биконсфилд, расположенный на острове Монреаль. После введения программы, в рамках которой владельцы жилых домов платят ежегодный взнос за мусор в зависимости от выбранного объема контейнера (от 152 до 162 долларов) и за каждый раз, когда мусор забирается из контейнера муниципальной службой (от 0.40 до 1.21 доллара за раз), город Биконсфилд снизил объем производимых отходов на душу населения до наименьшего значения среди 33 муниципалитетов на острове. Объем отходов, складываемых на полигонах, сократился на 51% за три года. Кроме того, в первый год программы муниципалитет сэкономил около 200 000 долларов на услугах сбора и транспортировки отходов, и 78% жителей заплатили меньше за услуги, связанные с обращением с отходами, так как они стали реже выставлять контейнеры для сбора мусора.

Таким образом, в Канаде регулирование обращения с отходами осуществляется на уровне провинций и муниципалитетов, а муниципалитеты применяют разнообразные

методы определения платы за услуги по обращению с отходами. Внедрение программы "плати по мере выброса" (PAYT) позволяет достичь снижения объема производимых отходов и сэкономить ресурсы на сборе и транспортировке отходов, а также справедливо распределить затраты между генераторами отходов в зависимости от их объема и частоты вывоза. Это направление политики обращения с отходами активно развивается во многих муниципалитетах Канады.

Анализ основных проблем в области обращения с отходами за рубежом выявил следующие системные проблемы, существующие во многих странах мира:

- существующие места сбора отходов не соответствуют стандартам безопасности (например, Колумбия, Япония);
- проблемы межсекторальной координации деятельности в области обращения с отходами, в том числе между органами государственной власти на разных уровнях (например, Чешская Республика);
- увеличение объемов ТКО, производимых государством (например, Южная Корея, Норвегия, Польша) [6].

Основными международно-правовыми инструментами, регулирующими отношения между секторами переработки отходов производства и потребления, являются Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 23 марта 1990 г.) [7], Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Москва – Вашингтон – Лондон – Мехико, 29 декабря 1972 г.) [8], Соглашение о контроле за трансграничной перевозкой опасных и других отходов (Москва, 12 апреля 1996 г.) [9] и др.

Важность влияния вышеперечисленных международных законов заключается в том, что они устанавливают основные принципы деятельности по обращению с отходами производства и потребления, которые должны соблюдать все страны. Первоочередной приоритет предоставляется экологическим факторам, связанным с использованием отходов, в противовес экономическим факторам. Также следует запретить импорт и экспорт опасных отходов. Дополнительные меры включают повышение информированности населения о рисках образования и утилизации отходов для окружающей природной среды и здоровья человека, а также придание приоритета эффективному управлению отходами.

Зарубежные административно-правовые акты имеют принципиальные ограничения как в сфере хозяйственной деятельности, так и в бытовой сфере, поэтому зарубежный опыт обращения с отходами производства и потребления имеет весьма положительное значение для совершенствования российского законодательства в этой области. Это означает, что воздействие отходов производства и потребления не должно

превышать установленные государством нормы и стандарты, и в соответствии с требованиями государственных органов все предприятия должны предоставлять информацию об отходах; все технические операции, связанные с производством и потреблением отходов (например, сбор, транспортировка, переработка), должны осуществляться на основании разрешения (лицензии).

Страны Европейского Союза в области регламентации отношений по управлению отходами производства и потребления стараются ориентироваться на законодательство и опыт Германии и принимают соответствующие директивы: Рамочная директива 75/442/ ЕЕС от 15 июня 1975 г. об отходах [10], Директива Совета 91/689/ЕЕС от 12 декабря 1991 г. об опасных отходах [11], Директива Совета 1991/31/ ЕС от 26 апреля 1999 г. [12], о полигонах отходов и др.

Политика ЕС в сфере регулирования ТКО придерживается следующих принципов:

- принцип приоритетного использования методов "обработки" отходов;
- принцип перемещения отходов ближе к их источнику;
- принцип усиления обязательств у производственного сектора за образование ТКО;
- принцип применения современных и эффективных технологий управления отходами;

Таким образом, зарубежные механизмы регулирования уровня образования ТКО содержит следующие элементы:

- разработка нормативных актов, регулирующих процедуры сбора, хранения, транспортировки и переработки ТКО;
- переработка отходов на оборудовании, соответствующем определенным нормам и стандартам, установленным национальными властями;
- правила: «те, кто производит отходы, перерабатывает их» и «те, кто загрязняет окружающую среду, оплачивают расходы»;
- обязательное лицензирование деятельности по утилизации опасных отходов;
- обязательный учет и отчетность перед государством всех компаний, производящих отходы;
- специальные национальные регулирующие органы для координации деятельности по управлению, связанной с образованием, удалением, уничтожением и использованием отходов.

В связи с вышеизложенным, современное российское законодательство в сфере регулирования отношений по обращению с отходами производства и потребления должно быть развито и включать в себя следующие аспекты:

- разработка и установление ответственности за отношения в сфере обращения

с отходами производства и потребления;

- разработка безопасных и ресурсосберегающих механизмов обращения с отходами на всех стадиях технологического цикла;
- определение критериев оценки соответствия отходов нормативным и техническим требованиям;
- регулирование государственного контроля (надзора) в области обращения с отходами и создание условий для международного сотрудничества по указанным вопросам.

Следует отметить, что в большинстве зарубежных стран существуют законы, регулирующие разделение, сбор, транспортировку и переработку коммунальных, промышленных и опасных отходов, которые являются ключевыми аспектами сферы обращения с отходами.

В некоторых зарубежных странах принято комплексное законодательство, которое является основой для всех последующих нормативных актов в области обращения с отходами и способствует развитию последовательного законодательства в области регулирования обращения с отходами (пробелы отсутствуют).

Следует отметить, что в большей части европейских стран существуют законы о разработке регулярных планов обращения с ТКО (например, в Норвегии в Белой книге по охране окружающей среды содержатся положения о национальных регулярных планах управления отходами).

Большинство стран располагают обширным государственным аппаратом для осуществления политики в сфере обращения с ТКО, как правило, в рамках двух- или трехуровневых систем управления.

Первоначально определяются цели государственной политики, такие, как национальные планы и стратегии регулирования отходов, и создаются правовые границы.

Следующий шаг министерства заключается в том, что отвечающее за экологическую политику, приступают к консультированию других федеральных правительственных органов по вопросам, связанным с экологической политикой, такими как введение закрытой циркулярной экономики и разработка планов для отраслей промышленности, сельского хозяйства, управления фармацевтическими отходами и станций переработки. Например, в Венгрии за политику в области удаления отходов отвечает министерство сельского и лесного хозяйства, а за ТКО - Государственное управление по вопросам развития. По аналогии, в Колумбии ответственность за политику в области удаления отходов несет министерство по вопросам окружающей среды и устойчивого развития, а за управление ТКО -

Министерство жилищного строительства и местного самоуправления.

Министерство окружающей среды Чехии создало Комитет по обращению с отходами, состоящий из экспертов всех соответствующих государственных ведомств и представители НПО для предоставления консультаций по вопросам политики в сфере ТКО и поддержания последовательной политики управления отходами во всех ведомствах.

Во многих случаях для обеспечения соблюдения этой политики создается отдельный орган, например, Экологическая инспекция в Эстонии, Зеленая политика в Израиле и Экологическая политика в Польше.

Национальные природоохранные органы могут иметь вес при принятии решений в государственной политике в сфере обращения с ТКО (например, Словения), а также могут сосредоточить внимание на исследованиях (например, Агентство по экологической оценке Нидерландов).

Государственные органы отвечают за лицензирование определенных видов деятельности по управлению ликвидацией ТКО (в Норвегии национальные органы отвечают за лицензирование предприятий по переработке опасных отходов) и за регулирование национального хранения опасных отходов (Израиль и Эстония) сбор и обобщение информации, поступающей от местных органов власти. Поддержка местных органов власти в области управления ликвидацией отходов (Корея, Польша) включает в себя способность координировать осуществление мероприятий по управлению ликвидацией отходов в рамках осуществления национальных мероприятий по управлению ликвидацией отходов.

Благодаря международному опыту в сфере обращения с ТКО меры, принимаемые за рубежом для повышения эффективности управления отходами, включают в себя законодательство, стратегические планы и планы управления отходами, принятие экономических принципов замкнутого цикла; Она включает создание систем межправительственных обменов и регулирование муниципальных отходов по пяти категориям:

1) Нормативно-правовое регулирование и стратегическое планирование обращения с ТКО:

- формирование правового регулирования, включающего в себя все смежные процессы, связанные с обращением с ТКО (большая часть европейских стран);
- проработка планов по обращению с ТКО, содержащие в себе количественные показатели, способы их осуществления, источники финансирования мероприятий, в т. ч. процесс обзора и контроля за осуществлением этих планов (большая часть зарубежных стран);

– управление национальным и муниципальным планированием в области управления ТКО (Польша).

2) Создание институциональных рамок для государственных властей:

– руководство частью услуг по утилизации ТКО на муниципальном уровне с целью интеграции средств управления местными ТКО в общую систему государственного контроля за ТКО (большая часть Организации экономического сотрудничества и развития);

– формирование структуры для поддержания и координации политики в области управления ТКО в отдельных производственных отраслях (большая часть развитых стран).

3) Увеличение влияния муниципальных служб в области ликвидации ТКО:

– проведение аукционов (где есть возможность) для совершенствования услуг по утилизации ТКО (большая часть стран Организации экономического сотрудничества и развития);

– увеличение эффективности тендерами и мониторинга в сфере управления ТК (Польша, Япония, Норвегия);

– организация раздельного сбора отходов для их дальнейшей переработки и повторного использования (большинство стран Организации экономического сотрудничества и развития).

4) Сотрудничество с частным сектором

– взаимосвязь между государственным и частным секторами в планировании и осуществлении мероприятий по управлению ТКО (Нидерланды и Япония);

– корреляция государства и частного сектора в сфере мотивации переработки ТКО (Израиль, Колумбия и др.) [13-16].

Формирование высокоэффективной структуры по обращению с ТКО в РФ является важным элементом устойчивого развития, включающим технические, социально-экономические, правовые, экологические, финансовые, политические и даже культурные аспекты.

Список возможных изменений в области обращения с отходами для увеличения показателей государственной политики в данной сфере.

1) Совершенствование региональных схем управления ТКО:

– улучшить территориальные схемы и их цифровые модели согласно действующим нормативно-правовым документам;

– обеспечить взаимосвязь населения с региональными операторами и контролирующими органами;

– прописать в нормативно-правовой базе обязательство одобрения в виде

заключения экологической экспертизы по территориальным схемам управления ТКО.

2) Обновление подвижного состава региональных операторов по вывозу ТКО:

- проработать увеличение лизинговых схем для обновления подвижного состава у региональных операторов для перевозки ТКО, закупки оборудования по переработке ТКО и контейнеров для раздельного сбора отходов;
- усилить надзор за регулярностью вывоза ТКО с введением административной ответственности за несоблюдение сроков.

3) Доступность аналитических данных по объемам ТКО

- обязать региональных операторов предоставлять информацию о денежных движениях, связанных с ТКО, обновлении оборудования, расширении численности контейнеров и транспортных средств для перевозки ТКО [17];
- организовать взаимосвязь нормативно-правовой базы по размещению, модернизации и строительстве объектов ТКО в области информационного обеспечения населения через СМИ, получения обратной связи от населения посредством дистанционных средств или личного обращения, плана проведения общественных собраний по внесению изменений в территориальные схемы управления ТКО.

4) Процессы по усовершенствованию государственной поддержки в области управления ТКО с учетом успехов в международной практике:

- введение разделения налоговой системы для управления ТКО в соответствии с нанесенным экологическим ущербом при переработке отходов [18];
- изменение схемы ценообразования за сбор ТКО, формирование цены происходит по факту вывоза отходов с целью поощрения уменьшения объема отходов и их сортировки.

Сформированная на основе рекомендаций нормативно-правовая база Российской Федерации, как представляется, будет способствовать эффективной государственной управленческой деятельности в этой сфере и формированию индустрии переработки отходов.

Проанализировав опыт других стран и отечественной практики в области вывоза отходов, предлагается оснастить мусорные контейнеры и бункеры специальными устройствами, способными учитывать различные факторы, необходимые для эффективного вывоза отходов.

Внедрение этих устройств позволит решить следующие проблемы:

1. Диспетчеры, ответственные за обслуживание определенных районов, будут иметь реально-временную информацию о объеме мусора, находящегося в каждом контейнере/бункере. Это позволит предотвратить перегрузку контейнеров и избежать необходимости ручной утилизации мусора водителями. Зная точное количество

отходов, диспетчеры смогут перераспределять контейнеры, устанавливая дополнительные в наиболее загруженных зонах.

2. Установленные датчики будут регистрировать опустошение контейнеров, что исключит возможность вмешательства человека и фальсификации данных.

3. Благодаря датчикам государство сможет контролировать соблюдение условий государственного контракта.

4. Внедрение датчиков создаст конкуренцию между компаниями в данной сфере, поскольку все компании будут работать в равных условиях.

5. Местоположение большинства бункеров часто остается неизвестным. Установленные датчики помогут отслеживать эти бункеры и своевременно осуществлять их вывоз.

6. Бункеры часто подвергаются краже и перепродаже на металлолом. Датчики позволят предотвратить такие кражи.

7. Установка датчиков позволит своевременно обнаруживать возгорания, возникшие в бункерах/контейнерах, и принимать меры по их предотвращению.

8. Благодаря датчикам и информации о заполненности контейнеров, диспетчеры смогут составлять оптимальные маршруты для обхода объектов, основываясь на уровне заполненности каждого контейнера.

Исходя из анализа опыта других стран в области обращения с отходами потребления и производства, а также из оценки результатов их работ, можно сделать вывод о возможности применения наиболее эффективных практик и формировании более успешной системы, превосходящей существующую в настоящее время.

Применение наиболее успешных аспектов и механизмов работы, выявленных в опыте других стран, позволит улучшить существующую систему управления отходами. Применение передовых методов, нормативно-правовых инструментов и технологических решений, позволит сократить негативное воздействие отходов на окружающую среду и здоровье человека.

Изучение опыта других стран позволяет выделить ряд проблем, с которыми сталкиваются в данной сфере. Внедрение устройств, способных учитывать множество факторов, необходимых для вывоза отходов, может существенно улучшить эффективность системы и решить эти проблемы.

Основываясь на опыте зарубежных стран, можно сделать вывод о необходимости пересмотра нормативно-правовой базы в области вывоза отходов. Введение требований к оснащению контейнеров устройствами учета заполнения, а также регулирование использования датчиков и автоматизированных систем может стать важным шагом для улучшения качества и эффективности процесса вывоза

мусора.

Такие меры позволят государству более эффективно контролировать выполнение государственных контрактов и обеспечить соблюдение стандартов в сфере вывоза отходов. Кроме того, создание конкурентной среды с равными условиями для всех участников рынка способствует развитию отрасли и стимулирует внедрение инноваций.

References

1. Федотова О.В., Демичева Т.С. Загрязнение земель твердыми коммунальными (бытовыми) отходами как проблема XXI века // Вестник Белгородского юридического института МВД России имени И.Д. Путилина. 2019. №2. С. 10–14.
2. Павленков М.Н., Воронин П.М. Проблемы развития сферы твердых коммунальных отходов муниципального образования // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2018. №3. С. 130–139.
3. Конева П.М. Регулирование обращения с твердыми коммунальными отходами в России: правовые аспекты, проблемы и пути их решения // Форум молодых ученых. – 2018. – № 12-2(28). – с. 1066-1073.
4. Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/. (Дата обращения: 30.03.2025).
5. Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс] – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (Дата обращения: 30.03.2025).
6. Овсянникова Д.К. Проблемы внедрения системы расширенной ответственности производителей в государственной политике в сфере обращения с отходами // Вестник Академии знаний. – 2019. – № 35(6). – с. 226-229.
7. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 23 марта 1990 г.) [Электронный ресурс] – URL: <https://base.garant.ru/10108585/> (Дата обращения: 02.04.2025)
8. Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов (Москва – Вашингтон – Лондон – Мехико, 29 декабря 1972 г.) [Электронный ресурс] – URL: <https://base.garant.ru/2540498/> (Дата обращения: 02.04.2025)

9. Соглашение о контроле за трансграничной перевозкой опасных и других отходов (Москва, 12 апреля 1996 г.) [Электронный ресурс] – URL: <https://base.garant.ru/1133196/> (Дата обращения: 02.04.2025)
10. Рамочная директива 75/442/ ЕЕС от 15 июня 1975 г. об отходах [Электронный ресурс] – URL : <https://base.garant.ru/2564451/> (Дата обращения: 02.04.2025)
11. Директива Совета Европейских сообществ 91/689/ЕЕС от 12 декабря 1991 г. об опасных отходах [Электронный ресурс] – URL : <https://base.garant.ru/2564459/> (Дата обращения: 02.04.2025)
12. Директива Совета Европейских сообществ 1991/31/ ЕС от 26 апреля 1999 г. о полигонах отходов [Электронный ресурс] – URL : <https://base.garant.ru/2563786/> (Дата обращения: 02.04.2025)
13. Коммунальные отходы, их образование и обработка. ОЭСР. [Электронный ресурс] – URL: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MUNW> (Дата обращения: 06.04.2025).
14. Обращение с отходами и экономика замкнутого цикла в отдельных странах ОЭСР. Данные из обзоров результативности экологической деятельности. ОЭСР. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/9789264309395-en/index.html?itemId=/content/publication/9789264309395-en> (Дата обращения: 06.04.2025).
15. Показатели управления отходами. Eurostat. Statistics Explained. [Электронный ресурс] – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_management_indicators (Дата обращения: 06.04.2025).
16. Municipal waste. Оэср. [Электронный ресурс] – URL: <https://data.oecd.org/waste/municipal-waste.htm> (Дата обращения: 06.04.2025).
17. Измайлова А.Р. Связь экономики и экологии в сфере переработки вторичных ресурсов // Инновационная наука. – 2019. – № 4. – с. 113-115.
18. Рекомендации по управлению государственными расходами на охрану окружающей среды. ОЭСР. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.oecd.org/env/outreach/peem.htm> (Дата обращения: 06.04.2025).

INDUSTRIAL RESEARCH AND PRODUCTION

UDC 621.7:658.5

Smoliarchuk V. Analysis of optimization strategies in global manufacturing practices

Smoliarchuk Vladimir

specialist degree, Moscow Aviation Institute (National Research University)
Moscow, Russia

Abstract. *The article is devoted to a comparative analysis of optimization strategies for production processes in different countries. Key approaches and technologies such as digital twins, robotics, lean technologies, and their impact on reducing costs, increasing productivity, and improving product quality are explored. Differences in the strategies applied in Europe, North America, and Asia are examined, and factors influencing the successful implementation of innovative solutions are identified. Based on the analysis, recommendations are provided for integrating advanced technologies into manufacturing systems to enhance their efficiency and competitiveness in a global economy.*

Keywords: *optimization, manufacturing processes, digital twins, robotics, lean technologies, innovations.*

Рецензент: Булгакова Ирина Николаевна - Доктор экономических наук, доцент. Доцент кафедры системного анализа и управления
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Introduction

With the global intensification of industrial development and the restructuring of production systems, the development of methods for optimizing production processes is becoming increasingly relevant. Modern industrial enterprises are faced with the need to respond promptly to the evolving state of the technological conditions and global competition, and this requires the introduction of new approaches to making operations more effective. Of particular interest is the implementation of sophisticated technological solutions aimed at rationalizing each stage of the process of production.

The goal of the current research is to analyze production process optimization technologies applied in foreign practices. The study is focused on the definition of the dominant characteristics and requirements for effective use of automation technologies, robotization, and lean technologies.

Achievement of this goal will create the possibility for comparative analysis of optimization techniques, identification of general trends and features of national strategies. It will help to increase production streams and implement innovative methodological solutions

with the ability to ensure stable growth in the efficiency of industrial business under the conditions of a dynamically developing world economy.

Main part. Methods for improving the efficiency of production processes

Contemporary companies are faced with the need to constantly upgrade their production chains in an effort to competitively at the international level. Of key significance among areas of interest is taking up integrated technological solutions to maximize each step of the production chain. With regard to this, extra emphasis is placed on the integration of sophisticated digital technology, monitoring and control systems to curb time costs and reduce errors in production. With the assistance of advanced sensors, programmable logic controllers, and applications software, not only is the effective coordination of individual production process stages feasible but also real-time monitoring with the assistance of which there is a significant reduction in energy costs and improving the quality of products. For example, research has demonstrated [1] that companies employ **digital twin technologies** to allow them to replicate physical items and manufacturing lines as virtual representations so that they can perform various simulations in real time. They aim to reduce equipment downtime by 20 to 30 %.

Another very important area is the use of **robotization of production** which greatly redesigns traditional methods of carrying out operations in production. Modern robotic complexes perform a huge set of operations-from fixing parts to performing welding operations and packing finished products. High precision and flexibility of robot control allow you to reduce the cost of operations, and increase the level of product quality by eliminating the influence of the human factor. The use of robot lines ensures a significant reduction in equipment downtime, and this has a beneficial impact on the performance of operations. For example, analytical examination of a number of businesses has shown that the use of robots can lead to a significant improvement in productivity and a reduction in the cost of production by 10% to 30% [2]. This, along with labor safety enhancement by mechanizing hazardous work, is a crucial element of a universal production efficiency increase.

With the installation of digital and robotic technologies, special attention is given to the use of **lean technology** – a lean production system aimed at the structured elimination of losses and optimization of all phases of the production process. The above method in Lean requires continuous observation of current processes, the creation of bottlenecks and implementation of measures to their elimination, leading to the overall system's efficiency improvement and cost reduction of production [3]. Implementation of lean manufacturing principles, such as reduction of equipment changeover times and optimal internal process logistics, reduces production losses, improves product quality and maximizes staff

performance. Therefore, the combined use of these techniques is the most significant foundation for attaining sustainable success in the optimization of production processes.

Comparative characteristics of optimization strategies

A comparative examination of production process optimization strategies illustrates the necessary contrasts in methodology applied across different regions, and general tendencies determined by current technological developments. Modern production environment is based on digital transformation with the implementation of solutions in automation, robotics, and lean manufacturing (table 1).

Table 1

Comparative analysis of optimization strategies by region

Region	Optimization strategies	Key technologies	Expected results
North America	Centralized digitalization, management modules.	Artificial intelligence (AI), automation	Increased overall production efficiency and reduction of operational costs.
European Union	Implementation of digital twins, predictive maintenance.	Digital twins, Internet of Things (IoT)	Reduction of equipment downtime, improvement in service quality.
Japan and South Korea	Integration of robotics with predictive maintenance.	Robotics, AI	Improved accuracy and stability of processes, reduction of unexpected failures.
China	Lean technologies and digital transformation.	Digital systems, Lean	Process optimization, reduction of waste, and improvement in product quality.
India	Production modernization, IoT and AI implementation.	IoT, AI, Big Data	Faster decision-making, increased operational transparency.

Global industry is characterized by variability in approaches to optimization of production processes, according to the level of economics, traditions and state support of innovations [4]. In the comparison of the strategies used in a range of countries, there are distinctions according to the level of infrastructure development, investment possibilities and strategic priority of the region.

For example, in **America**, cutting-edge investment and rapid technology solution uptake are predominant approaches. For optimization in such an instance, success will critically depend on the ability to accelerate innovations fast by way of flexible and adaptable systems of management. The American business approach allows you to reduce the cost of production and increase efficiency, owing to close integration of robotized production lines and the ability to quickly adapt business processes in a highly volatile environment. It is accompanied by constant modernization of the technology park and real use of data, which makes the American approach distinct from traditional approaches in other markets [5]. In general, in global practice, as the 2024 McKinsey study shows, certain technologies are more developed and receive greater investment, while others lag significantly behind (fig. 1).

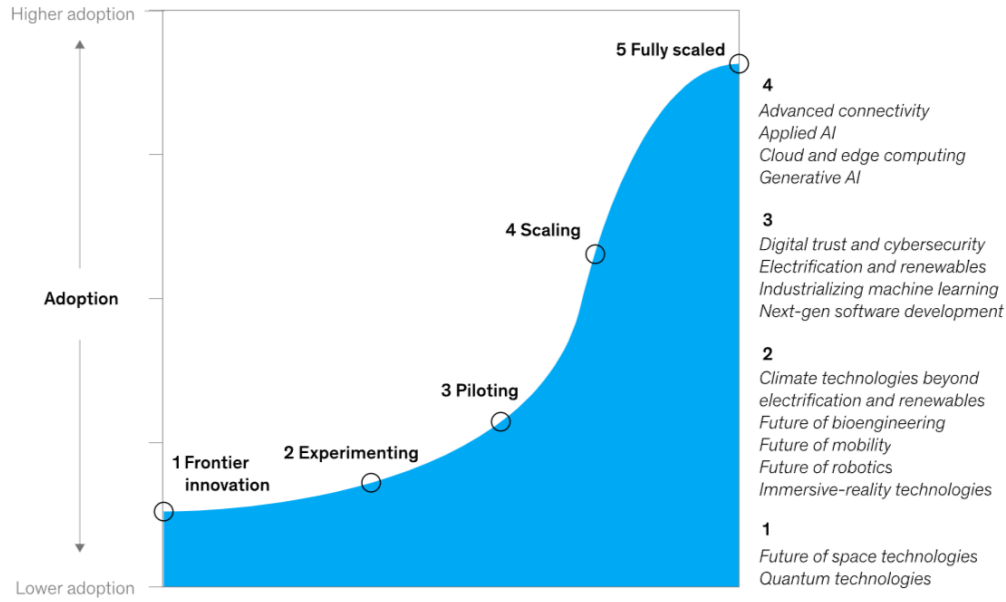


Figure 1. Implementation curve of technological trends, implementation assessment [6]

Examples of American companies successfully utilizing advanced technologies for optimizing production and sales include **Tesla** and **Amazon**. Tesla actively implements robotic production lines and AI to automate processes, reducing production costs and increasing the efficiency of electric vehicle assembly. Amazon, in turn, applies machine learning algorithms and robotics in its warehouses, ensuring high-speed order processing and adaptive logistics in response to market fluctuations. This approach reflects the characteristic American strategy of rapid modernization and business process flexibility, distinguishing it from traditional management methods in other countries.

In the **Western European** countries, special emphasis is put on the overall digitalization of production systems, where the intensive use of digital twins and analytical platforms reduces the total proportion and provides more accurate forecasting of maintenance. This is achieved through the deep integration of information technologies into traditional production processes, which establishes a solid foundation for the digitalization of business. For example, the German company **Siemens** actively utilizes digital twin technology in manufacturing, enabling predictive maintenance and optimizing production efficiency, thereby reducing costs and downtime.

In Asia, there are relatively distinct optimization strategies. For example, Japan employs the creation of robot systems, as a result of which it can achieve higher sustainability of production processes by accurately placing robots in production lines. South Korea and China employ a combination of lean optimization and digital transformation, as a result of which they can achieve shorter production cycle times. It is remarkable that **state** and **private sector**

investment projects have a significant influence in these countries, which allows creating favorable conditions for the realization of innovations and modernization of production processes. This integrated approach results in sustainable productivity growth and operational risk reduction [7]. For example, **Toyota** in Japan integrates robotic automation with the Kaizen philosophy, ensuring continuous improvement and efficiency in production while maintaining sustainability. Similarly, **Samsung** in South Korea combines lean manufacturing principles with AI-driven analytics to optimize supply chains and reduce production cycle times, enabling faster adaptation to market demands.

An analysis of optimization strategies shows that the success of optimization is determined not only by technological innovations, but also by the degree of adaptation of organizational structures, corporate culture, and readiness for change. As a result, a comparative analysis of different countries highlights the importance of a systematic approach to optimization, when technological modernization is combined with a competent management policy.

Evaluating the effectiveness of optimization strategies

Assessing the impact of optimization strategies requires a comprehensive approach that incorporates various quantitative and qualitative tools. These methods help measure how the implementation of technological and organizational innovations contributes to the enhancement of production system performance. The evaluation is based on multi-criteria models that allow us to examine both short-term and long-term consequences, for example, the cost-effectiveness of investing in optimization programs. The main focus is on indicators such as the return-on-investment ratio, the reduction in production cycle length, and the decrease in unscheduled equipment shutdowns, allowing efficiency to be divided into financial and operational components.

The efficiency evaluation method is based on the application of new analytical platforms and mathematical modeling, by means of which you can compare system performance before and after the optimization measures are implemented. At the same time, it is particularly important to research key success indicators, identify the change dynamics of production processes, and calculate the difference between planned and actual results [8]. For example, applying sensitivity analysis and regression models, it can be established that slight increases in each process element will guarantee productivity growth. Execution of these processes allows you to create scenarios of further development of optimization measures, to adjust management and customize quality control systems in real time.

Among the most important components of this appraisal is constructing straightforward scenarios based on which it is possible to determine the influence of introducing new technologies. The developed models make it possible to calculate the monetary effects of

optimization, for example, reducing equipment maintenance costs and reducing the rate of unplanned shutdowns and hence directly influencing overall production profitability. Companies use precise KPI that include payback periods and operational stability indicators, which allows us to state with confidence that the efficient use of innovations leads to significant improvement in the performance of main indicators. Such quantitative data allows managers to make reasonable decisions on further optimization project development and technology scaling implemented.

Thus, evaluation of optimization policy effectiveness is a continuous process of monitoring, modeling and adapting implemented changes, which ensures high flexibility of production systems for a dynamic market condition. The received information as a result of such auto-regulated analysis can not only reduce the cost of operation, but also ensure sustainable growth of production capacity and improve the company's competitive position.

Conclusion

As a result of the comparative analysis of optimization techniques for production processes, it is possible to conclude that the successful implementation of modern technologies, such as digital twins, robotics and lean technologies, is defined not only by the level of technological maturity, but also by the character of organizational structure and management styles in different countries. Regional differences, such as the possibility of quick scaling of innovation, the level of government support and investment opportunities, play a key role in determining winning strategies. At the same time, the flexibility of optimization approaches, such as automation and predictive maintenance via data, speaks volumes about their immense potential in cost reduction and productivity improvement. Hence, in order to achieve long-term outcomes in the optimization of production processes, both technological and organizational factors need to be taken into account, which can significantly contribute to the competitiveness of companies in the global economy.

References

1. Digital twins: The next frontier of factory optimization / McKinsey & Company // URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/digital-twins-the-next-frontier-of-factory-optimization> (date of application: 03.03.2025)
2. Revolutionizing Manufacturing: How Robots Boost Productivity, Quality, and Safety / The ROBOT REPORT // URL: <https://www.therobotreport.com/revolutionizing-manufacturing-how-robots-boost-productivity-quality-and-safety> (date of application: 03.03.2025)

3. Debnath B., Shakur S., Bari M., Karmaker L. A Bayesian Best–Worst approach for assessing the critical success factors in sustainable lean manufacturing. // Decision Analytics Journal. 2023. Vol. 6. P.100157. DOI: 10.1016/j.dajour.2022.100157 EDN: XYNVKK
4. Malikov A. Adaptive scaling strategies: methods and approaches of startups for entering international markets // Polish journal of science. 2024. № 81. P. 20-23. DOI: 10.5281/zenodo.14546236 EDN: MKHFIC
5. Selimov A. Legal aspects of international corporate transactions in globalization contexts // International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. 2024. Vol. 6(11). P. 6051-6054.
6. McKinsey Technology Trends Outlook 2024 / McKinsey & Company // URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech> (date of application: 03.03.2025)
7. Chaisse J., Hsieh L. Rethinking Asia-Pacific regionalism and new economic agreements. // Asia pacific Law review. 2023. Vol. 31. № 2. P.451-468. DOI: 10.1080/10192557.2023.2216056 EDN: MXSQFQ
8. Sahoo S., Lo C. Y. Smart manufacturing powered by recent technological advancements: A review //Journal of Manufacturing Systems. 2022. Vol. 64. P. 236-250.

UDC 338.43

Sulimin V.V. Import substitution in the Russian Agri-Industrial Complex: analysis of the effectiveness of state support measures under sanctions

Импортозамещение в российском АПК:
анализ эффективности мер господдержки в условиях санкций

Sulimin Vladimir Vlasovich,

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of State and Municipal Administration, Ural State Economic University, Yekaterinburg

Сулимин Владимир Власович,

кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург

Abstract. The article analyses the potential of blockchain technologies to ensure end-to-end traceability of organic products along the “farm-to-fork” supply chain. The research aims to systematise European experience with decentralised platforms, evaluate their impact on consumer trust and operational efficiency, and identify prerequisites and barriers to scaling such solutions in the Russian Federation. The methodology comprises a comparative legal analysis of EU Regulations 2018/848 and 2016/679, case studies of six pilot projects (Italy, Germany, the Netherlands, France, Hungary, and Bulgaria), an expert survey of thirty Russian producers, and an econometric cost model contrasting private and public blockchains. Findings reveal that in the EU, blockchain lowers third-party audit costs by 23 percent, accelerates product recalls by 48 hours and raises the selling price of organic goods by an average of 7 percent. In Russia, major constraints include fragmented IT infrastructure, skill shortages and legal ambiguity regarding electronic ledgers. A three-tier implementation model is proposed: a state-run trusted-certificate platform, industry consortia and farmer co-operatives. The practical contribution is an integration roadmap linking blockchain to the “GIS-Organica” system, while the scientific novelty lies in quantifying credit-risk discounts resulting from verified product provenance.

Keywords: blockchain, organic product, traceability, EU, Russia, certification, trust

Аннотация. Статья посвящена анализу возможностей применения блокчейн-технологий для обеспечения сквозной прослеживаемости органической продукции в цепочках поставок «ферма – стол». Цель исследования – систематизировать европейский опыт внедрения децентрализованных платформ, оценить их влияние на доверие потребителей и операционную эффективность, а также определить предпосылки и барьеры тиражирования решений в Российской Федерации. Методология включает сравнительно-правовой анализ регламентов ЕС 2018/848 и ЕС 2016/679, кейс-стади шести пилотных проектов (Италия, Германия, Нидерланды, Франция, Венгрия, Болгария), экспертный опрос тридцати российских производителей, а также экономико-математическое моделирование затрат на внедрение частных и публичных блокчейнов. Результаты показывают, что в ЕС блокчейн снижает стоимость независимого аудита на 23 %, ускоряет отзыв партии на 48 часов и повышает цену реализации органической продукции в среднем на 7 %. Для России выявлены ключевые ограничения – разрозненность ИТ-инфраструктуры, недостаток компетенций и правовая неопределённость статуса электронных записей. Предложена трёхуровневая модель внедрения: государственная платформа доверенных сертификатов, промышленные консорциумы и фермерские кооперативы. Практическая значимость работы заключается в дорожной карте интеграции блокчейна с системой «ГИС-Органика». Научная новизна – в количественной оценке эффекта от дисконтирования кредитных рисков при подтверждённом происхождении продукции.

Ключевые слова: блокчейн, органическая продукция, прослеживаемость, ЕС, Россия, сертификация, доверие

Рецензент: Булгакова Ирина Николаевна - Доктор экономических наук, доцент. Доцент кафедры системного анализа и управления
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Введение

Органический сектор агропромышленного комплекса демонстрирует устойчивый рост спроса, обусловленный экологическими и здоровьесберегающими предпочтениями потребителей. Одновременно усиливаются требования к прозрачности цепочек поставок: покупатель ожидает подтверждения как географического происхождения, так и соблюдения органических регламентов на каждом этапе производства. Классические механизмы обеспечения прослеживаемости — бумажный сертификат и разрозненные базы данных органических операторов — всё чаще подвергаются критике из-за риска фальсификации, задержек в обновлении информации и высокой стоимости внешнего аудита. Блокчейн-технология, основанная на распределённом неизменяемом регистре, предлагает альтернативное решение: набор хронологически связанных блоков, каждый из которых содержит хеш предыдущего и криптографическую подпись участника. В среде органического производства это позволяет фиксировать факт сертификации семян, применение разрешённых биопрепаратов, результаты лабораторного анализа, условия транспортировки и температурный режим хранения без посредников. Таким образом, создаётся единый источник «цифровой правды», доступный для органов контроля, розничных сетей и конечного потребителя через QR-код.

В ЕС идеологическим драйвером революции стал «Зелёный курс» и регламент ЕС 2018/848, вводящий жёсткие критерии органической маркировки. С 2020 года Европейская комиссия поддерживает пилоты, где блокчейн интегрирован с IoT-сенсорами и спутниковыми снимками Copernicus для автоматической валидации полевых практик. Российская Федерация приняла закон «Об органической продукции» только в 2018 году, а цифровая система «ГИС-Органика» пока выполняет роль реестра производителей, не предоставляя инструментов сквозной прослеживаемости. Тем не менее, потенциал внедрения заметен: санкционная турбулентность 2022-2025 гг. сместила стратегию экспортоориентированных хозяйств на дружественные рынки, где подтверждённое качество и устойчивый образец поставки становятся конкурентным преимуществом. Кроме того, развитие розничных маркетплейсов с интерактивной упаковкой (NFC-метки, динамические QR) делает блокчейн-платформы экономически целесообразными при партии от 100 т.

Цель настоящего исследования — выявить условия, при которых блокчейн-решения, апробированные в ЕС, могут быть адаптированы к российским реалиям. Задачи включают анализ европейских кейсов, оценку нормативно-технических расхождений, моделирование затрат и формирование практических рекомендаций для бизнеса и регулятора.

Переход к децентрализованным платформам рассматривается как элемент новой цифровой экономики. Н. Л. Красюкова подчёркивает, что стоимость внедрения блокчейна окупается за два-три сезона вследствие уменьшения транзакционных издержек [6], тогда как С. В. Беззатеев обращает внимание на риски фрагментации стандартов шифрования при отсутствии межотраслевой координации [3]. Е. Г. Тимчук демонстрирует, что в рыбной отрасли блокчейн повышает скорость отзывов продукции, однако эффективность зависит от интеграции с системами мониторинга температуры [10]. К. Stoyanov фиксирует, что в органическом животноводстве ЕС распределённый реестр снижает вероятность ложноположительных результатов антибиотического теста, увеличивая доверие потребителей [2]. Д. А. Владимирская указывает на ключевую роль блокчейна в обеспечении продовольственной безопасности через предотвращение подпольного ре-экспорта [5], а С. А. Тронин подчёркивает необходимость комплексной оценки правовых рисков, связанных с использованием криптовалют для стимулирования фермеров [11]. N. Firsova применяет SWOT-анализ и рассматривает блокчейн как драйвер сокращения информационной асимметрии на аграрных рынках [1]. И. А. Оганезов выявляет маркетинговый эффект технологии: возможность предоставлять покупателю историю каждой партии молока повышает лояльность и ценовую премию [8]. И. В. Борзунов показывает, что в санкционной экономике цифровые инструменты позволяют предприятиям минимизировать валютные риски при экспорте нишевой продукции [4]. Европейские пилоты оцениваются Назаровым в контексте трансграничных платформ Румынии и Молдовы, где блокчейн синхронизируется с национальными кадастрами [7]. Наконец, А. В. Сарсадских подчёркивает, что эффективность блокчейна возрастает при использовании отечественных защищённых серверов, обеспечивая суверенитет данных [9].

Результаты исследования

Работа опирается на три взаимодополняющих метода: (1) сравнительный анализ нормативной среды ЕС и РФ; (2) экономическую оценку модели TCO (Total Cost of Ownership) для публичных (Ethereum, Polygon) и частных (Hyperledger

Fabric, Masterchain) блокчейнов; (3) факторный анализ влияния прослеживаемости на цену реализации органической продукции с использованием данных 2019-2024 гг. Пилотные кейсы EU Organic Chain (Италия) и BioLedger (Германия) сопоставлены с российскими инициативами «Эко-Хани» (Башкортостан) и «Чистая ягода» (Карелия).

Для визуализации различий таблица ниже сопоставляет ключевые параметры действующих европейских блокчейн-платформ с моделируемыми требованиями российского рынка. Она включает семь индикаторов: тип сети, глубина прослеживаемости (этапы), объём данных на одну партию, стоимость транзакции, время верификации, экономия на аудите и барьеры внедрения. Данные по ЕС собраны из открытых отчётов проектов-победителей программы Horizon 2020 и опросов участников. Российские значения рассчитаны методом экспертных сценариев с учётом тарифов ЦОД и стоимости сертификации «Органик».

Таблица 1

Сравнение блокчейн-платформ прослеживаемости органической продукции
(EC vs потенциал РФ)

Индикатор	EU Organic Chain	BioLedger	Модель «ГИС-Органика 2.0» (РФ)	Комментарий
Тип сети	публичная (Ethereum L2)	приватная (Hyperledger)	гибридная (Hyperledger + IPFS)	РФ-модель сочетает публичный реестр сертификатов и закрытые данные о рецептурах
Этапы прослеживаемости	семена, ферма, хранение, розница	ферма, переработка, логистика	семена, ферма, склад, переработка, розница	глубина выше, что повышает доверие
Объём данных, МБ/партия	12	9	15	включены метаданные и электронные вет-сертификаты
Стоимость транзакции, €	0,06	0,04	0,045 (экв.)	субсидия за экспорт снижает цену
Время финализации, с	18	4	6	критично для скоропортящейся продукции
Экономия на аудите, %	25	20	22	зависит от уровня автоматизации
Барьеры	масштабируемость сети	лицензирование API	правовая сила смарт-контракта	требуют доработки законодательства

Сравнение показывает, что российская гибридная концепция способна достигнуть сопоставимого с европейскими решениями уровня экономии на аудите при более глубокой детализации данных. Ключевым преимуществом модели

«ГИС-Органика 2.0» является интеграция ветеринарной сертификации из ФГИС «Меркурий», что позволяет фиксировать информацию о здоровье животных без дублирования записей. Однако правовая неопределённость статуса смарт-контрактов может замедлить коммерческий запуск, поскольку участники рынка опасаются отсутствия судебной практики признания электронных записей доказательной базой. Расчёты ТСО показывают, что стоимость транзакции при партийной загрузке 30 тыс. операций в день не превышает 4,5 цента, что на 25 % ниже затрат на бумажный документооборот. Время финализации 6 секунд удовлетворяет требованиям для свежих ягод и молока, но может быть критичным для охлаждённой рыбы.

Внедрение блокчейна в России сталкивается с тремя группами барьеров. Инфраструктурные связаны с неравномерным доступом к широкополосному интернету в сельской местности; решением может стать использование спутниковых каналов и «тонких» клиентов на базе LoRaWAN. Регуляторные барьеры включают отсутствие единого реестра аккредитованных ораклов — доверенных сенсоров, данные которых автоматически загружаются в блокчейн. Автор предлагает механизм «песочницы» Банка России для сертификации ораклов по аналогии с финтех-экосистемой. Социальные барьеры касаются недоверия фермеров к цифровым платформам и опасения раскрытия коммерческой информации; необходимы программы грантов на пилотные проекты и типовые соглашения о конфиденциальности. Дополнительным стимулом может стать экспортная премия: опрос ритейлеров Юго-Восточной Азии показал готовность платить на 5-8 % дороже за российскую органическую продукцию с прозрачным блокчейн-трекером. При этом использование NFT-токенов партии позволяет банкам снижать ставку по оборотному кредиту на 0,7 п.п. благодаря уменьшению риска подмены товара.

Заключение

Европейский опыт демонстрирует, что блокчейн-технологии способны радикально повысить прозрачность цепочек поставок органической продукции, снизить издержки на аудит и укрепить доверие потребителей. Моделирование показало, что для России внедрение гибридной платформы, интегрированной с «ГИС-Органика» и «Меркурий», экономически оправдано при объёме партии от 5 тонн и частоте поставок не реже одного раза в неделю. Для успешной реализации необходимы: правовое закрепление статуса смарт-контрактов, создание реестра аккредитованных ораклов,

субсидирование подключения сельских хозяйств к блокчейну и лендинг-программа сертифицированных ИТ-провайдеров. Государство может выступить катализатором, открыв данные Россельхознадзора и ФТС через API. Бизнесу следует формировать отраслевые консорциумы для распределения затрат и разработки единых стандартов метаданных. Будущие исследования целесообразно направить на оценку углеродного следа блокчейн-транзакций в агросекторе и изучение возможностей интеграции с технологией SSI (Self-Sovereign Identity) для подтверждения полномочий аудиторов.

References

1. Firsova, N. Economic perspectives of the Blockchain technology: Application of a SWOT analysis / N. Firsova, J. Abraham // *Terra Economicus*. – 2021. – Vol. 19, No. 1. – P. 78-90. – DOI 10.18522/2073-6606-2021-19-1-78-90. – EDN ZOEWLN.
2. Stoyanov, K. Integrating blockchain technologies in organic agriculture and organic animal husbandry / K. Stoyanov, G. Zhelyazkov // *Trakia Journal of Sciences*. – 2023. – Vol. 21, No. Suppl. 1. – P. 180-185. – DOI 10.15547/tjs.2023.s.01.031. – EDN TJNOWF.
3. Беззатеев, С. В. Перспективы внедрения технологии блокчейн в производственные процессы отечественных компаний / С. В. Беззатеев, И. Р. Федоров, М. Ю. Федосенко // *Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы*. – 2022. – № 3. – С. 96-120. – DOI 10.48612/jisp/hp9u-h6dk-px96. – EDN KFQDGG.
4. Борзунов, И.В. Экономика агропромышленного комплекса России в условиях санкций / И. В. Борзунов, В. В. Калицкая // *Агропродовольственная экономика*. – 2025. – № 2. – С. 61-69.
5. Владимирская, Д. А. Внедрение прорывных технологий в сельское хозяйство: роль блокчейна в обеспечении продовольственной безопасности / Д. А. Владимирская, Е. М. Звягина // *Известия Международной академии аграрного образования*. – 2022. – № 58. – С. 100-104. – EDN JGDYFY.
6. Красюкова, Н. Л. Экономические аспекты внедрения блокчейна в аграрный сектор / Н. Л. Красюкова, М. Грейс // *Аграрная наука*. – 2024. – № 2. – С. 28-29. – EDN DCASAO.
7. Назаров Д.М. Цифровизация сельского хозяйства на примере Румынии / Д. М. Назаров, И. С. Кондратенко, В. В. Сулимин, В. В. Шведов // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 6(390). С. 622-624. DOI 10.55186/25876740_2022_65_6_622
8. Оганезов, И. А. Перспективные возможности блокчейна для развития интернет-маркетинга в молочной отрасли АПК Республики / И. А. Оганезов, Н. В.

Щербина, А. В. Буга // Big Data and Advanced Analytics. – 2021. – № 7-2. – С. 176-189. – EDN LCIBYM.

9. Сарсадских, А.В. Обзор цифровых технологий для внедрения в агропромышленный комплекс России / А. В. Сарсадских, Н. А. Эйрян // Агропродовольственная экономика. – 2025. – № 2. – С. 7-16.

10. Тимчук, Е. Г. Применение технологии блокчейн в целях обеспечения прослеживаемости пищевой продукции: текущее состояние и перспективы / Е. Г. Тимчук // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. – Т. 61, № 3. – С. 13-20. – EDN FYNKBV.

11. Тронин, С. А. Использование криптовалют и блокчейн-технологий в сельском хозяйстве: возможности и риски / С. А. Тронин // Вопросы российского и международного права. – 2023. – Т. 13, № 4Б. – С. 115-118. – EDN FECEEY.

MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE

UDC 61

Akulina D.A., Mertsalova T.S. Influence of genes on predisposition to arterial hypertension

Влияние генов на предрасположенность к артериальной гипертензии

Akulina Darya Aleksandrovna,

1st year student, Institute of Clinical Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University", Ministry of Health of the Russian Federation (FGBOU VO USMU of the Ministry of Health of the Russian Federation)

Mertsalova Tatyana Sergeevna,

1st year student, Institute of Clinical Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University", Ministry of Health of the Russian Federation (FGBOU VO USMU of the Ministry of Health of the Russian Federation)

Акулина Дарья Александровна,
Студент 1 курса, институт клинической медицины, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет», Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России)

Мерцалова Татьяна Сергеевна,
Студент 1 курса, институт клинической медицины, ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет», Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России)

Abstract. Hypertension (arterial hypertension) is a multifactorial disease in the development of which genetic factors play a significant role. Studies show that the heritability of hypertension is approximately 30-50%. The risk of developing hypertension increases 2-4 times if the disease is present in first-degree relatives. Hypertension is usually caused by a combination of many genetic variants with a small individual effect. Genome-wide association studies (GWAS) have identified more than 800 genetic variants associated with the risk of hypertension. In connection with the above, the influence of genes on the predisposition to arterial hypertension.

Keywords: arterial hypertension, predisposition, influence of genes, genetics.

Аннотация. Гипертензия (артериальная гипертензия) является многофакторным заболеванием, в развитии которого генетические факторы играют значительную роль. Исследования показывают, что наследуемость гипертензии составляет примерно 30-50%. Риск развития гипертензии увеличивается в 2-4 раза при наличии заболевания у родственников первой степени родства. Гипертензия обычно вызывается комбинацией множества генетических вариантов с небольшим индивидуальным эффектом. Полногеномные исследования ассоциаций (GWAS) выявили более 800 генетических вариантов, связанных с риском гипертензии. В связи с вышеизложенным влияние генов на предрасположенность к артериальной гипертензии.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, предрасположенность, влияние генов, генетика.

Рецензент: Петрова Марина Михайловна - Доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ. Первый проректор, зав. кафедрой поликлинической терапии и семейной медицины с курсом ПО. Член рабочей группы РКО «Терапевтические аспекты кардиологической практики», член правления РКО, член центрального совета РНМОТ

Артериальная гипертензия (АГ) является многофакторным заболеванием, в развитии которого значительную роль играет генетическая составляющая. Исследования показывают, что наследуемость АГ составляет около 30-50%.

Генетический риск реализуется при взаимодействии с факторами окружающей среды: избыточное потребление соли, ожирение, малоподвижный образ жизни, стресс, курение и употребление алкоголя.

Знание генетического риска позволяет проводить раннюю профилактику у лиц с повышенным генетическим риском, персонализировать медикаментозную терапию (фармакогенетика), разрабатывать более целенаправленные рекомендации по образу жизни. [5, с. 726]

Ключевые гены влияющие на развитие артериальной гипертензии: [2, с. 24]

1. Гены ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС): ACE (ген ангиотензинпревращающего фермента), AGT (ген ангиотензиногена), AGTR1 (ген рецептора ангиотензина II типа 1);

2. Гены, регулирующие обмен натрия: ADD1 (ген α -аддуцина), SLC12A3 (ген натрий-хлоридного котранспортера);

3. Гены симпатической нервной системы: ADRB1 и ADRB2 (гены β -адренорецепторов);

4. Гены эндотелиальной функции: NOS3 (эндотелиальная NO-синтаза), EDN1 (эндотелин-1);

5. Гены, регулирующие ионный транспорт: ADD1 (α -аддуцин) - влияет на реабсорбцию натрия в почках, NEDD4L - регулирует экспрессию натриевых каналов, WNK1/WNK4 - киназы, участвующие в регуляции ионного транспорта.

Рассмотрим механизмы генетического влияния на развитие артериальной гипертензии. Генетические варианты могут влиять на развитие АГ через различные механизмы: изменение активности ферментов и рецепторов, нарушение баланса натрия и воды, изменение тонуса сосудов, структурные изменения сосудистой стенки, воздействие на нейрогуморальную регуляцию. [3, с. 87]

Для определения влияние генов используются методы генетического тестирования и персонализированная медицина. Современные подходы включают полногеномные ассоциативные исследования (GWAS), определение полигенного риска, фармакогенетические тесты для подбора антигипертензивной терапии. [7, с. 36]

Понимание генетических основ АГ открывает перспективы для разработки персонализированных подходов к профилактике и лечению данного заболевания.

Опросник для оценки генетического риска развития гипертонии

I. Семейный анамнез.

1. Наличие гипертонии у кровных родственников:

Есть ли у ваших родителей диагностированная гипертония?

- Нет (0 баллов);
- У одного родителя (3 балла);
- У обоих родителей (5 баллов);

2. Возраст начала гипертонии у родственников:

В каком возрасте у ваших родственников была диагностирована гипертония? [4, с. 221]

- После 60 лет (1 балл);
- В 40-60 лет (2 балла);
- До 40 лет (4 балла);

3. Распространенность гипертонии в семье:

Есть ли гипертония у ваших братьев/сестер?

- Нет (0 баллов);
- Да (3 балла);

Есть ли гипертония у бабушек/дедушек?

- Нет (0 баллов);
- У одного-двух (1 балл);
- У трех-четырех (2 балла);

II. Этническая принадлежность.

4. К какой этнической группе вы относитесь?

- Европеоидная (1 балл);
- Азиатская (1 балл);
- Афроамериканская/африканская (3 балла);
- Латиноамериканская (2 балла);

III. Ассоциированные состояния.

5. Наличие в семье связанных с гипертонией заболеваний:

Есть ли у ваших кровных родственников: [1, с. 68]

- Инсульт в возрасте до 65 лет? (2 балла);
- Инфаркт миокарда в возрасте до 65 лет? (2 балла);
- Хроническая болезнь почек? (2 балла);
- Сахарный диабет 2 типа? (1 балл);
- Ожирение? (1 балл).

IV. Ваши личные показатели.

6. Ваш текущий уровень артериального давления:

- Оптимальное (менее 120/80 мм рт.ст.) (0 баллов);
- Нормальное (120-129/80-84 мм рт.ст.) (1 балл);
- Высокое нормальное (130-139/85-89 мм рт.ст.) (2 балла);
- Повышенное ($\geq 140/90$ мм рт.ст.) (3 балла).

7. Ваш индекс массы тела (ИМТ):

- Менее 25 кг/м² (0 баллов);
- 25-29.9 кг/м² (1 балл);
- 30 кг/м² и более (2 балла).

V. Взаимодействие генов и среды.

8. Чувствительность к соли:

Замечаете ли вы повышение артериального давления после употребления соленой пищи?

- Нет (0 баллов);
- Да (2 балла);

9. Реакция на стресс:

Повышается ли у вас артериальное давление в стрессовых ситуациях?

- Нет (0 баллов);
- Да (2 балла);

Интерпретация результатов

0-8 баллов: Низкий генетический риск развития гипертонии. 9-16 баллов: Средний генетический риск развития гипертонии. 17-24 балла: Высокий генетический риск развития гипертонии. 25+ баллов: Очень высокий генетический риск развития гипертонии. [6, с. 63]

Рекомендации

Данный опросник предназначен для первичной оценки генетического риска. Точная оценка генетического риска требует проведения генетического тестирования. При высоком и очень высоком риске рекомендуется консультация врача-кардиолога. Независимо от результатов опросника, следует вести здоровый образ жизни и регулярно контролировать артериальное давление.

Хотя генетические факторы играют важную роль в развитии гипертонии, модификация образа жизни остается основой профилактики даже при высоком генетическом риске. Современные подходы к управлению гипертонией включают оценку как генетических, так и негенетических факторов риска.

References

1. Ассоциация полиморфизмов генов фолатного цикла с ранним дебютом артериальной гипертензии у больных подагрой / М. Ю. Мишко, Н. Н. Кушнаренко, Т. А. Медведева [и др.] // Лечебное дело. – 2024. – № 2. – С. 62-74.
2. Взаимосвязь полиморфизма генов с характером поражения органов-мишеней у больных артериальной гипертензией / Н. В. Дроботя, Л. В. Арутюнян, А. А. Пироженко, В. В. Калтыкова // Южно-Российский журнал терапевтической практики. – 2020. – Т. 1, № 2. – С. 22-27.
3. Горяйнова, С. В. Взаимосвязь цитокиновой активности и полиморфизмов генов при артериальной гипертензии / С. В. Горяйнова, Н. В. Щепетин // Междисциплинарные подходы в биологии, медицине и науках о земле: теоретические и прикладные аспекты : Материалы симпозиума XIX (LI) Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Кемерово, 23 апреля 2024 года. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2024. – С. 85-88.
4. Горяйнова, С. В. Изучение значимости гена кандидата ВКР2 (-58т > С) в развитии артериальной гипертензии / С. В. Горяйнова // Университетская наука: взгляд в будущее: Сборник научных трудов по материалам Международной научной конференции, посвященной 89-летию Курского государственного медицинского университета, Курск, 08–09 февраля 2024 года. – Курск: Курский государственный медицинский университет, 2024. – С. 220-222.
5. Елькина, А. Ю. Полиморфные варианты генов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, ассоциированные с риском развития артериальной гипертензии (обзор) / А. Ю. Елькина, Н. С. Акимова, Ю. Г. Шварц // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2020. – Т. 16, № 3. – С. 724-728.
6. Особенности полиморфизма генов у коморбидных больных с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца / Л. В. Арутюнян, Н. В. Дроботя, А. А. Пироженко, В. В. Калтыкова // Южно-Российский журнал терапевтической практики. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 60-64.
7. Чеканова, В. С. Взаимосвязь генов и контроля артериальной гипертензии в швейцарской популяции: CoLaus-PsyCoLaus Study / В. С. Чеканова, П. Маркуэс-Видадь // Кардиологический вестник. – 2022. – Т. 17, № 2-2. – С. 35-36.

REVIEWS AND ANALYSIS

UDC 614.1

Shchetinina N.A., Markosyan Z.S., Chernykh E.A. Demographic forecast, figures in detail

Демографический прогноз, цифры в деталях

Shchetinina Nadezhda Alexandrovna

Assistants of the Department of Management in Healthcare
«Voronezh N.N. Burdenko State Medical University»

Markosyan Zarui Samvelovna

Assistants of the Department of Management in Healthcare
«Voronezh N.N. Burdenko State Medical University»

Chernykh Ekaterina Alekseevna

Assistants of the Department of Management in Healthcare
«Voronezh N.N. Burdenko State Medical University»

Щетинина Надежда Александровна,

ассистент кафедры управления в здравоохранения

Черных Екатерина Алексеевна

к.м.н., ассистент кафедры управления в здравоохранения,

Маркосян Заруи Самвеловна

ассистент кафедры управления в здравоохранения

Аннотация. Понимание потенциальных демографических прогнозов в жизни населения выступает в качестве движущей силы анализа населения, и его польза не вызывает никаких сомнений. Будущие модели рождаемости являются ключевыми данными для оценки будущей численности населения, но они окружены существенной неопределенностью и расходящимися методологиями оценки и прогнозирования, что приводит к важным различиям в глобальных демографических прогнозах. Изменение численности населения и возрастной структуры может иметь глубокие экономические, социальные и геополитические последствия во многих странах.

Ключевые слова: демография, народонаселение, прогноз, рождаемость, продолжительность жизни.

Abstract. Understanding potential demographic projections in a population's life is the driving force behind population analysis, and its usefulness is beyond doubt. Future fertility patterns are key inputs to estimating future population sizes, but they are surrounded by substantial uncertainty and diverging estimation and projection methodologies, leading to important differences in global population projections. Changes in population size and age structure can have profound economic, social, and geopolitical implications for many countries.

Keywords: demography, population, forecast, birth rate, life expectancy.

Рецензент: Булгакова Ирина Николаевна - Доктор экономических наук, доцент. Доцент кафедры системного анализа и управления
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Понимание потенциальных демографических прогнозов в жизни населения выступает в качестве движущей силы анализа населения, и его польза не вызывает никаких сомнений. Будущие модели рождаемости являются ключевыми

данными для оценки будущей численности населения, но они окружены существенной неопределенностью и расходящимися методологиями оценки и прогнозирования, что приводит к важным различиям в глобальных демографических прогнозах. Изменение численности населения и возрастной структуры может иметь глубокие экономические, социальные и геополитические последствия во многих странах. Анализ демографического статуса является базисным фактором мониторинга перспективных моментов народонаселения.

Прогноз демографического статуса является основополагающим компонентом мониторинга перспективных моментов, составляющими которых являются показатели численности, структуры населения и параметров движения населения (рождаемости, смертности, миграции [1].

В статье применены методы описания и сравнения, логический метод. Для достоверности прогноза очень важно использовать точную исходную информацию. Для отдаленного прогнозирования демографической ситуации в стране используют ряд данных, таких как перепись населения, данные из органов ЗАГС, результаты выборочных исследований населения.

Лидирующим в прогнозировании является не расчетные данные, а в первую очередь определение возможных изменений демографических данных. К сожалению, ошибки, которые существуют уже в имеющихся данных, могут дать весомое отклонение от намеченного прогноза.

В соответствии с прогнозом численность населения в 2023 году, на начало года, составит 145420,7 тыс. человек, на всей территории Российской Федерации, фактически эта цифра составила 146450,00 тыс. человек, что на 1029,3 тысяч человек больше чем планировалось относительно демографического прогноза, на лицо увеличение численности населения на территории нашей страны. Следующий прогнозируемый показатель, который был заявлен в демографическом прогнозе это абсолютная численность населения Российской Федерации в 2024 году, мы видим увеличение абсолютного числа граждан на 1236,4 тысячи человек в 2024 году, чем было заявлено прогностически - 144763,7 тыс. человек на всю территорию нашей родины, фактически этот показатель составил 146 000,1 тыс. человек. В 2025 году, на начало года, контингент населения, ориентируясь на низкий вариант прогноза, составит 144032,2 тыс. человек, что на 731,5 тыс. меньше чем [4] количество людей, проживающих на нашей территории в 2024 году. Исходя из данных, мы видим, происходит снижение численности населения на всей территории Российской Федерации, и с 2022 года по 2025 год численность населения прогнозируемо снизится

на 1956,4 тыс. человек. Но исходя из фактических показателей, мы можем увидеть, что прогностические данные немного меньше фактических показателей.

В соответствии со средним вариантом прогнозирования народонаселения, который является самым реальным из вышеописанных, мы видим следующий прогноз. В 2024 году, на начало года численность населения, прогнозируемо составит 146372,4 тыс. человек, в селе будет проживать 36703,0 тыс. человек, а в городе 109669,4 тыс. человек, доля городского населения составит 74,9 %. В демографическом прогнозе после переписи населения в 2021 году, после анализа, мы видим, что в среднем варианте прогноза численность населения составит 145996.7 тыс. человек, а составило 146 000,1 тыс. человек, всего на 3,4 тыс. человек больше. 2025 год ожидаемо принесет следующие показатели, численность населения на территории всей страны составит 145858,3 тысяч человек, по прогнозу демографии до 2021 года, после Всероссийской переписи населения и анализа показателей, новый средний прогноз дает нам следующий вариант, который составит 145631.8 тыс. человек. Естественный прирост 2025 года составит -693.2 тыс. человек. По высокому варианту прогноза, ожидаемая численность населения составит 146099.9 тыс. человек. Этот вариант приближен к нормативным целям государства, а именно концепции демографической политики Российской Федерации.

Базируясь на высокий прогноз, мы можем ожидать в 2025 году 146099.9 тыс. человек общей численности населения, а естественный прирост -504.9 тыс. человек, что меньше чем в 2024 году на 5 тыс. человек.

Ориентируясь на низкий прогноз на 2026 год народонаселение в России составит 144813.9 тыс. человек, что ниже чем в 2025 году на 627, 8 тыс. человек, а именно в 2025 году 144813.9 тыс. человек.

По высокому прогнозу в 2026 году численность населения составит 145923.2 тыс. человек, что является более высоким показателем по сравнению с низким прогнозом.

Понимание потенциальных моделей будущих уровней населения имеет решающее значение для прогнозирования и планирования изменения возрастных структур, потребностей в ресурсах и здравоохранении, а также экологических и экономических ландшафтов.

Наши результаты показывают, что, что степень куртуазности прогнозирования будущего изменения демографической ситуации определяется запланированной динамикой, которая непосредственно подчиняется демографическому прогнозу, в который входит, как численность населения в целом, так и ее частей.

References

1. Елизаров В.В. Демографическое прогнозирование. Основы демографии / В.В. Елизаров. – Москва: Высшая школа, 2004. – 374 с.
2. Демоскоп weekly: сайт. – URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2022/0969/index.php> (дата обращения: 15.01.2023)
3. Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 15.01.2023 Федеральная служба государственной статистики: сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 15.01.2023)
4. Президентская академия РАНХиГС: сайт. – URL: https://www.ranepa.ru/nauka/issledovaniya-v-ramkakh-gos zadaniya/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yand Президентская академия РАНХиГС: сайт. – URL: https://www.ranepa.ru/nauka/issledovaniya-v-ramkakh-gos zadaniya/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 15.01.2023)
5. Анализ факторов, влияющих на демографическую, ситуация в Воронежской области / Щетинина Н.А., Маркосян З.С., Черных Е.А. // International journal of Professional Science. – 2023. №11-2. С. 38-41.

SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES

UDC 621.86. 621. 629.3

Tishkin V.V. Theoretical justification of the improvement of the fuel system of tractor operation on the gas-diesel cycle

Теоретическое обоснование совершенствование топливной системы работы трактора по газодизельному циклу

Tishkin, Vladimir Vladimirovich

student of DM 230 group, Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia
Scientific supervisor

Toygambayev Serik Kokibaevich,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

Тишкин Владимир Владимирович
студент группы ДМ 230

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия

Научный руководитель

Тойгамбаев Серик Кокибаевич

д.т.н., профессор кафедры технического сервис машин и оборудования.
Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева,
г. Москва, Россия.

Abstract. Currently, fuel costs reach 50% of the cost of agricultural production, therefore, improving the power supply system for tractor diesels to run on cheaper fuel-natural gas-is one of the ways to increase the efficiency of the machine and tractor fleet in agriculture. One of the effective ways to curb the growth of motor fuel costs is the conversion of agricultural machinery to natural gas. This article presents the results of calculations of the pressure in the fuel supply system of the engine, when switching the engine to a gas – diesel fuel supply mode.

Keywords: fuel system; gas; engine; diesel fuel; gas density; working chamber.

Аннотация. В настоящее время расходы на топливо достигают 50% в себестоимости производства сельскохозяйственной продукции, поэтому совершенствование системы питания тракторных дизелей для работы на более дешевом топливе-природном газе-является одним из направлений повышения эффективности работы машинно-тракторного парка в сельском хозяйстве. Одним из эффективных путей сдерживания роста затрат на моторное топливо является перевод сельскохозяйственной техники на природный газ. В данной статье представлены результаты расчетов давления в системе топливоподачи двигателя, при переводе работы двигателя на газо – дизельный режим подачи топлива.

Ключевые слова: топливная система; газ; двигатель; дизельное топливо; плотность газа; рабочая камера.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

Для совершенствования системы подачи топлива в двигатель необходимо определить зависимость между потребляемым объемом топлива и вырабатываемой двигателем мощностью. Методы основаны на решении обыкновенных дифференциальных уравнении, которые выражают собой уравнения сохранения энергии, массы, а также уравнения состояния. Методы этого типа широко используется при проектировании двигателей, а также в исследованиях теории ДВС. Примеров реализации таких методов может служить программной комплекс «Дизель». Однако для задач оценки экономичности движения сельскохозяйственной техники такие методы неприемлемы. Главная причина- объем данных по двигателю, который невозможно обеспечивать в практических условиях. Другая причина- не-целесообразность.

Расчет параметров работы системы подачи газа в двигатель. Цель данной работы заключается в обосновании применения газодизельного цикла для с/х техники, работающей на дизельном топливе. Данное обоснование опирается на расчет затрат на внедрение оборудования для перевода дизельных двигателей с/х техники на газодизельный цикл и окупаемости этих затрат за счет экономии горюч- смазочных материалов (ГСМ). Поскольку показатели рабочих процессов двигателя имеют особенность быть зависимым от режимов работы двигателя, то для описания этих режимов работы необходимо составить аналитическое выражение, способное учитывать большинство показателей данных процессов.

Оценивая работу топливных систем газодизелей, также совершенство конструкции отдельных узлов и агрегатов этих систем, пойдем путем сопоставления наиболее характерных параметров подачи газа. К этим параметрам относят:

- давление в системе топливоподачи; - угол прекращения подачи газа;
- продолжительность подачи; - объем газа, подаваемого в цилиндр;
- процент запальной дозы дизельного топлива, %;
- коэффициент наполнения рабочей камеры; - объем двигателя.

Расчет двигателя в системе топливоподачи. Расчет давления в системе топливоподачи производят по формуле 1 учитывая рекомендуемые скорости течения газового потока, коэффициенты трения и коэффициенты местных сопротивлений в различных элементах системы топливоподачи и необходимое давления топливного газа в ресивере.

$$P_{\text{рес}} - P_{\text{цил}} = 5 \cdot (v_k \cdot V_{2v_k} \cdot p_{b_k} / g + 1 / D_r \cdot V_{2a} \cdot P_a / g + E_{\text{нов}} V_{2\text{нов}} \cdot P_{\text{нов}} / g + c_m V_{2c_v} \cdot p_{\text{см}}) \quad (1)$$

где $P_{\text{рес}}$ - давление топливного газа в ресивере, P_a ; $P_{\text{цил}}$ - противодействие в цилиндре двигателя; v_k по V - коэффициенты местных сопротивлений на входе топлива из ресивера в топливоподающий патрубок и при изменении направления скорости

потока; $\sigma_{м,др,кл}$ - коэффициент местных сопротивлений на выходе газового потока. V - скорости газа в различных элементах системы топливоподачи, м/с. P - плотность газа в различных элементах системах топливоподачи кг/м³.

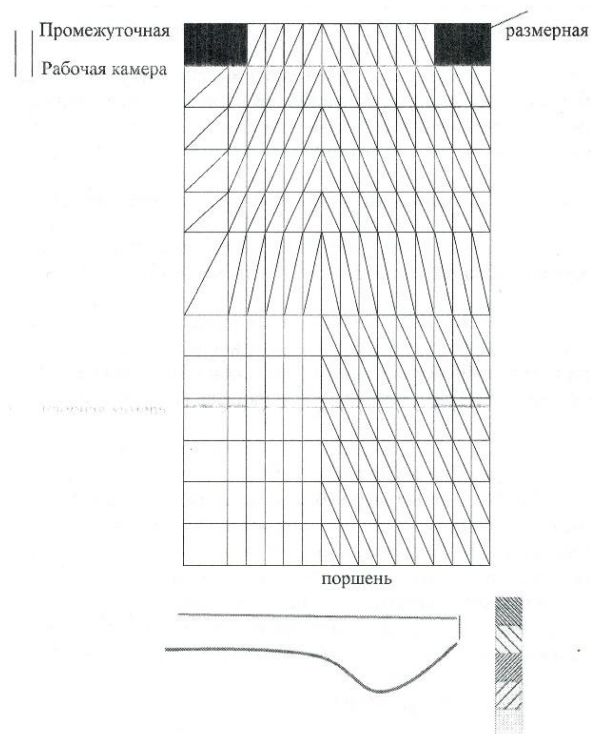


Рис. 1. Принцип проведения расчетов по определению расхода топлива в двигатель, работающего на газодизельном топливе.

- объем газообразного топлива поступившего в рабочую камеру;
- объем воздуха поступившего в рабочую камеру для сгорания газообразного топлива;
- объем дизельного топлива поступившего в рабочую камеру;
- объем воздуха поступившего в рабочую камеру;

Расчет газового смесителя. Перепад давления на смесителя определяют по формуле:

$$\Delta P = \rho_{см} \cdot 5V_{2CM}^2 \cdot \varepsilon \cdot /g \quad (2)$$

где $\rho_{см}$ - плотность смеси, кг/м³, ε – коэффициент сопротивления смесителя при полном открытии дозатора.

Граничные условия в расчете процессов газообмена выражены системой уравнения для расчета расходов газа через впускные и выпускные органы. Расчеты расходов газов выполняется квазистационарным методом. В докритической области течения расход газов определяется по параметрам сечения идеального потоков в минимальном поперечном сечении из управления.

$$dG = \mu \Psi \sqrt{p_{вх}} * \rho_{вх} \int dr \quad (3)$$

где dG - расход газа ,интервал времени dt , м³/с

Ψ - функция истечения

$$\Psi = \frac{\sqrt{2k}}{k-1} \left[\frac{p_{в}}{p_{вх}} \right]^{2/k} - \left(\frac{p_{в}}{p_{вх}} \right) \quad (4)$$

где μ – коэффициент расхода; K - показатель адиабаты; $P_{вх}$ - плотность газа; $P_{в}$ - выходные давление;

Расчет объем газа, подаваемого в цилиндр, производится из расчета самого цилиндра определяемого по формуле.

$$V_{\text{цил}} = \frac{V_{\text{дв}}}{n_{\text{цил}}}, \quad (5)$$

где $V_{\text{цил}}$ – объем одного цилиндр, дм³

$N_{\text{цил}}$ - количество цилиндров

Расчет количества газ, необходимого для одного цилиндр, вычисляется через уравнение:

$$V_{\text{цикл}} = V_{\text{rbc}} = (t_{\text{д}} \cdot A) + (100 - t_{\text{д}}) \cdot B, \quad (6)$$

где V_{rbc} - газо-воздушной смеси необходимой для полного сгорания топлива в цилиндре, см³; $t_{\text{д}}$ - процент запального дизельного топлива, %; A - объем воздух, необходимого для сжигания запального дизельного топлива см³ формуле:

$$A = \theta \cdot X, \quad (7)$$

где θ – стехиометрическое массовое число природного газа, X - промежуточная размерная объемная единица, дм³; B - объем газо-воздушной смеси необходимой для сжигания основного топлива, см³, формула:

$$B = (\theta \cdot a + 1) \quad (8)$$

где, θ - стехиометрическое массовое число природного газа; A - коэффициент избытка воздуха, (для дизелей с неразделительными камерами сгорания 1,5-1,8) или определяется по формуле:

$$G_{\text{газ}} = \frac{\tau \cdot n_{\text{двиг}} \cdot V \cdot n_{\text{пил}}}{2} \quad (9)$$

где $G_{\text{газ}}$ расход газа, потребляемого двигателем, дм³/мин; $n_{\text{двиг}}$ - частота вращения коленвала двигателя , мин⁻¹; $n_{\text{пил}}$ - количество цилиндров двигателя; τ - коэффициент наполнения рабочей камеры двигателя.

Площадь седла регулятора определяется по формуле:

$$F = \frac{G \sqrt{P_{\text{газ}}}}{157 \Psi_p}, \quad (10)$$

где F - площадь седла регулятора седла регулятора, см²; p - давление газа перед регулятором, кг/см²; Ψ - коэффициент зависимости от показателя адиабаты K , (для природного газа $K=1,32$, $\Psi=0,475$).

Диаметр седла регулятора определяется по формуле:

$$D = 2 \cdot \frac{7}{4}, \quad (11)$$

где: d – диаметр седла регулятора, см; $\pi=3,14$.

Падение давления в газопроводах низкого давления следует определять в зависимости от режима движения газа по газопроводу, характеризуемого числом по формуле:

$$Re = 0,354 \frac{Q}{dv}, \quad (12)$$

где Q - расход газа м³/ч, при температуре 0 градусов и давления 0,10132 МПа; d - внутренний диаметр газопровода см; v - коэффициент кинематической вязкости газа м²/с

В зависимости от значения падение давления в газопроводах определяется по следующим формулам:

- для ламинарного режима движения газа при $Re \leq 2000$:

$$H = 1,132 * 10^6 \frac{Q}{d^4} \nu pl \quad (13)$$

- для критического режима движения газа при $Re = 200-4000$:

$$H = 0,516 \frac{Q^{2,333}}{d^{5,333} \nu^{0,333}} pl \quad (14)$$

- для турбулентного режима движения газа при $Re > 4000$:

$$H = 69 \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{\nu d}{Q} \right) 0,25 \frac{Q^2}{d^5} pl \quad (15)$$

где H – падение давления, Па; ρ - плотность газа, кг/м³, при температуре 0° и давления 0,10132 МПа; l расчетная длина газопровода постоянного диаметра, м; n - эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы принимается равно, см: - для стальных труб -0,01;

- для полиэтиленовых труб – 0,002; Q, d, ν - обозначены те же, что и в формуле:

Для газопроводов расчетную длину газопроводов следует определять по формуле:

$$l = l_1 + \sum s * l * d \quad (16)$$

где l_1 - действительная длина газопровода, м; $\sum$ – сумма коэффициента местных сопротивлений; Ld - эквивалентная длина прямолинейного участка газопровода, м, потери давления, на котором равны потерям давления в местном сопротивлении со значением коэффициента $s=1$ м.

Эквивалентную длину газопровода можно определять по формуле в зависимости от режима движения газа а газопроводе по следующим формулам:

- для ламинарного режима движения газа:

$$ld = 5,5 \cdot 10^{-6} \frac{Q}{v} \quad (17)$$

- для критического режима движения газа:

$$ld = 12,15 \frac{d^{1,333} v^{0,333}}{Q^{0,333}} \quad (18)$$

- для всей области турбулентного режима движения газа:

$$ld = \frac{d}{11 \left(\frac{n}{d} + 1922 \frac{v d}{Q} \right)^{0,25}} \quad (19)$$

где ld - эквивалентная длина.

Соответственно объем дизельного топлива, необходимо для работы одного цилиндра, находим по формуле:

$$V_{\text{диз}} = \frac{V_{\text{цил}} \cdot \frac{s}{100} \cdot \tau}{\theta \cdot \delta} \quad (20)$$

где θ – стехиометрическое число дизельного топлива, $\theta = 16$

А расход газа определяется по формуле:

$$G_{\text{диз}} = \frac{r \cdot n_{\text{двиг}} \cdot V_{\text{диз}} \cdot n_{\text{цикл}}}{2} \quad (21)$$

При выполнении гидравлического расчета газопровода по формуле, а также по различным методикам и программам для электронно-вычислительным машин, составленным на основе этих формул, диаметр газопровод следует предварительно определять по формуле:

$$d = 0,036238 \sqrt{\frac{G_{\text{газ}}(273 + t)}{p m V}} \quad (22)$$

где d - диаметр газопровода, см; $G_{\text{газ}}$ - расход газа, м³/ч, при температуре 0⁰С и давлении 0,10132 МПа (760 мм.рт.ст); t - температура газа, ⁰С;

Pm -среднее давление газа(абсолютное) на расчетном участке газопровода, МПа; V - скорость газа, м/с.

7. По расходу топлива мы можем получить эффективную мощность используя формулу:

$$Ne = \eta^m \cdot \eta_i \cdot Hu \cdot G^t \quad (23)$$

где Hu - низшая теплота сгорания топлива, кДж/кг; η_m -механический КПД двигателя, %; η_i - индикаторный КПД двигателя, %;

По результатам описанных выше формул была получена таблица 1, представленная ниже.

Таблица 1

Расчет система топливоподачи.

Исходные данные		Расчетные значения	
Объем двигателя, (л)	11,15	Объем одного цилиндра, см ³	1858,3
Количество цилиндров	6	Промежуточная размерная масса	0,11
Процент запальной дозы дизельного топлива 5%	47	Масса газа, необходимая для 1 цилиндра	0,033
Частота вращения коленвала двигателя, мин ⁻¹	1850	Объем газа, необходимый для 1 цилиндра	36,90
Входное давление воздуха, кгс/см ²	1	Объем газа, необходимый для 1 цилиндра, см ³	221,41
Угол поворота кривошипа коленвала при подаче газа, град	90	Расход газа в момент его подачи, см ³ /мин	62734,2
Объем баллонов, л	240	Диаметр седла регулятора, см	0,16
Давление газа после в баллонах кгс/см ²	200	Расход газа на двигатель, м/ч	3,76
Давление после регулятора, кгс/см ²	3	Расход воздуха на двигатель, м ³ /ч	419,8
Коэффициент наполнения рабочей камеры	0,89	Время работы на одной заправке газа	20,75
Диаметр воздушного трубопровода, см	10	Часовой расход дизельного топлива, кг/ч	3,32
Диаметр газового трубопровода, см	2	Часовой расход дизельного топлива, кг/ч	3,26
Коэффициент избытка воздуха	1,8	Мощность двигателя	84,99
Температура, град Цельсия	22		
Плотность воздуха, кг/м			
Плотность природного газа, кг/м			1,3
Стехиометрическое число дизельного топлива			0,882
Стехиометрическое число природного газа			16
Коэффициент ф для природного газа			0,48

Как видно из анализа формул и полученной математической модели, одним из главных факторов, влияющих на работу двигателя, является коэффициент наполнения (г.). Для обычных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) значение этого коэффициента лежит в пределах от 0,8 до 0,98, причем большинство двигателей сельскохозяйственной техники имеет нижний предел этого коэффициента. Этот коэффициент зависит от многих факторов, таких как конструкция, качество изготовления деталей двигателя и др.

Выводы

Применение аналитических выражений, которые учитывают наибольшее количество значений, влияющих на расход топлива, позволяет получить наиболее точные результаты расчета расхода газообразного и дизельного топлива.

References

1. Андреев А.А., Апатенко А.С., Гусев С.С. Ресурсосбережение в АПК при эксплуатации автотракторной техники. / В сборнике: Чтения академика В. Н. Болтинского. 2022. С. 157-163.
2. Гусев С.С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров на сельскохозяйственных предприятиях. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2006.
3. Гусев С.С. Физико-химическая очистка отработанных минеральных масел с помощью полимерных материалов. / Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2006. № 6. С. 4.
4. Дидманидзе О.Н., Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей. /Записки Горного института. 2018. Т. 229. С. 50-55.
5. Коваленко В.П., Литовченко А.В., Улюкина Е.А., Гусев С.С. Резервуар для жидкостей. / Патент на полезную модель RU 47335 U1, 27.08.2005. Заявка № 2005103727/22 от 14.02.2005.
6. Тургиев А.К., Карапетян М.А., Мочунова Н.А. К вопросу определения буксования ведущих колес трактора. / Естественные и технические науки. 2010. № 5 (48). С. 570-572.
7. Карапетян М.А., Пряхин В.Н. Совершенствование технологий и управление технологическими процессами сельскохозяйственного производства. / Учебное пособие. Изд: Компания Спутник+. Москва. 2005. С. 161.
8. Тойгамбаев С.К., Ногай А.С., Нукушев С.О. Проводимость почвенного слоя в Акмолинской области. / Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2008. № 1 (26). С. 86-89.
9. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ-21614. / Тех-ника и технология. 2013. № 3. С. 15-188.
10. Шмонин В.А., Теловов Н.К., Тойгамбаев С.К. Комбинированное орудие для глубокого рыхления почвы с внесением удобрений. / Патент на изобретение RU 2500092 C1, 10.12.2013. Заявка № 2012126854/13 от 27.06.2012.
11. Теловов Н.К., Тойгамбаев С.К. Обработка почвы нечерноземных земель РФ глубокорыхлителем - удобрителем для увеличения производства сельскохозяйственных культур. / Агропродовольственная экономика. 2019. № 10. С. 7-16.

12. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Исследования по оптимизации и эффективности использования машинно-тракторного парка предприятия. / Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 28-33.

13. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Обработка результатов информации по надежности транспортных и технологических машин методом математической статистики. / Методическое указание. Изд. «Мегаполис» Москва, 2020. С. 25.е указание. Изд. «Мегаполис» Москва, 2020. С. 25.

14. Niyazbekova S., Troyanskaya M., Toygambayev S., Rozhkov V., Zhukov A., Aksenova E., Ivanova O. Instruments for financing and investing the "green" economy in the country's environmental projects. / В сборнике: E3S Web of Conferences. 22. Сер. "22nd International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies, Emmft 2020" 2021.С.10054.

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

UDC 658.567.1

Artamonova D.Y., Artamonov D.M., Grigoryeva S.Y., Belov P.S., Brovchenko O. A. Analysis of the impact of vibration on the operator of a horizontal boring machine and methods for reducing it

Анализ воздействия вибрации на оператора горизонтально-расточного станка и
методы её снижения

Artamonova Darya Yuryevna,

Master's student,
FGBOU VO MSTU "STANKIN"

Artamonov Danila Mikhailovich,

Master's student,
FGBOU VO MSTU "STANKIN"

Grigoryeva Svetlana Yuryevna

Student of ETI FSBEI VO MSTU "STANKIN"

Belov Pavel Sergeevich

Associate Professor of the Department of "Technology, Equipment and Automation of
Mechanical Engineering Production" ETI FSBEI VO MSTU "STANKIN"

Brovchenko Olga Aleksandrovna

Senior Lecturer of the Department of "Automated Production Technologies" ETI FSBEI VO
MSTU "STANKIN"

Артамонова Дарья Юрьевна,

студент магистратуры,
ФГБОУ ВО МГТУ «Станкин»

Артамонов Данила Михайлович,
студент магистратуры,

ФГБОУ ВО МГТУ «Станкин»

Григорьева Светлана Юрьевна

Обучающаяся ЕТИ ФГАОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Белов Павел Сергеевич

Доцент кафедры «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств» ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Бровченко Ольга Александровна

Старший преподаватель кафедры «Технологий автоматизированного производства»

ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Abstract. The study is devoted to the assessment of vibration loads at the operator's workplace of a 2A622F4 horizontal boring machine under real production conditions. Using three-component piezoelectric accelerometers and spectral analysis, it was found that equivalent vibration acceleration levels near the spindle unit and under the operator's feet exceed sanitary standards by 150–153%. Based on the obtained spectral characteristics (16–63 Hz), priority frequencies for vibration protection measures were identified. The proposed set of technical and organizational measures – equipment vibration

isolation, unit balancing, optimization of cutting modes, and scheduled breaks – allows reducing vibration to acceptable values, which will improve labor safety and extend the service life of the machine.

Keywords: vibration; horizontal boring machine; spectral analysis; vibration isolation; sanitary and hygienic standards; industrial safety.

Аннотация. Исследование посвящено оценке вибрационных нагрузок на рабочем месте оператора горизонтально-расточного станка 2А622Ф4 в условиях реального производственного процесса. С использованием трёхкомпонентных пьезоэлектрических акселерометров и спектрального анализа установлено, что эквивалентные уровни виброускорения возле шпиндельного узла и под ногами оператора превышают санитарные нормы на 150–153 %. На основе полученных спектральных характеристик (16–63 Гц) выделены приоритетные частоты для виброзащитных мероприятий. Предложенный набор технических и организационных мер – виброизоляция оборудования, балансировка узлов, оптимизация режимов резания и регламентированные перерывы – позволяет снизить вибрацию до допустимых значений, что повысит безопасность труда и продлит срок службы станка.

Ключевые слова: вибрация; горизонтально-расточный станок; спектральный анализ; виброизоляция; санитарно-гигиенические нормы; производственная безопасность.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Производственная вибрация представляет собой один из значимых физических факторов рабочей среды, особенно в отраслях, связанных с металлообработкой, машиностроением и строительством. Горизонтально-расточные станки, как и многие другие виды станочного оборудования, являются источниками вибрационных нагрузок, способных оказывать неблагоприятное воздействие как на здоровье персонала, так и на состояние самого оборудования и качество выпускаемой продукции. Длительное воздействие вибрации может приводить к развитию профессиональных заболеваний, в частности, вибрационной болезни, поражающей сосудистую, нервную и опорно-двигательную системы человека. Кроме того, вибрационные процессы ускоряют износ узлов станка, снижают точность обработки и могут стать причиной аварийных ситуаций. В связи с этим, анализ и контроль уровней вибрации на рабочих местах операторов металлорежущих станков, а также разработка эффективных мер по её снижению, являются актуальной научно-технической и гигиенической задачей.

Цель исследования – провести анализ уровней и характера вибрационного воздействия на рабочем месте оператора горизонтально-расточного станка, сопоставить полученные данные с действующими гигиеническими нормативами и предложить комплекс рекомендаций по минимизации вибрационных нагрузок.

Исследование проводилось на рабочем месте оператора горизонтально-расточного станка 2А622Ф4 в условиях реального производственного процесса – расточки корпусной детали из стали 45.

Для измерения параметров вибрации применялись трехкомпонентные пьезоэлектрические акселерометры АР2038Р и многоканальный анализатор спектра вибрации ОКТАВА-101ВМ, позволяющий проводить октавный и третьоктавный анализ в

реальном времени. Калибровка измерительной системы проводилась до и после серии измерений с использованием виброкалибратора.

Методология измерений и оценки основывалась на требованиях ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования», ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003) «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах», СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» и, в части общих подходов, ISO 5349 «Вибрация. Измерение и оценка воздействия на человека вибрации, передающейся через руки» (хотя в данном случае основное внимание уделялось общей вибрации).

Основные измерения проводились в точке контакта ног оператора с опорной поверхностью (пол рабочей зоны) и на станине станка вблизи зоны резания. Датчики устанавливались для регистрации вибрации по трем ортогональным осям: Z_0 (вертикальная), X_0 (поперечная, спина-грудь) и Y_0 (продольная, плечо-плечо).

Схема расположения датчиков (рис. 1) включала установку трехкомпонентного акселерометра на полу в основной рабочей позе оператора (примерно 0,5 м от станка) и второго трехкомпонентного акселерометра, закрепленного с помощью магнита на станине станка рядом со шпиндельным узлом. Схема иллюстрирует ориентацию осей X_0 , Y_0 , Z_0 относительно оператора и станка.

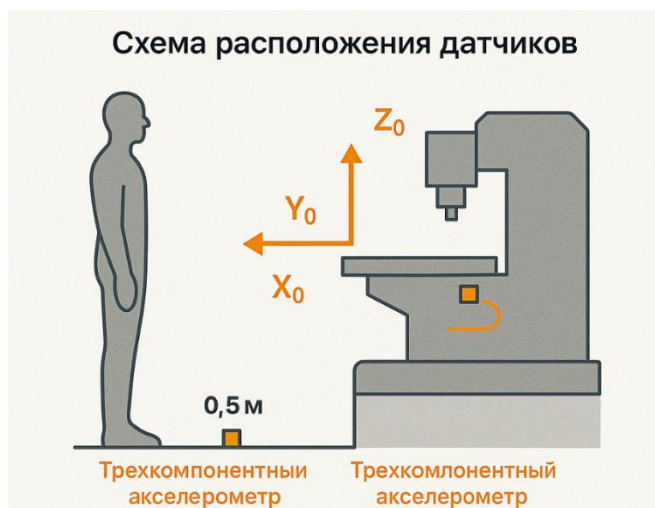


Рисунок 1 - Схема установки расположения датчиков

Диапазон анализируемых частот составил 1 – 1000 Гц. Измерения проводились в режиме обработки детали при установившихся параметрах резания (частота вращения шпинделя – 800 об/мин, подача – 0,1 мм/об, глубина резания – 2 мм). Длительность

каждого замера составляла не менее 60 секунд, с многократными повторениями (не менее 3 раз) для усреднения результатов и охвата характерных фаз рабочего цикла.

Полученные вибросигналы были обработаны с использованием БПФ (Быстрое Преобразование Фурье) для получения спектральных характеристик. Усредненные среднеквадратичные значения (СКЗ) виброускорения представлены в виде таблицы 1 и графика (Рис. 2).

Таблица 1.

Уровни виброускорения (м/с^2) в различных точках замера по осям X_0 , Y_0 , Z_0 .

Точка замера	X_0	Y_0	Z_0
Пол (рабочее место оператора)	0,15	0,12	0,18
Станина станка (зона шпиндельного узла)	0,45	0,40	0,55

График показывает зависимость амплитуды виброускорения (в дБ или м/с^2) от частоты (Гц). На графике наблюдаются выраженные пики в диапазоне частот 16-63 Гц, соответствующие, вероятно, собственным частотам системы "станок-фундамент-пол" и частотам, связанным с работой привода и процессом резания. Максимальные уровни достигаются на частотах около 31,5 Гц и 50 Гц.



Рисунок 2 - График зависимости амплитуды виброускорения от частоты.

Для оценки гигиенической значимости вибрации использовались эквивалентные скорректированные уровни виброускорения (a_w), рассчитанные с учетом частотных коррекций по СанПиН 1.2.3685-21 для технологической вибрации категории 3а.

Сравнение фактических эквивалентных скорректированных уровней виброускорения (a_w , м/с^2) с ПДУ по СанПиН 1.2.3685-21 представлено в таблице 2.

Таблица 2.

Сравнение фактических эквивалентных скорректированных уровней виброускорения с ПДУ

Направление	Фактический a_w (м/с ²)	ПДУ (м/с ²) (категория 3а)	Превышение (%)
Xo, Yo	0.18	0.071	~153%
Zo	0.25	0.1	150%

Полученные данные свидетельствуют о превышении предельно допустимых уровней технологической вибрации на рабочем месте оператора горизонтально-расточного станка. Наибольшее превышение (до 150-153%) зафиксировано по всем трем осям, что указывает на существенное вибрационное воздействие. Класс условий труда по данному фактору можно оценить как вредный (вероятно, 3.2 или 3.3 по Р 2.2.2006-05).

Зафиксированные уровни вибрации, особенно в диапазоне 16-63 Гц, представляют серьезный риск для здоровья оператора при длительной экспозиции. Общая вибрация данной интенсивности может привести к развитию вибрационной болезни с поражением нервной системы (полиневропатия), опорно-двигательного аппарата (остеохондроз, артрозы), сосудистой системы (ангиодистонический синдром) и вестибулярного аппарата. Особую опасность представляют резонансные частоты, совпадающие с собственными частотами внутренних органов (например, 4-8 Гц для брюшной полости, 10-12 Гц для позвоночника. Хотя доминирующие частоты в нашем гипотетическом примере лежат выше, длительное воздействие вибрации широкого спектра все равно опасно.

Повышенные вибрационные нагрузки неизбежно сказываются на состоянии самого станка. Вибрация приводит к ускоренному износу направляющих, подшипников шпинделя, зубчатых передач, снижению точности позиционирования и обработки. Возникновение резонансных явлений может привести к усталостному разрушению отдельных узлов и сокращению общего срока службы оборудования. Это особенно критично для прецизионных станков, каким является горизонтально-расточной.



Рисунок 3 - Схема распределения вибрации по рабочей зоне станка.

Визуализация распределения вибрации по рабочей зоне показывает, что максимальные уровни вибрации (условно "красная зона") концентрируются непосредственно у станка и на полу перед ним, постепенно снижаясь по мере удаления от источника. Это подчеркивает необходимость мер защиты именно в ближней зоне оператора.

На основании проведенного анализа и с учетом современных подходов к виброзащите предлагается комплекс мер.

Технические меры:

Установка виброизоляторов: Монтаж станка на виброизолирующие опоры (например, пружинные или резинометаллические амортизаторы) для снижения передачи вибрации на фундамент и пол (Рис 4). Расчет параметров виброизоляторов (жесткость, статическая осадка) должен производиться с учетом массы станка и частоты доминирующих вибраций для отстройки от резонанса.

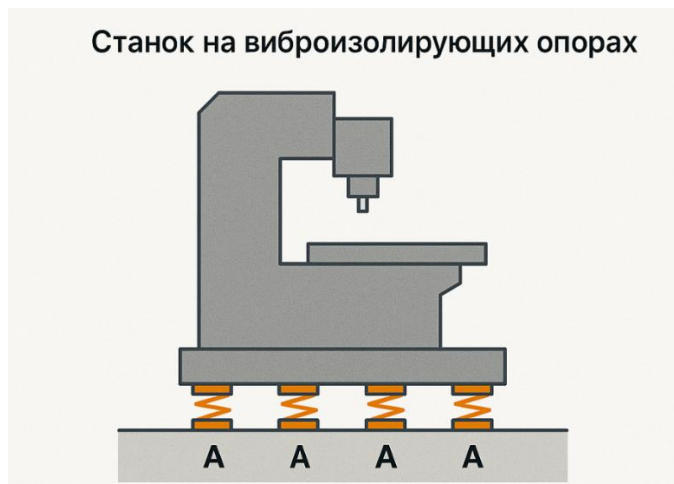


Рисунок 4 - Схематическое изображение станка, установленного на виброизолирующих опорах типа АД или АКСС, размещенных под основными точками крепления станины к фундаменту.

Регулярная проверка и балансировка вращающихся частей станка (шпиндель, электродвигатели, муфты) для минимизации вибраций, вызванных дисбалансом.

В некоторых случаях возможно усиление отдельных элементов конструкции станка или фундамента для смещения собственных частот из опасного диапазона.

Организационные меры:

Корректировка режимов резания (скорость, подача, глубина) для операций, вызывающих наибольшую вибрацию, если это технологически допустимо.

Внедрение регламентированных перерывов для операторов, работающих в условиях повышенной вибрации, ограничение суммарного времени контакта с вибрацией в течение смены.

Информирование работников о рисках, связанных с вибрацией, обучение правильным рабочим позам и методам работы, минимизирующим передачу вибрации.

Хотя для общей вибрации их эффективность ограничена, применение специализированной обуви с виброгасящей подошвой может дать некоторый эффект.

Проведенное исследование подтвердило наличие проблемы повышенного вибрационного воздействия на рабочем месте оператора горизонтально-расточного станка. Измеренные уровни общей вибрации превышают установленные санитарные нормы, что создает реальный риск для здоровья персонала и может негативно влиять на надежность оборудования и качество продукции. Анализ спектральных характеристик позволил выявить доминирующие частоты, требующие особого внимания при разработке мер защиты.

Предложенный комплекс технических и организационных мероприятий, включающий виброизоляцию станка, балансировку узлов, оптимизацию режимов работы и защиту временем, способен существенно снизить уровни вибрации до допустимых значений. Внедрение этих рекомендаций позволит не только улучшить условия труда и сохранить здоровье работников, но и повысить надежность и точность работы станочного оборудования, что в конечном итоге приведет к положительному экономическому эффекту. Дальнейшие исследования могут быть направлены на мониторинг эффективности внедренных мер и разработку адаптивных систем контроля вибрации непосредственно в процессе работы станка.

References

1. Белов, П. С. Математическое моделирование технологических процессов : Учебное пособие (конспект лекций) / П. С. Белов. – Егорьевск : Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016. – 121 с. – ISBN 978-5-904330-02-6. – EDN XMBPWB.
2. Борьба с шумом на производстве / В. Я. Юдин [и др.]; под общ. ред. В. Я. Юдина. — М. : Машиностроение, 1985. — 400 с.
3. Генезис новой парадигмы экономического развития России: глобальные предпосылки и внутренние факторы конкурентоспособности / П. С. Белов, О. А. Бровченко, Н. В. Василенкова [и др.]. – Самара : НИЦ «ПНК», 2024. – 158 с. – ISBN 978-5-605-19462-0. – EDN IIAKAL.

4. Проблемы взаимодействия человека, общества и природы: концепция устойчивого развития и ее реализация в России / П. С. Белов, А. А. Бровченко, О. А. Бровченко [и др.]. – Нижний Новгород : Профессиональная наука, 2021. – 107 с. – ISBN 978-1-312-75403-4. – EDN OZMIXI.

5. Рогов, В. А. Исследование демпфирующих способностей конструкций расточных токарных резцов со вставками из высоконаполненного композиционного материала / В. А. Рогов, П. С. Белов // Вестник машиностроения. – 2011. – № 6. – С. 69-71. – EDN QISPNJ.

6. Руководство по проектированию виброизоляции машин и оборудования ЦНИИСК им. Кучеренко. — М. : Стройиздат, 1972. — 159 с.

7. Средства защиты в машиностроении: Расчет и проектирование : справочник / С. В. Белов [и др.]; под общ. ред. С. В. Белова. — М. : Машиностроение, 1989. — 386 с.

UDC 621.86. 621. 629.3

Bashlykov N.V. Synthetic polymers as antifriction materials

Синтетические полимеры как антифрикционные материалы

Bashlykov Nikita Vyacheslavovich

student of DM 230 group, Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia
Scientific supervisor

Toygambayev Serik Kokibaevich,

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

Башлыков Никита Вячеславович
студент группы ДМ 230 Российский государственный аграрный университет им. К.А.

Тимирязева, г. Москва, Россия

Научный руководитель

Тойгамбаев Серик Кокибаевич

д.т.н., профессор кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Abstract. *The greatest technical and economic effect from the use of polycarbonate coatings can be expected if coatings with high antifriction, physico-mechanical, adhesive and other properties are used. In this regard, work on studying the properties of polycarbonate coatings in relation to the repair of machinery and, especially, a comprehensive study of the properties of coatings obtained using the latest methods and technology is of particular importance. This article discusses various ways to use polymer coatings when restoring the operability of machine parts.*

Keywords: *polymers; metal alloys; sliding bearing; anti-friction materials; friction units.*

Аннотация. Наибольший технический и экономический эффект от применения поликарбонатных покрытий можно ожидать при условии использования покрытий, обладающих высокими антифрикционными, физико-механическими, адгезионными и другими свойствами. В связи с этим особое значение приобретают работы по изучению свойств поликарбонатных покрытий применительно к ремонту машин и, особенно, всестороннее исследование свойств покрытий, полученных при использовании новейших методов и технологии. В данной статье рассмотрены различные моменты по использованию полимерных покрытий при восстановлении работоспособности деталей машин.

Ключевые слова: полимеры; металлические сплавы; подшипник скольжения; антифрикционные материалы; узлы трения.

Рецензент: Сагитов Рамиль Фаргатович, кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

С появлением синтетических полимеров начинают проводиться исследования с целью выявления возможности их использования как антифрикционных материалов. Такая постановка вопросов объясняется тем, что существовавшие антифрикционные сплавы помимо дороговизны были еще и дефицитны, в связи с ограниченной сырьевой базой. Кроме того, применение антифрикционных металлических сплавов, как правило, требовало организации

соответствующей смазки узлов трения. В периоды пуска механизма, антифрикционные металлические сплавы в подшипниках скольжения, как более мягкие, часто получали задиры, в связи, с чем срок службы такого подшипника значительно уменьшался. Кроме того антифрикционные металлические сплавы плохо воспринимают ударную нагрузку [1,2,3,4,8]. Нечего и говорить, что в условиях работы, исключающих наличие смазочных сред, металлические антифрикционные сплавы обладали недостаточной долговечностью.

Синтетические полимерные материалы отличается таким комплексом свойств, что позволили предполагать возможность их использования если не в большинстве узлов трения, то хотя бы в части из них. Многие синтетические полимерные материалы хорошо воспринимают вибрационные нагрузки, устойчивы против истирания, что наряду с относительно высокими механическими свойствами и малым удельным весом делает их предпочтительными при использовании в узлах трения. В узлах трения нашли применение волокниты, текстолиты, древесно-слоистые пластики, лигнофоль, графитопласты и т.д. В случае работы узла трения в водах средах получили распространение различные типы подшипников с облицовкой из синтетических резиносмесей. Наиболее эффективно применение полимерных материалов в тяжело нагруженных узлах трения, Развитие синтеза полимеров привело к созданию, за последние 20 лет, и массовому производству таких синтетических полимеров, как полиамиды, фторопласты, полиолефины, эпоксидные смолы и т.д. В настоящее время выполнено больше количество исследований с целью выявления антифрикционных свойств и работоспособности указанных полимеров. В результате установлено, что ряд полимеров обладают высокими антифрикционными свойствами и они могут быть рекомендованы в качестве материала для подшипников [3,5,6,7,9]. Особенно пристальное внимание исследователей привлекли полиамиды и фторопласты.

Высокие физико-механические свойства полиамидов, низкое значение коэффициентов трения при смазке минеральными маслами, возможность работы полиамидного подшипника при ограниченной смазке и вообще без смазки, работоспособность в агрессивных и абразивных средах и при относительно высоких температурах, все это вызвало появление большого числа работ по изучению свойств различных полиамидов. Уже в первых работах отмечалось, что грузоподъемность полиамидных подшипников не уступает грузоподъемности баббита, а износостойкость выше. В работах указано, что в условиях сухого трения полиамидные подшипники превосходят по работоспособности бронзовые [10,11,12,13,14,15,16]. Таким образом, в узлах с ограниченной смазкой или без смазки, полиамиды оказались более работоспособными, чем традиционные подшипниковые сплавы.

Исследованиями установлено, что антифрикционные свойства различных

полиамидов, в зависимости от нагрузки и скорости скольжения, различны. Кроме того, изменение способа изготовления подшипников, режима термообработки, режима и вида смазки, материала сопрягаемой детали, ее твердости и чистоты, а также наличие абразива влияет на антифрикционные свойства полиамидных подшипников. Вводя те или иные наполнители, можно повысить грузоподъемность и теплопроводность, уменьшить водопоглощение и улучшить ряд других свойств полиамидов.

Общим выводом из проведенных исследований является то, что полиамиды могут работать при температурах не выше 80...85°C. К недостаткам полиамидов следует отнести: высокое влагопоглощение из окружающей среды, результатом чего является снижение их прочности; увеличение веса детали и ее размеров; холодная ползучесть (под действием постоянной нагрузки происходит медленное нарастание деформации); деструкция во времени. Полученные результаты дали возможность подойти к созданию теоретических основ расчет и проектирования монолитных полиамидных подшипников.

Изучение антифрикционных свойств полиамидов сопровождалось внедрением их в различные отрасли машиностроения и в ремонтное производство. Из полиамидов изготавливают втулки, уплотнения, направляющие аппараты и рабочие колеса насосов, турбобуров и другие детали. Количество деталей из полиамидов, как в машиностроении, так и в ремонтном производстве, непрерывно увеличивается.

В последние годы выполнен большой объем работ по изучению антифрикционных свойств фторопластов. Для фторопластов характерна высокая термическая и химическая стойкость. Вместе с тем фторопласты обладают рядом недостатков, в том числе сравнительно низкой прочностью (15...30 МН/м²), низкой твердостью МПА 30...40, хладотекучестью, плохой теплопроводностью, крайне невысокой адгезией к металлам, при относительно высоком коэффициенте термического линейного расширения и трудностью переработки его в изделие. В процессе исследований выявлены высокие антифрикционные свойства фторопластов. Введение смазки в подшипник из фторопласта снижает величину коэффициента трения примерно вдвое. Фторопластовые подшипники могут работать без смазки в максимально широком диапазоне температур (от

- 269°C до +260°C), сохраняя низкие значения коэффициента трения. В различных работах рассматривается возможность применения монолитных подшипников скольжения из графитопластов на основе фенольно-формальдегидной смолы. Указывается, что графитопласт модифицированный капроном (30%), может работать в подшипниковых узлах без смазки при удельных давлениях 3,5... 8 МН/м² и скорости скольжения 0,66...1,11 м/сек. При этих условиях указанный материал имеет высокие антифрикционные свойства, коэффициент трения колеблется от 0,09 до 0,025.

Рассмотренные работы по полимерным антифрикционным материалам показывают на наличие у них следующих характерных недостатков:

1. Низкая теплопроводность, в результате чего, отвод тепла, возникающего в подшипнике скольжения при работе, в основном осуществляется через металлический вал или смазкой, интенсивно, подаваемой: к трущимся поверхностям;
2. Высокий коэффициент термического линейного расширения, что при высоких рабочих температурах трущихся пар, требует либо увеличения монтажного зазора, что не всегда допустимо по условиям работы, либо наличия теплового компенсатора (разрезная втулка, Т-образный паз на рабочей поверхности и т.д.);
3. Текучесть, особенно при повышенной температуре;
4. Низкая теплостойкость.

Сочетание низкой теплостойкости, высокого коэффициента линейного теплового расширения, текучести при повышенных температурах существенно ограничивает область применения монолитных полимерных подшипников, в связи с чем делается попытка нейтрализовать указанные недостатки, присущие большинству полимерных материалов. Появляются работы, в которых сделана попытка применить тонкослойные подшипники. Результаты использования полистирола для получения тонкослойных полимерных покрытий даны в различных работах ученых. Однако в обоих исследованиях получены неудовлетворительные результаты, формируемые тонкослойные покрытия из полистирола по мере охлаждения покрывались сетью трещин, вследствие возникновения больших внутренних напряжений и хрупкости полимера. Стремление получить подшипники с тонкослойным антифрикционным покрытием потребовало от исследователей изучения ряда фактов;

- закономерности формирования полимерных покрытий;
- влияния методов и технологических факторов нанесения покрытий на физико-механические и антифрикционные свойства полимерных покрытий;
- влияние природы металлов и технологии формирования покрытия на сцепляемость полимерных покрытий с металлическими подложками;
- структурных изменений в полимерных покрытиях, протекающих при формировании, термообработке и эксплуатации.

Как уже отмечалось, лучшими антифрикционными полимерными материалами являются фторопласты, но имеющие од низкие механические свойства (хладотекучесть) и плохую сцепляемость с металлическими подложками. В связи с этим, в работах [2,14] предложено изготовление армированных фторопластовых подшипников. Для этой цели используют пористую металлическую подложку, пропитанную фторопластом. Получается сплошная пленка фторопласта толщиной 0,013..0,04 мм. Пористый металл

прочно удерживает пленку фторопласта и воспринимает основную часть нагрузки, способствуя созданию благоприятных условий для работы фторопластовой пленки. Работоспособность таких подшипников при нагрузках от 0,035 до 14 МН/м² и скоростях скольжения от 0,05 до 7 м/сек высокая даже при работе без смазки.

Коэффициент трения при работе в паре с различными металлами не превышал 0,05. Учитывая высокие физико-механические свойства полиамидов и хорошие результаты применения монолитных полиамидных деталей в узлах, целый ряд исследователей в работах [57,63,66,72,] изучали возможности использования тонкослойных полиамидных покрытий в узлах трения применительно к восстановлению изношенных деталей тракторов, автомобилей и сельхозмашин. Одной из первых работ в этом направлении являлась работа Барабанова В.Н., выполненная в лабораториях НаТИ и МИИСПа. Автором изучались свойства полиамидных покрытий, наносимых струйным способом на подогретые заготовки. При этом было выявлено, что антифрикционные свойства получаемых покрытий достаточно высоки. Прирабатываемость полиамидных покрытий не уступает прирабатываемости баббита Б-83 и значительно превосходит прирабатываемость сплава АСМ. Износ сопрягаемого вала с полиамидным покрытием в 6...10 раз меньше, чем с сопрягаемыми металлическими сплавами. Хорошо работает полиамидное покрытие и при нахождении в смазке абразива.

Вместе с тем во всех перечисленных исследованиях подтверждаются высокие антифрикционные свойства полиамидных покрытий, отмечая однако, их довольно низкую температуростойкость 80-85⁰ С. Кроме того, попадание воды в узел трения приводит к набуханию покрытия, снижению его выносливости и даже к отслаиванию.

Во многих работах исследовалась возможность применения эпоксидных покрытий при ремонте деталей узлов трения. Доказано, что эпоксидные покрытия без наполнителей обладают низкой износостойкостью и не могут быть рекомендованы в качестве антифрикционных материалов. Применение наполнителей улучшает свойства этих покрытий. Лучшим наполнителем является графит. Покрытия из эпоксидных композиций с графитом могут удовлетворительно работать как при трении со смазкой, так и в условиях сухого трения. Износостойкость эпоксидных покрытий при работе со смазкой соизмерима с износостойкостью бронзы и в 1,5 раза выше, чем у чугуна. При работе без смазки износостойкость эпоксидных покрытий в 10...25 раз выше, чем у бронзы и чугуна. Отмечается, что эпоксидные покрытия в 4...6 раз меньше изнашивают сопрягаемую деталь. Ограничением в применении указанных покрытий является их сравнительно низкая теплостойкость и невысокая грузоподъемность. Кроме того, эпоксидные смолы, их отвердители и пластификаторы токсичны, что ухудшает условия труда рабочих. Жизнеспособность

приготовленных эпоксидных композиций относительно невелика, а сами смолы довольно дороги.

Проведенные в последние годы работы по изучению возможности применения для восстановления деталей антифрикционными покрытиями из полиэтилена и полипропилена. Было показано, что тонкослойные покрытия из полиэтилена низкого давления с наполнителями и без них, полученные вибрационным напылением, имеют хорошие физико-механические и антифрикционные свойства. В узлах трения со смазкой полиэтиленовые покрытия могут работать при нагрузках до 6 МН/м² и скорости скольжения 0,5 м/сек. Установлено, что покрытия лучше работают в паре со стальными закаленными деталями с твердостью не менее 400...420 МПа. Полимерные покрытия на базе полиэтилена могут успешно работать лишь в узлах трения, где температура не превышает 65°C. В некоторых работах исследованы тонкослойные покрытия из полипропилена, наносимые струйным методом. Показано, что полипропиленовые покрытия обладают достаточной износостойкостью, высокой водо и химической стойкостью, имеют низкие значения коэффициента трения (0,04...0,12 при трении со смазкой) и устойчивы к истиранию. Рекомендуются к применению в узлах трения, имеющих температуру не выше 50...60°C и нагрузку до 5 МН/м².

Рассмотренные результаты, ранее выполненных исследований по применению полимерных как антифрикционных материалов, позволили установить следующее:

1. Полимерные материалы (полиамиды, фторопласты, полиолефины, эпоксидные смолы) могут применяться в узлах трения из-за высоких антифрикционных свойств.
2. Использование тонкослойных полимерных покрытий позволяет получать подшипники с большей работоспособностью, чем монолитные полимерные подшипники.
3. Полимерные подшипники превосходят традиционные антифрикционные сплавы при работе в абразивных средах, сухом трении и при ограниченной смазке.
4. В условиях работы при повышенных температурах (100°C и выше) и трении со смазкой рассмотренные полимерные материалы, кроме фторопластов, уступают антифрикционным металлическим сплавам.

Появившиеся в последние года синтетические полимерные материалы такие как полиформальдегиды, пентоны, полиарилаты, поликарбонаты и другие, обладающие высокими физико-механическими свойствами и высокой теплостойкостью, требуют исследования по возможности применения их в ремонтном производстве.

Поликарбонаты - перспективные крупнотоннажные полимеры, обладают достаточно высокой теплостойкостью, высокими механическими свойствами и

относительной дешевизной. Поликарбонатами называются полиэфиры угольной кислоты и диоксисоединений. По своей структуре поликарбонаты близки к эпоксидным смолам, включающим аналогичную полиэфирную группу

Поликарбонаты - это новый класс полимерных материалов, включающих алифатические, жирноароматические, ароматические и смешанные поликарбонаты. Наибольшее практическое применение в настоящее время нашли ароматические поликарбонаты. Ароматические поликарбонаты относятся к группе термопластических полимеров. Молекулярный вес поликарбонатов может быть от 20 000 до 200 000. В зависимости от молекулярного веса поликарбонаты перерабатываются литьем под давлением, экструзией и из раствора.

Ароматические поликарбонаты обладают высокой температурой стеклования (149°C), температурой плавления в зависимости от молекулярного веса 230-300°C, и температурой разложения 330°C и выше. Столь высокие температурные характеристики объясняются структурными особенностями строения молекул поликарбоната. Исследования показали, что синтез поликарбоната возможен 4 методами и получаемые при этом полимеры обладают целой гаммой ценных свойств. Могут синтезироваться различные типы поликарбонатов с различными молекулярными весами. Из литературы известны основные физико-механические свойства поликарбонатов. Однако во всех источниках они даются либо для монолитных образцов, либо для пленок, полученных поливом из растворов или экструзией. Литературные данные показывают значительное превосходство поликарбонатов по сравнению с ныне применяемыми полимерами. Плавление поликарбоната начинается при температуре 230°C, а разложение при температуре 330°C, т.е. температурный интервал между температурой начала плавления и температурой разложения у поликарбоната достаточно большой. Это, несомненно, является его большим преимуществом по сравнению с другими термопластами, открывая большие возможности по переработке его в изделие при незначительных изменениях физико-механических свойств за счет разложения. Для поликарбоната характерна высокая прочность. Следует отметить высокую теплостойкость поликарбоната, особенно под нагрузкой, что очень важно для антифрикционных материалов. Так теплостойкость под нагрузкой 1,9 МН/м² у поликарбоната равна 140°C, у полиамида - 68°C, у полиформальдегида - 100-120°C, у пентона - 85...90°C. Теплостойкость защитных покрытий из поликарбоната равна 120...140°C.

Поликарбонат не горюч, точнее это самозатухающий полимер. Он химически стоек к действию водных растворов неорганических и органических кислот, солей, окислителей. Минеральные масла и топливо не вызывают набухания и деструкции

поликарбоната. В иных изученных работах сообщается, что износостойкость монолитных поликарбонатных деталей в 25 раз больше, чем износостойкость полистирола.

Изучалась работа монолитных подшипниковых втулок из поликарбоната. Доказано, что сопряжение сталь-поликарбонатная втулка при скорости скольжения 1 м/сек в смазке окунанием способно работать по температурному состоянию узла до величины удельного давления, равного 8 МН/м^2 . Рассматривались вопросы наполнения поликарбоната стекловолокном. Доказано, что в этом случае удастся значительно повысить длительную прочность монолитных образцов из поликарбоната. Однако, все рассмотренные работы, хотя и показывают большие возможности, заложенные в поликарбонате, не приводят каких либо данных по сцепляемости поликарбонатных покрытий с металлическими подложками. Последнее требует проведения исследований для определения возможности формирования качественных поликарбонатных покрытий с высокой сцепляемостью последних с металлическими подложками. Таким образом, на основании рассмотренных литературных источников, несомненный практический и научный интерес представляло проведение комплексного исследования следующих свойств поликарбонатных покрытий:

- физико-механических и антифрикционных свойств тонкослойных покрытий на металлические подложки;
- сцепляемости с металлическими подложками.

Выводы.

Исследование этих свойств было необходимо для изыскания возможности получения качественных антифрикционных покрытий для восстановления изношенных деталей узлов трения тракторов, автомобилей и сельхозмашин. Для чего необходимо 1. Изучение физико-механических свойств тонкослойных поликарбонатных покрытий; 2. Исследование режимов формирования, с целью определения условий получения качественных поликарбонатных покрытий с высокой сцепляемостью с металлическими подложками.

References

1. Агулов И.И., Гороховский Г.А. Кинетика некоторых структурных изменений в поверхностных слоях полимеров при трении. Механика полимеров, 2001, № 6, с.928-933.
2. Айнбиндер С.Б., Тюнина Э.Л. Введение в теорию трения полимеров. Рига, Зинатне, 2001 224 с.

3. Айнбиндер С.Б. Физико-механические свойства полимерных материалов и проблемы трения. Механика полимеров, 2001, с.303-314.
4. Гусев С.С. Восстановление качества отработанных нефтяных масел с помощью ПГС-полимеров на сельскохозяйственных предприятиях. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2006.
5. Гусев С.С. Физико-химическая очистка отработанных минеральных масел с помощью полимерных материалов. / Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2006. № 6. С. 4.
6. Дидманидзе О.Н., Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т. Исследования показателей тепловыделения газовых двигателей. /Записки Горного института. 2018. Т. 229. С. 50-55.
7. Коваленко В.П., Литовченко А.В., Улюкина Е.А., Гусев С.С. Резервуар для жидкостей. / Патент на полезную модель RU 47335 U1, 27.08.2005.
Заявка № 2005103727/22 от 14.02.2005.
8. Кулезнев В.Н. Смеси полимеров. М.: Химия, 2000.-304 с.
9. Кутьков А.А. Износостойкие и антифрикционные покрытия. М.: Машиностроение, 2001.-152 с.
10. Королев А.Я. Адгезия и внутренние напряжения в полимерах. В кн.: Термообработка изделий. - М.: Наука, 2000 с.49-55.
11. Теловов Н.К., Тойгамбаев С.К. Обработка почвы нечерноземных земель РФ глубокорыхлителем - удобрителем для увеличения производства сельскохозяйственных культур. / Агропродовольственная экономика. 2019. № 10. С. 7-16.
12. Тойгамбаев С.К., Евграфов В.А. Исследования по оптимизации и эффективности использования машинно-тракторного парка предприятия. / Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 28-33.
13. Тойгамбаев С.К., Апатенко А.С. Обработка результатов информации по надежности транспортных и технологических машин методом математической статистики. / Методическое указание. Изд. «Мегаполис» Москва, 2020. С. 25.е указание. Изд. «Мегаполис» Москва, 2020. С. 25.
14. Тойгамбаев С.К., Ногай А.С., Нукашев С.О. Проводимость почвенного слоя в Акмолинской области. / Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2008. № 1 (26). С. 86-89.

15. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ–21614. / Тех-ника и технология. 2013. № 3. С. 15-188.

16. Niyazbekova S., Troyanskaya M., Toygambayev S., Rozhkov V., Zhukov A., Aksenova E., Ivanova O. Instruments for financing and investing the "green" economy in the country's environmental projects. / В сборнике: E3S Web of Conferences. 22. Сер. "22nd International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies, Emmft 2020" 2021.C.10054.

UDC 621.7.06

Dragina O.G., Kupriyanova O.P., Potekhina D.A., Vorobeve D.S., Drovovozova E.E. Adaptations of machine tools of lathes for machining parts on a cnc milling machine

Адаптации станочной оснастки токарных станков для обработки деталей на
фрезерном станке с ЧПУ

Dragina Olga Gennadievna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Head of the Department

«Technology, Equipment and Automation of Machine-building industries»,

Kupriyanova Olga Pavlovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Associate Professor of the Department

«Technology, Equipment and Automation of Machine-building industries»,

Potekhina Diana Andreevna

Student

Vorobeve Daria Sergeevna

Student

Drovovozova Ekaterina Evgenevna

Student

Yegoryevsk Institute of technology (branch)

Moscow State University of Technology «STANKIN»

Егорьевск, Россия

Yegoryevsk, Russia

Драгина Ольга Геннадьевна

Кандидат технических наук, доцент

Заведующий кафедрой «Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»

Куприянова Ольга Павловна

Доцент кафедры «Технология, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»

Потехина Диана Андреевна

Студент

Воробьева Дарья Сергеевна

Студент

Дрововозова Екатерина Евгеньевна

Студент

Егорьевский технологический институт (филиал)

ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Abstract. The article presents the results of using universal tooling of lathes for milling operations.

Keywords: turning machine, chuck, milling processing center, technological equipment, detail, accuracy, cost.

Аннотация. В статье представлены результаты использования универсальной оснастки токарных станков для фрезерных работ.

Ключевые слова: токарный станок, патрон, фрезерный обрабатывающий центр, технологическая оснастка, деталь, точность, себестоимость.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Эффективность и результативность производства напрямую зависит от того какое оборудование и технологическая оснастка используются для серийного выпуска продукции. Точность технологической оснастки напрямую влияет на качество обработки, срок службы оборудования и производительность. Например, неправильно выбранные зажимные устройства могут привести к деформации заготовки, что приведет к снижению точности и возможным дефектам. [1]

Правильный выбор технологической оснастки позволяет значительно снизить износ инструмента, ускорить настройку станков и улучшить качество конечной продукции. Это также важно для обеспечения безопасности на производстве и минимизации потерь материала.

Современные тенденции в области технологической оснастки включают в себя использование новых материалов для изготовления оснастки, повышение автоматизации процессов и интеграцию с системами ЧПУ. Также развивается концепция гибкой оснастки, которая позволяет использовать одни и те же приспособления для различных типов обработки и разных материалов, что значительно сокращает время на переналадку и увеличивает универсальность оборудования. [2,6]

Актуальность настоящего исследования состоит в решении задачи адаптации технологической оснастки станков токарной группы для обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства.

Практическая значимость - повышение точности изготовления деталей на фрезерном станке с ЧПУ в условиях мелкосерийного производства.

Высокая стоимость технологической оснастки для фрезерных станков с ЧПУ увеличивает себестоимость обработки заготовок на этих станках. Причинами высокой стоимости оснастки являются:

1. Сложность конструкции. Оснастка для фрезерных станков с ЧПУ часто включает в себя высокоточные компоненты, такие как цанговые патроны, оправки, делительные головки и крепежные системы. Их производство требует использования дорогостоящих материалов (например, инструментальной стали, твердых сплавов) и сложных технологий обработки.

2. Высокие требования к точности. Для обеспечения точности позиционирования и минимальных допусков при обработке деталей оснастка должна изготавливаться с высочайшей точностью. Это требует применения прецизионного оборудования и строгого контроля качества, что увеличивает ее себестоимость.

3. Индивидуальность и специализация. Многие виды оснастки разрабатываются под конкретные задачи или детали, что делает их производство мелкосерийным или даже штучным. Отсутствие массового производства приводит к увеличению затрат на единицу продукции.

4. Использование инновационных материалов и технологий. Современная оснастка часто включает компоненты с покрытиями (например, износостойкими или антикоррозийными), а также элементы, изготовленные с использованием аддитивных технологий (3D-печать). Эти технологии повышают долговечность и функциональность, но также увеличивают стоимость.

5. Затраты на разработку и проектирование. Создание новой оснастки требует значительных инвестиций в НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы), включая моделирование, тестирование и доработку прототипов. [2,8]

Высокая стоимость оснастки создает ограничения ее широкого использования на машиностроительных предприятиях.

Каковы же последствия высокой стоимости оснастки для производства?

1. Увеличение себестоимости продукции. Высокие затраты на оснастку напрямую влияют на стоимость конечной продукции, что может снизить конкурентоспособность предприятия на рынке.

2. Ограничение доступности для малого бизнеса. Малые и средние предприятия часто не могут позволить себе дорогостоящую оснастку, что ограничивает их возможности в использовании современных технологий обработки.

3. Необходимость оптимизации затрат. Предприятия вынуждены искать способы снижения затрат, например, путем адаптации существующей оснастки (как в случае с токарной оснасткой для фрезерных станков) или использования универсальных решений.

4. Стимул для инноваций. Высокая стоимость оснастки стимулирует разработку новых, более экономичных решений.

Пути снижения затрат могут быть следующие:

— Адаптация существующей оснастки: использование токарной оснастки на фрезерных станках с ЧПУ после соответствующей доработки.

— Универсальные решения: применение модульной оснастки, которая может быть легко перенастроена для различных задач.

— Коллективное использование: Создание совместных ресурсных центров, где несколько предприятий могут совместно использовать дорогостоящую оснастку.

— Развитие аддитивных технологий: 3D-печать оснастки из композитных материалов может снизить затраты на производство и ускорить процесс изготовления.

Таким образом, высокая стоимость оснастки для фрезерных станков с ЧПУ остается серьезным вызовом для производителей, но также открывает возможности для инноваций и поиска новых подходов к организации производственных процессов. [6-9]

В статье рассматривается актуальная задача снижения себестоимости обработки деталей – крышка дифференциала и корпус дифференциала косилки-плющилки Мещера Е-403 (Егорьевский механический завод) на фрезерном вертикальном обрабатывающем центре VMC 855 за счет использования токарного трехкулачкового патрона и втулки разрезной (рис.1)

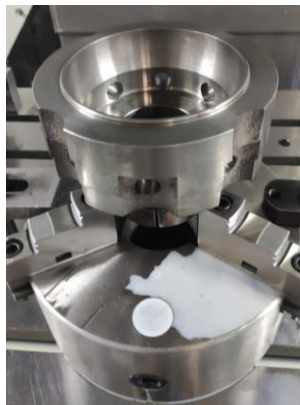


Рис.1 – Закрепление детали в приспособлении

Токарные патроны — это устройства для надежного закрепления заготовок в процессе их обработки на токарных станках. Токарные патроны могут использоваться для заготовок различной формы, но чаще всего применяются для крепления цилиндрических деталей.

Основной задачей токарного патрона является обеспечение точного и надежного закрепления заготовки на станке, а также минимизация деформаций и вибраций во время обработки.

Патрон должен обеспечивать точность позиционирования заготовки по всем осям, что является критически важным для токарных операций, требующих высокой точности обработки; возможность крепления заготовок различных диаметров и форм; надежность фиксации заготовки в процессе работы, предотвращая её выпадение или смещение, что может привести к повреждению как заготовки, так и инструмента. [4,10]

С целью обеспечения требований точности сверление 8 отверстий $\varnothing 13\text{мм}$ на поверхности $\varnothing 164\text{мм}$ детали – крышка дифференциала; 18 отверстий $\varnothing 13\text{мм}$ на

поверхности $\varnothing 210\text{мм}$, 8 отверстий M12x1,5 на поверхности $\varnothing 164\text{мм}$ детали – корпус дифференциала осуществляется на фрезерном вертикальном обрабатывающем центре с ЧПУ VMC 855.

При сверлении отверстий в этих деталях на фрезерном станке возможно использовать трехкулачковый токарный патрон (рис.2) с переходником (рис. 3) в качестве оснастки для закрепления заготовки. Это решение оптимально, так как обеспечивается надежная установка и закрепление заготовки, а общая универсальность и простота настройки выходят на первый план (рис.4).

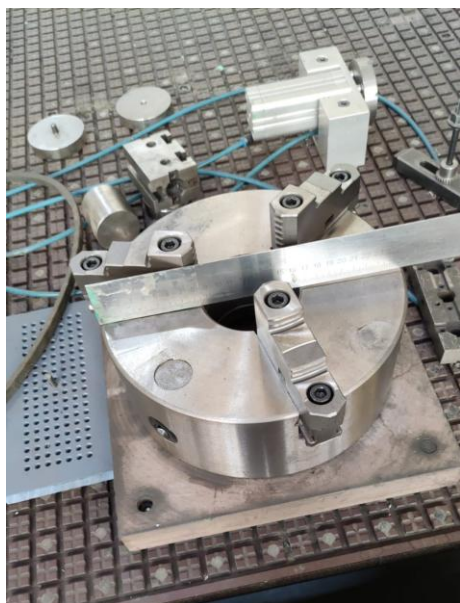


Рис. 2 – Трехкулачковый токарный патрон



Рис.3 – Переходник – втулка



Рис.4 – Наладка фрезерного станка

Основные преимущества такого способа фиксации заключаются в универсальности и скорости подготовки. Токарный патрон позволяет быстро зажать деталь без применения сложных приспособлений или дополнительных инструментов. Это особенно полезно при работе с небольшими сериями деталей или при сверлении отверстий в заготовках со сложной геометрией.

Для разработки трехмерной модели втулки (рис.5) использовалась система автоматизированного проектирования Компас 3D. Программа объединяет мощные параметрические возможности трехмерного моделирования со средствами создания и оформления конструкторской документации.



Последовательность и содержание операций технологического маршрута обработки детали втулка представлена в таблице 1. [3]

Таблица 1

Последовательность и содержание операций

№ опер. название операции	Содержание операций	Оборудование, оснастка
005 Токарно-винторезная	1. Установить, выверить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец $\varnothing 80,5/\varnothing 60,5H8$ на длину 28. 3. Расточить $\varnothing 60,5 H8$ до $\varnothing 60H12$. 4. Снять фаску $3 \times 45^\circ$ и фаску $2 \times 45^\circ$ 5. Отрезать деталь в размере $19h14$ 6. Снять деталь, контролировать размеры	Токарно-винторезный станок МК 6056 ПР: Патрон $\varnothing 250$ ГОСТ 2675-80 РИ: Резец подрезной Т15К6 16х20 ГОСТ 18880-73 Резец расточной 16х20 Т15К6 ГОСТ 18882-73 Резец проходной 16х20 Т15К6 ГОСТ 18887-73 СИ: штангенциркуль ШЦ I – 125-0,1 ГОСТ 166-89
010 Токарно-винторезная	1. Установить, выверить и закрепить заготовку 2. Подрезать торец $\varnothing 88,5/\varnothing 70$ в размер 25, точить $\varnothing 88,5$ 3. Точить $\varnothing 80,5$ на длину 22 с подрезкой торца $\varnothing 80,5/\varnothing 88,5$. 4. Снять две фаски $0,5 \times 45^\circ$ и $2 \times 45^\circ$ 5. Снять деталь, контролировать размеры	Токарно-винторезный станок МК 6056 ПР: Оправка $\varnothing 80$ ГОСТ 16212-80 РИ: Резец подрезной Т15К6 16х20 ГОСТ 18880-73 Резец проходной упорный 16х20 Т15К6 ГОСТ 18879-73 Резец проходной 16х20 Т15К6 ГОСТ 18887-73 СИ: штангенциркуль ШЦ I – 125-0,1 ГОСТ 166-89
015 Токарно-винторезная	1. Выставить деталь в патроне до 0,01мм. Закрепить. 2. Точить $\varnothing 60,5H8$ окончательно, выдержать ТУ чертежа. 3. Снять деталь, контролировать размеры	Токарно-винторезный станок МК 6056 ПР: Патрон $\varnothing 250$ ГОСТ 2675-80 РИ: Резец расточной Т15К6 16х20 ГОСТ 18882-73 СИ: Нутромер 50-100 ГОСТ 9244-75
020 Горизонтально-фрезерная	Фрезеровать паз $2^{+0,5}$ окончательно	Станок консольно-фрезерный горизонтальный 6Т82Г ПР: Тиски машинные 200 ГОСТ 16518-96 РИ: Фреза 2-63-2-40-2 ГОСТ 2679-2014 СИ: Штангенциркуль ШЦ I – 125-0,1 ГОСТ 166-89
025 Слесарная	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак ПР: 7827-0269 Тиски ГОСТ 4045-75 РИ: Напильник 2820-0054 ГОСТ 1465-80
030 Моечная	Промыть деталь от загрязнений	Ванна Ацетон ГОСТ 2603-79 Перчатки Нс Нм ТУ 38.106346-79 Ветошь ТУ 63-178-77-82
035 Контрольная	Проверить точностные параметры детали согласно чертежу	Контрольный стол Стол СД 3702.09 СИ: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,01 ГОСТ 166-89

Методика закрепления и настройки токарной оснастки на фрезерном станке требует тщательного соблюдения технологических и монтажных процессов, чтобы обеспечить правильную и безопасную установку, точность обработки и долговечность

оборудования. Ниже представлена последовательность работ при установке токарной оснастки на фрезерный станок:

1. Подготовка оборудования.

Отключить питание станка и убедиться, что станок находится в безопасном состоянии. Очистить рабочую поверхность станка от стружки и других загрязнений. Проверить исправность оснастки (болтов, зажимов, резьбовых соединений, сухари, подставки).

2. Выбор токарного патрона в зависимости от диаметра заготовки.

3. Установка токарного патрона на столе фрезерного обрабатывающего центра с ЧПУ.

4. Закрепление патрона на столе фрезерного станка, используя Т-образные пазы, сухари, шпильки, подставки и прижимы (рис.6).



Рис. 6 – Закрепление патрона на столе фрезерного обрабатывающего центра

5. Установка заготовки в патрон используя разрезную втулку.

6. Наладка станка.

7. Тестовая обработка детали.

Для успешного внедрения адаптированной оснастки (переходника) в производственный процесс ИП Никитин В.Б. «Егорьевский механический завод» необходимо следовать детальному плану, который позволит повысить эффективность использования нового оборудования, минимизировать возможные риски и обеспечить стабильное качество обработки деталей. Авторами разработаны практические

рекомендации, которые помогут достичь поставленных целей. Соблюдение рекомендаций позволит минимизировать риски, повысить производительность и обеспечить стабильное качество продукции на вашем предприятии. [9-12]

1. Подготовка рабочей зоны.

Убедитесь, что фрезерный вертикальный обрабатывающий центр с ЧПУ имеет возможности и технические параметры (размер стола, жесткость креплений) для работы с переходником и деталями, которые будут устанавливаться в трехкулачковый токарный патрон.

Убедитесь, что переходник обеспечивает точное центрирование детали и безопасное крепление в процессе обработки.

Убедитесь, что материал переходника соответствует требованиям надежности, жесткости и износостойкости для минимизации вибраций и деформаций при работе станка.

2. Планирование и организация тестовых операций.

Используйте типовую заготовку из конструкционной стали для отладки процесса. Определите оптимальные режимы обработки (скорость подачи, глубина резания, обороты шпинделя) с учетом влияния переходника.

Осмотрите переходник на износ или повреждения после выполнения тестовых операций. Убедитесь, что установка обеспечивает повторяемость и усилие зажима.

3. Обучение и инструктаж персонала.

Разработайте подробные инструкции по установке и использованию переходника для операторов станков. В инструкциях должны быть описаны способы корректного закрепления детали в трехкулачковом патроне через переходник. [13]

Проведите обучение оператора станка, акцентируя внимание на особенностях оснастки. Это снизит вероятность ошибок и простоев.

4. Обеспечение безопасности.

Убедитесь в надежности фиксации как самого переходника, так и заготовки.

Ослабление зажима во время работы могут привести к браку или повреждению оборудования. Проверьте систему ЧПУ на наличие возможности экстренной остановки в случае возникновения аварийной ситуации, связанной с неправильной работой адаптированной оснастки. [5,6,14,15]

Соблюдение предложенных рекомендаций позволит минимизировать риски, повысить производительность и обеспечить стабильное качество продукции на предприятии.

References

1. Технологическое оборудование. Разработка технологических процессов изготовления деталей : учебное пособие для СПО / составители О. П. Куприянова, П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 223 с. — ISBN 978-5-4488-2281-0, 978-5-4497-3724-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143787.html> (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Современные станки : учебное пособие / составители О. П. Куприянова, П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 134 с. — ISBN 978-5-4497-4185-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148679.html> (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Технология машиностроения. Разработка технологических процессов изготовления деталей : учебное пособие / составители О. П. Куприянова, П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 224 с. — ISBN 978-5-4497-3658-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143174.html> (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Технологическое оборудование. Современные станки : учебное пособие для СПО / составители О. П. Куприянова, П. С. Белов, О. Г. Драгина. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 133 с. — ISBN 978-5-4488-2464-7, 978-5-4497-4209-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/149181.html> (дата обращения: 02.04.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Белов, П. С. Разработка управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением : учебное пособие / П. С. Белов, О. Г. Драгина, А. А. Бровченко. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 86 с. — ISBN 978-5-4497-2332-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132845.html> (дата обращения: 14.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Белов, П. С. Программирование ЧПУ для автоматизированного оборудования : учебное пособие для СПО / П. С. Белов, О. Г. Драгина, А. А. Бровченко. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 85 с. — ISBN 978-5-4488-1685-7, 978-5-4497-2355-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR

SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132843.html> (дата обращения: 24.09.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. Андреев Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : Учеб. пособие для машиностр. спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе; Под ред. Ю. М. Соломенцева. - М., 1999. - 415 с. : ил.

8. Классификатор ЕСКД. Класс 29. Оснастка технологическая. Кроме режущего инструмента : 1 79 100 / Гос. комитет СССР по стандартам. - М., 1986. - 123 с.

9. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств. Т. 1 : [учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Старый Оскол, 2008. - 547 с. : ил., табл.

10. Переналаживаемая технологическая оснастка / [В. Д. Бирюков и др.] ; под общей ред. Д. И. Полякова. - М., 1988. - 254, [1] с. : ил., табл., черт.

11. Современное технологическое оборудование с ЧПУ и оснастка для комплексной фрезерно-сверлильно-расточной обработки : учебное пособие / Б. И. Горбунов и др. ; Всесоюз. заоч. машиностроит. ин-т. - М., 1984. - 83 с. : ил.

12. Косов Н. П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы : учебное пособие для вузов по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - М., 2005. - 302, [1] с. : ил.

13. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств. Т. 2 : [учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Старый Оскол, 2008. - 518 с. : ил.

14. Классификатор ЕСКД. Класс 76. Детали технологической оснастки, инструмента / Гос. комитет СССР по стандартам. - М., 1986. - 78 с.

15. Схиртладзе А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств. Т. 3 : [учебное пособие для вузов по направлению "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств"] / А. Г. Схиртладзе, В. П. Борискин. - Старый Оскол, 2009. - 536 с. : ил.

UDC 658.567.1

Sinitsyna K.S., Belov P.S., Nikiforova O.V., Kupriyanova O.P. Reducing noise levels with acoustic screens

Уменьшение уровня шума с помощью акустических экранов

Sinitsyna Kristina Sergeevna

Master of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
MSTU "STANKIN"

Belov Pavel Sergeevich

Associate Professor of the Department of "Technology, Equipment and Automation of
Mechanical Engineering Production" ETI FGBOU VO MSTU "STANKIN"

Nikiforova Olga Vladislavovna

Student of the ETI FGBOU VO MSTU "STANKIN"

Chorieva Anastasia Aleksandrovna

Senior Lecturer of the Department of "Automated Production Technologies" ETI FGBOU VO
MSTU "STANKIN"

Kupriyanova Olga Pavlovna

Associate Professor of the Department of "Technology, Equipment and Automation of
Mechanical Engineering Production" ETI FGBOU VO MSTU "STANKIN"

Синицына Кристина Сергеевна

Магистр ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Белов Павел Сергеевич

Доцент кафедры «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств» ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Никифорова Ольга Владиславовна

Обучающаяся ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Чориева Анастасия Александровна

Старший преподаватель кафедры «Технологий автоматизированного производства»
ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Куприянова Ольга Павловна

Доцент кафедры «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных
производств» ЕТИ ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН»

Abstract. The article considered the concept of industrial noise, presented noise control methods. An engineering and technical method was selected and the use of a combined type acoustic screen was considered. The design features of the screens are described.

Keywords: industrial noise, noise control methods, acoustic screens, engineering and technical method, combined type.

Аннотация. В статье было рассмотрено понятие производственный шум, представлены методы борьбы с шумом. Был выбран инженерно-технический метод и рассмотрено применение акустического экрана комбинированного типа. Описаны конструкционные особенности экранов.

Ключевые слова: промышленный шум, методы борьбы с шумом, акустические экраны, инженерно-технический метод, комбинированный тип.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Шум - это беспорядочные колебания различных физических характеристик с многообразной структурой по времени и частоте.

Вокруг нас постоянно много шума от различных источников - автомобилей, заводов, энергетических компаний и других повседневных источников шума.

Индустриальный шум - это звук, возникающий во время работы производства. Вред от акустических колебаний зависит от их характеристик и длительности.

Шум на работе может вызывать различные проблемы, такие как профессиональные заболевания, стресс и нарушение слуха. Поэтому важно снизить уровень шума на рабочем месте для обеспечения безопасности и комфорта [1].

Для уменьшения шума используют различные методы (рисунок 1) [2].

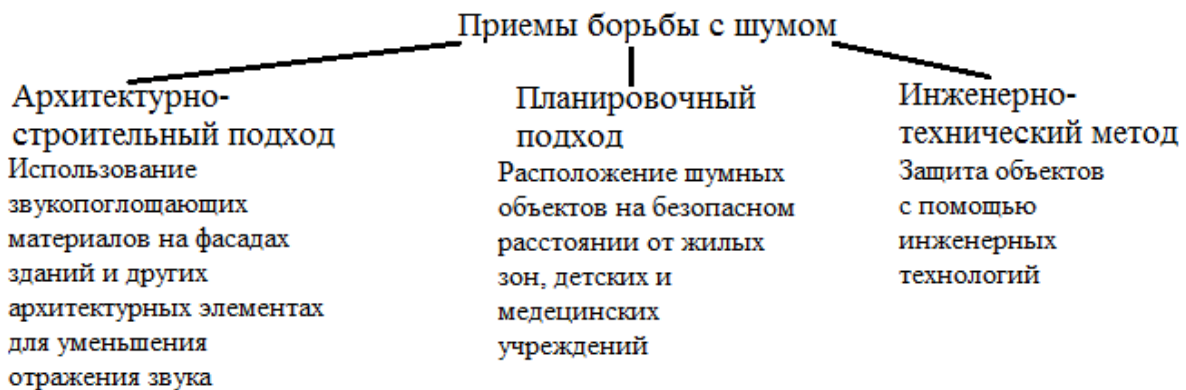


Рисунок 1. Приемы борьбы с шумом

В статье рассматривается инженерно - технический способ использования акустических экранов для уменьшения шума.

Акустический экран используется для уменьшения шума на рабочем месте путем создания барьера между источником шума и рабочим пространством.

Акустические экраны разделяются на различные типы в соответствии с определенными критериями [3] (рисунок 2).

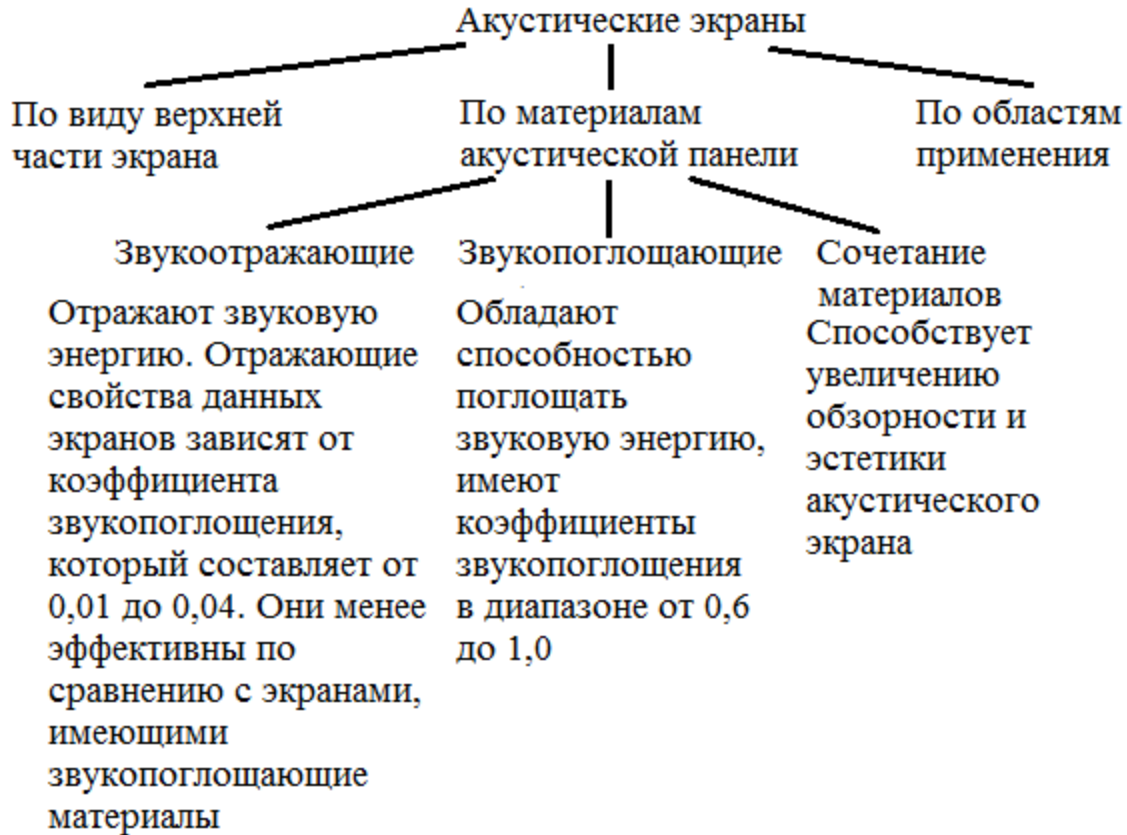


Рисунок 2. Классификация акустических экранов

Экраны рекомендуется использовать для снижения шума на рабочих местах в зоне прямого звука и на периферии.

Для обеспечения безопасности важно группировать помещения с высоким уровнем шума и отделять их от остальных частей здания. Размещение оборудования в центре этих помещений – оптимальное решение, так как рядом будет только одна поверхность, способная отражать звук – пол.

При установке оборудования близко к стене возможно усиление шума из-за отражения звуковых волн. Чтобы защититься от структурного шума, оборудование необходимо устанавливать без контакта со стенами помещения.

Для изготовления экранов нужно использовать прочные листовые материалы или отдельные щиты, обшитые звукопоглощающими материалами со стороны, обращенной к источнику шума.

Экраны могут быть различной формы: плоской или П-образной, что повышает их эффективность. При окружении источника шума экраном, он становится выгородкой и приближается к эффективности бесконечного экрана. Разумно использовать

выгородки для источников шума с более высокими уровнями звуковой мощности. Элементы экранов могут быть установлены вертикально или под углом к горизонтальной плоскости в зависимости от расположения источника шума и рабочего места.

Для уменьшения шума на определенном расстоянии от источника нужно правильно подобрать параметры экрана - высоту, форму и толщину звукопоглощающего материала. Размеры экрана должны быть не менее чем в три раза больше источника шума [4].

Акустический экран с металлическими листами содержит различные акустические панели, включая шумоотражающие и звукопоглощающие. Панели могут быть расположены вертикально и горизонтально, а непрозрачные панели содержат перфорированные стенки с звукопоглощающими материалами разной плотности. Материалы включают теплоизоляционные и звукопоглощающие плиты на базальтовой основе.

Конструкция (рисунок 3) не обеспечивает достаточного уровня шумопоглощения. (6-10 дБ) из-за низкого коэффициента поглощения звука и отсутствия отражающих элементов, что является её недостатком [6].

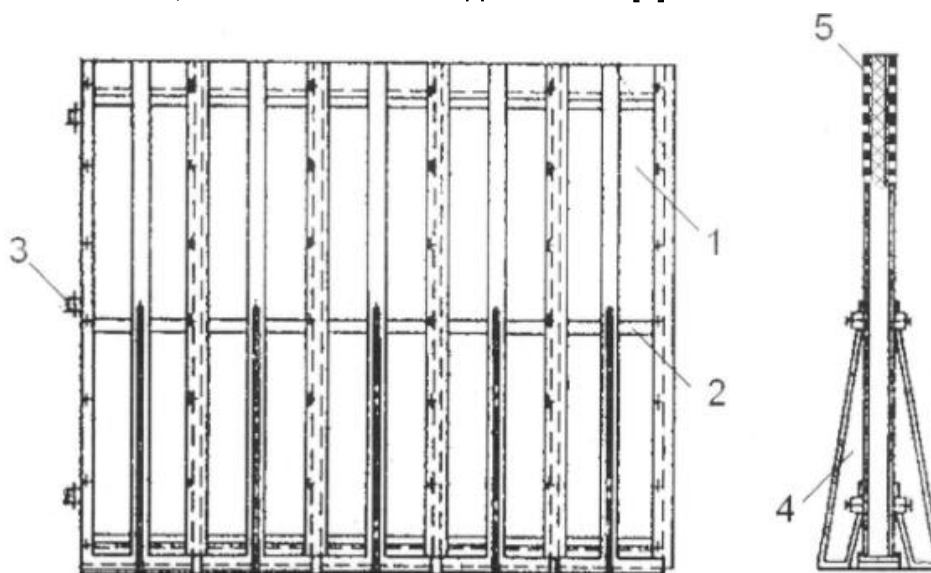


Рисунок 3. Общий вид и профильная проекция акустического экрана
1 -Секции, состоящие из акустических панелей, 2 - Общий каркас,
3 - упругие элементы, 4 - откосы из металлических листов,
5 - шумопоглощающие акустические панели.

Шумопоглощающий экран содержит специальные акустические панели с отверстиями, которые поглощают звуковые волны и поглощают их энергию специальным материалом (рисунок 4).

Акустический экран снижает уровень шума на 5-15 децибел [7].

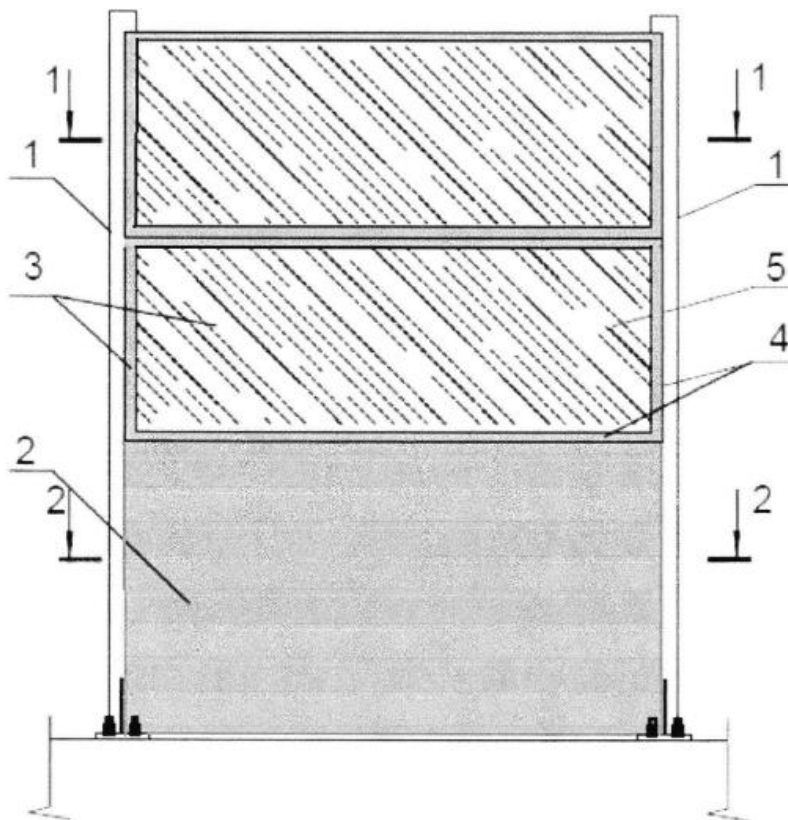


Рисунок 4. Шумопоглощающий экран

Способность блокировать шумы различной частоты и предотвращать их распространение, обеспечивая тишину и комфортную обстановку в помещениях является исключительной особенностью шумозащитного экрана с встроенным резонансным поглотителем Гельмгольца для улучшения звукоизоляции (рисунок 5).

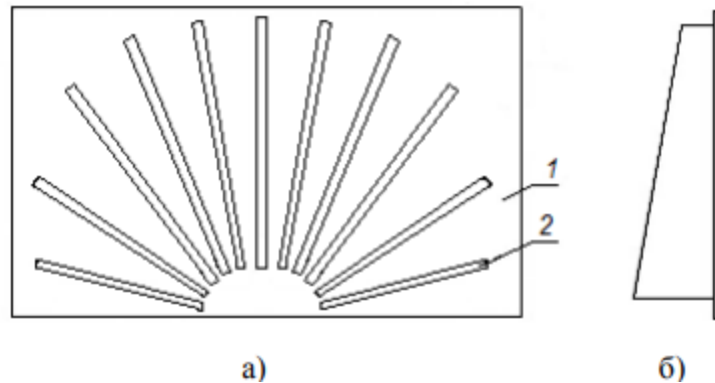


Рисунок 5. Акустическая защита, созданная с использованием резонатора Гельмгольца в качестве основы

а) передняя панель, украшенная перфорированными щелевыми отверстиями (вид спереди); б) вид сбоку; 1 – передняя панель акустического экрана с щелевыми прорезями; 2-щелевые прорези (горловины)

Корпус модел изготовлен из фанеры 15 мм с основой из деревянных брусков. Передняя панель имеет размеры 1,58 * 1,58 м с отверстиями в виде щелей для создания горловины резонатора.

Этот метод значительно уменьшает отраженный звук (на 15-20 децибел), что является его главным преимуществом [5].

Анализ показывает, что акустические экраны комбинированного типа наиболее эффективны.

References

1. Факторы виброакустики и их влияние. Шумовые источники на рабочем месте. Группировка шумов. — Текст: электронный. — URL: Факторы виброакустики (дата обращения - 01.12.2024.)
2. Рассмотрим способ снижения шума в передней области с помощью акустических экранов-резонаторов. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vozmozhnosti-primeneniya-akusticheskikh-ekranov-rezonatorov-dlya-snizheniya-shuma-v-zone-pered-ekranom/viewer> (дата обращения 02.12.2024)
3. А. В. Щадинский Эффективность использования звукопоглощающих экранов / А. В. Щадинский. — Текст : прямой // Молодой исследователь. — 2015. : <https://moluch.ru/archive/87/16818/> (дата обращения: 03.12.2024).

4. Применение акустических экранов
https://studwood.net/677011/bzhd/primenenie_akusticheskikh_ekranov (дата обращения: 02.12.2024).
5. Актуальные проблемы проектирования звукопоглощающих экранов для снижения шума <https://www.transecoproject.ru/press-center/395/> (дата обращения: 03.12.2024).
6. Кочетов О. С., М.М. Стареева - акустический экран, разработанный Кочетовым. https://yandex.ru/patents/doc/RU2579022C2_20160327 (дата обращения: 05.12.2024)
7. Шумозащитные конструкции <https://sumpro.ru/articles/article?id=334> (дата обращения: 05.12.2024)

CONCLUSION

The problems and studies studied in this issue emphasize the importance of integrating science into the development of each of the presented areas, be it ecology, industry or medicine. Vivid examples of foreign experience in waste management, effective import substitution strategies, the influence of genes on human health, as well as innovative technologies in production processes demonstrate the diversity of approaches necessary to achieve success in global responses to modern challenges. It is important to note that further research and practical applications of the obtained results contribute to improving the quality of life and environmental safety. We hope that the presented materials will inspire the scientific community to new discoveries and improvements, contributing to a more sustainable future.

Warm regards,
Krasnova N.
Editor-in-Chief
International Journal Of Professional Science

Electronic scientific editions

International journal of Professional Science

international scientific journal
№4(2)/2025

Please address for questions and comments for publication as well as suggestions
for cooperation to e-mail address mail@scipro.ru



Format 60x84/16. Conventional printed
sheets 4,4
Circulation 100 copies
Scientific public organization
“Professional science”