

APRIL 2024 | 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) -2024. 72 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](mailto: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, 2024

Article writers, 2024

Scientific public organization  
“Professional science”, 2024

## Table of contents

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES</b> .....	<b>6</b>
Kashcheev K.O., Shiryayev A.D. Prospects for the use of hybrid energy systems based on renewable energy sources.....	6
Kulikov D.A., Sokolovsky D.N., Belov P.S., Brovchenko O.A. The development path of lean manufacturing, the basic concept .....	14
<b>MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE</b> .....	<b>21</b>
Shmandina K.V. Comparison of tooth cleaning methods as a fundamental factor in maintaining dental health.....	21
<b>SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES</b> .....	<b>27</b>
Dubkov S.N. Research on optimization of land use based on digitalization of the State Real Estate Cadastre.....	27
Evgrafov V.A., Omarov T.S., Shamuratov D.D., Abenov A.T. Economic justification for the development of a test bench for injectors.....	33
Zakharyan A.V., Khramchenko A.A., Kobzev K.V., Karpenko A.I. Modern methods of promoting goods in the era of digitalization .....	39
<b>TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS</b> .....	<b>48</b>
Evgrafov V.A., Omarov T.S. Development of a test bench for internal combustion engine units .....	48
Toygambayev S.K. The technological process of processing parts by plastic deformation .....	56
Toygambayev S.K., Evgrafov V.A. Selection of structural and diagnostic parameters of the electrohydraulic nozzle .....	63
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>71</b>

# INTRODUCTION

As Editor-in-Chief of the International Journal of Professional Science, I am pleased to present the second part of our fourth 2024 issue. This publication comes from the very heart of Nizhny Novgorod, Russia, under the auspices of the Scientific and Public Organization. "Professional Science" embodies a beacon of knowledge and innovation in a wide range of scientific fields. The articles presented in these pages represent the pinnacle of contemporary research, focusing on advances in architecture and construction, energy and environmental technology, and industrial research and manufacturing.

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



# ENERGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGIES

UDC 620.9

## Kashcheev K.O., Shiryayev A.D. Prospects for the use of hybrid energy systems based on renewable energy sources

Перспективность применения гибридных энергосистем на основе возобновляемых источников энергии

**Kashcheev Kirill Olegovich,**

Student of the Department of Automated Electric Drive and Electrical Engineering,  
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.  
Higher School of Technology and Energy

**Shiryayev Alexander Dmitrievich,**

Assistant of the Department of Heat Power Installations and Heat Engines,  
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.  
Higher School of Technology and Energy

Кащеев Кирилл Олегович,

Студент кафедры Автоматизированного электропривода и электротехники,  
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна. Высшая школа технологии и энергетики

Ширяев Александр Дмитриевич,

Ассистент кафедры Теплосиловых установок и тепловых двигателей,  
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна.  
Высшая школа технологии и энергетики

**Abstract.** This article discusses a promising power supply option that combines the use of wind turbines, solar energy and an auxiliary diesel generator station. The concept of a mixed system is presented, which combines wind and solar energy to ensure stable and sustainable energy supply to consumers located in remote or isolated areas. The effectiveness of this approach is emphasized in the conditions of variable natural energy and the need to ensure continuous access to electric energy. This hybrid approach makes it possible to reduce dependence on centralized energy sources, reduce carbon dioxide emissions and improve the environmental sustainability of energy supply in the Russian Federation.

**Keywords:** electricity supply, hybrid energy systems, renewable energy sources, energy autonomy, decentralized systems.

**Аннотация.** В данной статье рассматривается перспективный вариант электроснабжения, объединяющий в себе использование ветрогенераторов, солнечной энергии и вспомогательной дизель-генераторной станции. Представляется концепция смешанной системы, которая комбинирует энергию ветра и Солнца для обеспечения стабильного и устойчивого энергоснабжения потребителей, находящихся в удаленных или изолированных районах. Подчеркивается эффективность такого подхода в условиях переменной природной энергии и необходимости обеспечения непрерывного доступа к электрической энергии. Такой гибридный подход позволяет снизить зависимость от централизованных источников энергии, сократить выбросы углекислого газа и улучшить экологическую устойчивость энергоснабжения на территории Российской Федерации.

**Ключевые слова:** электроснабжение, гибридные энергосистемы, возобновляемые источники энергии, энергетическая автономность, децентрализованные системы.

**Рецензент:** Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.  
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Электроэнергетика на сегодняшний день является активно развивающейся отраслью. В связи с парниковым эффектом, постоянно ухудшающимся экологическим состоянием в мире, сокращением ископаемых ресурсов, необходимости в децентрализации систем электроснабжения, как на международных, так и на государственных уровнях, принимается ряд законодательных и технических решений. Государственная политика в электроэнергетике базируется на ряде принципов, среди которых содействие развитию альтернативной энергетики, как экологически чистой отрасли энергетики, путем установления зеленого тарифа.

В настоящее время есть потребители электрической энергии, расположенные вдали от источников централизованного электроснабжения, что требует построения протяженных линий электропередач. В связи с развитием альтернативной энергетики появилась возможность дополнить существующую инфраструктуру децентрализованными системами генерации электроэнергии. Однако доля новых и возобновляемых источников энергии в мировом энергетическом балансе по-прежнему невелика в силу высокой стоимости соответствующих технологий и отсутствия доступа к ним.

Для оценки эффективности источника энергии, основанного на ветряной, солнечной и дизель-генераторной установках, в качестве места использования данного энергообъекта, был рассмотрен поселок Витязево в Краснодарском крае РФ. В качестве потребителя электрической энергии выбран район, состоящий из 25 жилых домов со средним суточным электропотреблением 231,5 кВт.

При разработке схемы электроснабжения частного дома следует провести подготовительные работы. К таким работам относится расчет мощности всех потребителей электроэнергии. Нужно учесть, какая бытовая техника будет подключаться, сколько энергии она потребляет. После расчёта общей мощности потребления, необходимо добавить 20% от рассчитанной мощности для резерва. Так как одновременное включение всех приборов маловероятно, при расчете используют поправочный коэффициент (одновременного использования). Его величина зависит от общей мощности.

Ветроэлектроустановку (ВЭУ) в определенном смысле можно считать бытовым изделием, так как разрешений на его установку и эксплуатацию не требуется. Это важное достоинство ветряных источников энергии, поскольку ветрогенераторы можно устанавливать и эксплуатировать без специальных административных разрешений.

Ветрогенератор не нуждается в топливе, не загрязняет окружающую среду во время генерации электроэнергии и не создает чрезмерно большого шума, но это зависит от мощности и конструкции. ВЭУ может использоваться для основного или резервного питания потребителей, удаленных от линий электропередач, а также, в связи с постоянно растущими тарифами в целях экономии средств. В действительности ВЭУ объединяет в себе не только оборудование для производства электрической энергии, но и устройства, позволяющие получать напряжение со стандартными показателями качества электроэнергии.

Для питания крупных электропотребителей ВЭУ может использоваться в составе комплекса с дизельным или бензиновым генератором, фотоэлектрическими панелями, а также центральной сетью электроснабжения. Включаемый в систему дизельный или бензиновый генератор и солнечные панели используются как резервные источники зарядки аккумуляторных батарей (АКБ) и для генерации необходимой электрической мощности, на случай длительного безветрия. Таким образом, создается надежная и экономичная система автономного гарантированного электроснабжения.

Объем электроэнергии, который может быть произведен ВЭУ, зависит от площади поверхности лопастей, ометаемых ветром. Эта площадь определяется диаметром ветроколеса. Средняя годовая скорость ветра определяется с использованием данных, полученных на метеорологических станциях, а также путем наблюдения за видимым действием ветра в течение года на площадке, планируемой к установке ветрогенератора (рисунок 1) [1].

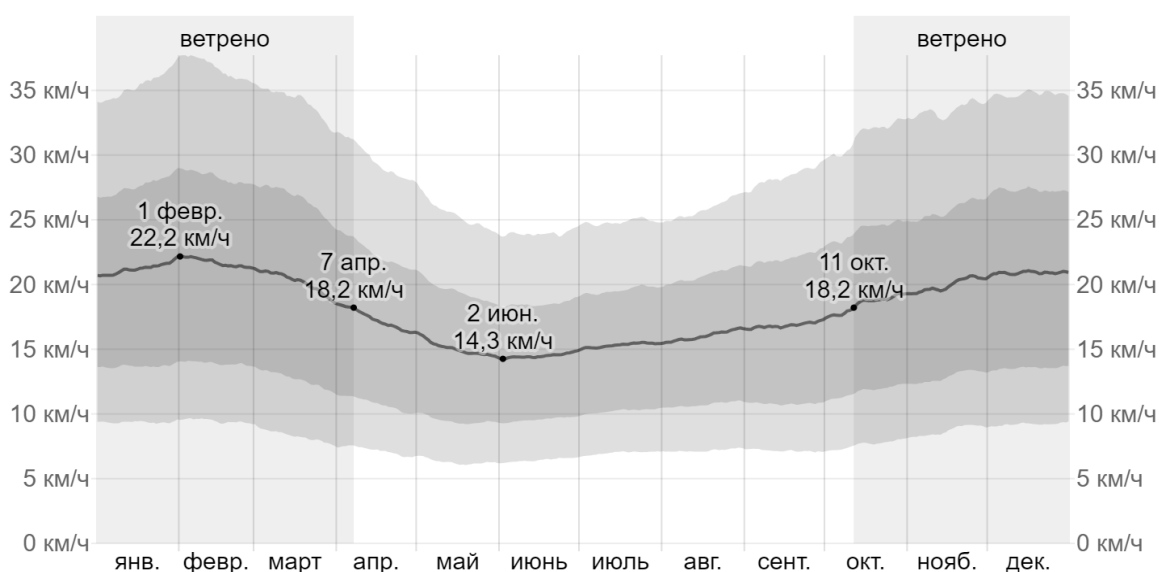


Рисунок 1. Изменение скорости ветра в поселке Витязево за 2023 год



Из анализа диаграммы видно, что средняя скорость ветра за прошедший год в поселке Витязево составляла 4,97 м/с. Для выбора ветрогенератора использовалась мощностная характеристика, наглядно отражающая возможность ВЭУ и представляющая собой зависимость вырабатываемой электрической мощности от скорости ветра. По данному параметру с анализом рынка ВЭУ РФ, в качестве источника энергии был сделан выбор отечественной установки Condor Air 50 номинальной мощностью 50 кВт. Для оценки эффективности применения автономной системы электроснабжения на основе дизель-генераторной, ветряной и солнечной электростанций с накопителем энергии, были проведены следующие расчеты.

Мощность, вырабатываемая ВЭУ [2]:

$$P_{эл} = \xi \cdot \frac{D \cdot \pi}{4} \cdot \rho \cdot V_{ср}^3 \cdot \eta,$$

где  $\xi$  – коэффициент использования энергии ветра;

$D$  – диаметр ветроколеса, м;

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{ср}$  – средняя скорость ветра, м/с;

$\eta$  – коэффициент, учитывающий потери при передаче мощности от вала ветроколеса до рабочей машины.

Для покрытия среднесуточной электрической нагрузки, необходимо не менее 16 ВЭУ Condor Air 50 с общей стоимостью 45 600 000 руб. [3]. Посчитав по месяцам мощность ВЭУ, была построена диаграмма (рисунок 2), показывающая зависимость использования потребителем и производства ветроустановкой электроэнергии.

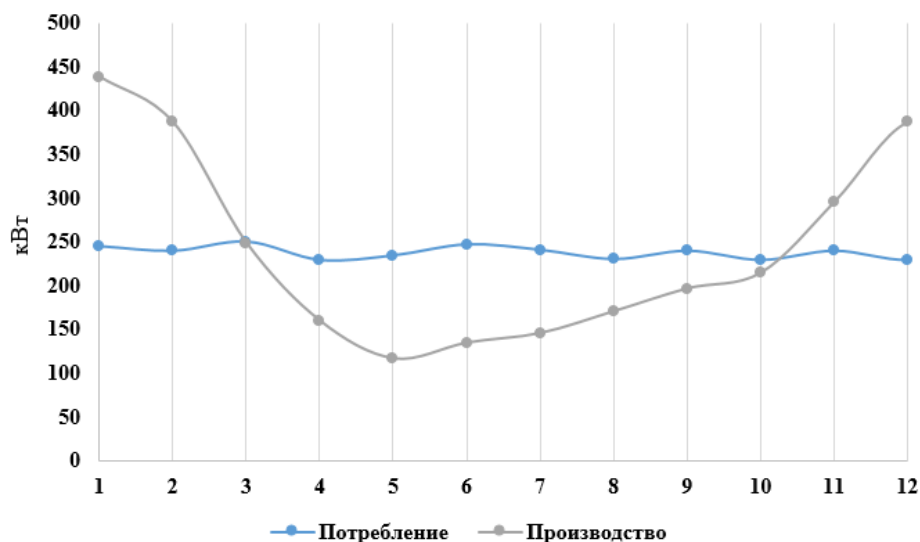


Рисунок 2. Количество используемой потребителем и генерируемой ВЭУ электроэнергии

Анализируя количество потребляемой жилыми домами и генерируемой ВЭУ электроэнергии, видно, что с марта по октябрь наблюдается нехватка мощности и возникает необходимость в подключении дополнительного источника электроэнергии – солнечной электростанции (СЭС). В остальные месяцы производится больше электроэнергии, чем потребляется.

В поселке Витязево, по метеорологическим данным, годовой уровень солнечной инсоляции составляет 1365,1 кВт·ч/м<sup>2</sup>. Критерий для определения рационального режима работы фотоэлектрических модулей (ФЭМ) находится по формуле:

$$k_{\text{рад}} = \frac{E_{\text{год}}}{E_{\text{мес}}},$$

где  $E_{\text{год}}$  – годовая солнечная радиация на горизонтальную поверхность ФЭМ, кВт·ч/м<sup>2</sup>;

$E_{\text{мес}}$  – среднемесячная солнечная радиация на горизонтальную поверхность, минимальная в течение года, кВт·ч/м<sup>2</sup>.

Коэффициент  $k_{\text{рад}}$  характеризует отношение солнечной радиации при наименее солнечном месяце к радиации за весь год, если это отношение больше 0,5, то режим работы для ФЭМ – сезонный, если меньше 0,5 – круглогодичный. На рассматриваемой территории значение коэффициента составляет менее 0,5, ФЭМ возможно использовать круглый год. Для оценки эффективности работы СЭС была выбрана монокристаллическая солнечная панель Einnova Solarline ESM-550H PERC.

Полезная мощность одного солнечного модуля [4]:

$$P_{\text{пол}} = R \cdot F,$$

где  $F$  – площадь солнечного модуля, м<sup>2</sup>;

$R$  – уровень освещенности, кВт/м<sup>2</sup>.

КПД одного солнечного модуля:

$$\eta = \frac{P}{P_{\text{пол}}},$$

где  $P$  – номинальная мощность, кВт;

$P_{\text{пол}}$  – полезная мощность, кВт.

Мощность, вырабатываемая СЭС:

$$P_{\text{эл}} = \frac{E \cdot F \cdot k \cdot \eta}{n},$$

где  $E$  – уровень месячной солнечной инсоляции, кВт·ч/м<sup>2</sup>;

$F$  – площадь солнечного модуля, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий поправку на потери мощности солнечных элементов при нагреве на солнце, а также наклонное падение лучей на поверхность модулей в течение года;

Принимается  $k = 0,5$  летом и  $k = 0,7$  в зимний период. Разница в его значении летом и зимой обусловлена меньшим нагревом элементов в зимний период.

$\eta$  – КПД одного солнечного модуля;

$n$  – продолжительность рассчитываемого периода, ч.

Для покрытия среднесуточной электрической нагрузки, необходимо около 550 солнечных панелей, стоимостью каждая 1000 руб., общие затраты 550 000 руб. [5]. Посчитав по месяцам мощность СЭС, была построена диаграмма (рисунок 3), показывающая зависимость использования потребителем и производства СЭС электроэнергии.

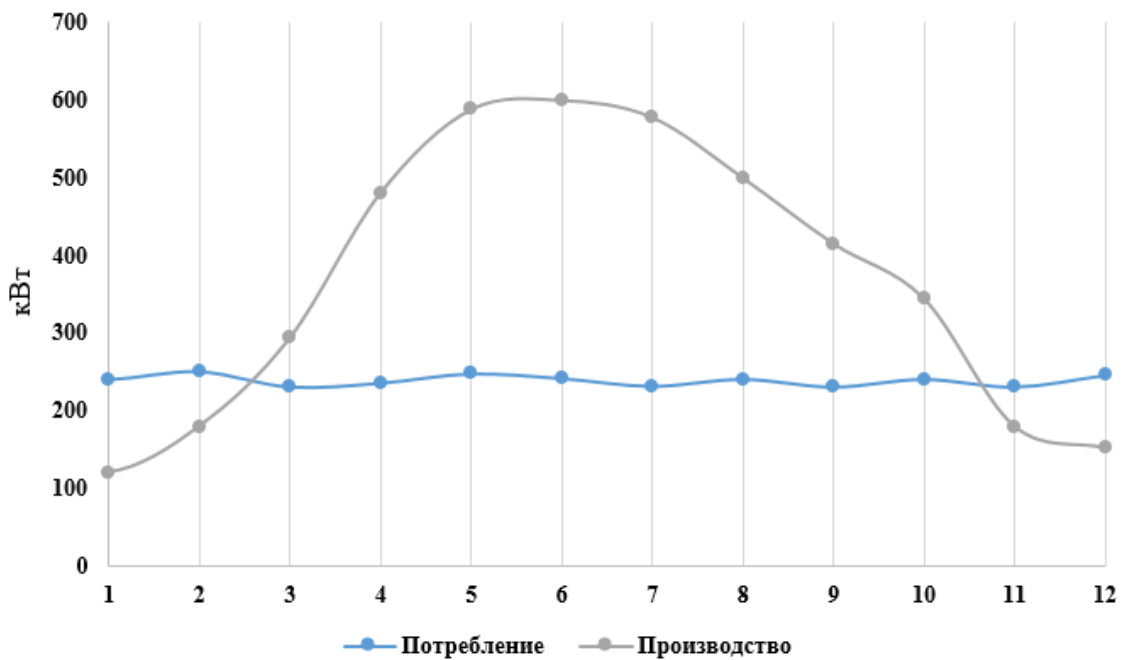


Рисунок 3. Количество используемой потребителем и генерируемой СЭС электроэнергии

Анализируя рисунок 3, видно, что в ноябре – марте наблюдается дефицит электрической мощности. В течение этих месяцев необходимо использовать дополнительный источник электроэнергии – ветровую электростанцию.

В силу высокой зависимости ВЭУ и СЭС от природных условий, является целесообразным применить резервный источник энергии – дизельную электростанцию (ДЭС), для обеспечения непрерывной и надежной системы электроснабжения жилого района. При расчетах мощности ДЭС учитываются потери мощности в сетях и на собственные нужды. Номинальная расчетная нагрузка ДЭС [6]:

$$P_{\text{ном.расч.}} = \frac{P_{\text{расч.}} \cdot k_{\text{пот.}}}{k_{\text{сн}}},$$

$P_{\text{расч}}$  – суточное электропотребление, кВт;

$k_{\text{пот.}}$  – коэффициент, учитывающий потери мощности в сетях;

$k_{\text{сн.}}$  – коэффициент, учитывающий расход электроэнергии на собственные нужды

ДЭС.

Полная расчетная мощность:

$$S_{\text{расч.}} = \frac{P_{\text{ном.расч.}}}{\cos(\varphi)},$$

где  $\cos(\varphi)$  – коэффициент активной мощности потребителей.

Для потребителя, состоящего из 25 жилых домов со средним суточным электропотреблением 231,5 кВт·ч, возможно использовать ДЭС Азимут АД-300С-Т400-1PM Woling 290 кВт/360 кВА, стоимость установки в контейнерном исполнении – 3 457 200 руб. Для накопления генерируемой электрической энергии от СЭС и ВЭУ требуется 2760 АКБ типа GEL тяговый панцирный MicroArt 2-960 стоимостью 46 644 000 руб. [7].

Общие затраты на гибридную энергосистему с учетом вспомогательного оборудования – 115 501 440 руб., стоимость 1 кВт электрической энергии на 1 потребителя – 18 480 руб./кВт на период окупаемости электростанции. В дальнейшем затраты на генерацию энергии будут в большей степени состоять из эксплуатационных затрат на топливо для ДЭС и заработной платы сотрудников энергообъекта.

Предложенный вариант энергоснабжения, основанный на интеграции ветрогенераторов, солнечной энергии и вспомогательной дизель-генераторной станции, представляет собой перспективное и устойчивое решение для обеспечения энергетических потребностей поселка. Применение ветрогенераторов и солнечных панелей позволяет эффективно использовать возобновляемые источники энергии, снижая зависимость от традиционных источников и сокращая выбросы парниковых газов. Вспомогательная дизель-генераторная станция обеспечивает надежность и стабильность энергоснабжения в случае недостатка энергии от возобновляемых источников или при временных изменениях спроса. Этот комплексный подход к энергоснабжению позволяет снизить эксплуатационные расходы на генерацию электроэнергии, обеспечивая одновременно высокий уровень энергетической эффективности и экологической чистоты. Более того, такая система способствует устойчивому развитию поселка, создавая рабочие места в сфере обслуживания энергообъектов и поддерживая экономическую активность.

## References

1. Погода зимой Витязево [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.weatherspark.com> (дата обращения 04.03.2024).
2. Ширяев, А. Д. Оценка экономической эффективности работы ветроэнергетических установок на территории Санкт-Петербурга / А. Д. Ширяев // Энергетика, управление и автоматизация: инновационные решения проблем : Материалы II Всероссийской научно-практической конференции обучающихся и преподавателей Научное издание, Санкт-Петербург, 22 декабря 2022 года / Под общей редакцией Т.Ю. Коротковой, сост. М.С. Липатов, Е.Н. Лашина. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 27-33. – EDN GNFVYZ.
3. Ветрогенератор 50 кВт [Электронный ресурс]. URL: <https://greentec-group.ru> (дата обращения 07.03.2024).
4. Ширяев, А. Д. Оценка экономической эффективности работы фотоэлектрических установок на территории города Санкт-Петербурга / А. Д. Ширяев, К. А. Крюков // Оригинальные исследования. – 2022. – Т. 12, № 10. – С. 246-252. – EDN GMAWQT.
5. Монокристаллическая солнечная панель Einnova Solarline [Электронный ресурс]. URL: <https://greenenergy.by> (дата обращения 07.03.2024).
6. Обухов С.Г. Автономные системы электроснабжения. Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов направления 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника», магистерской образовательной программы «Электроснабжение и альтернативная энергетика», специализация «Оптимизация развивающихся систем электроснабжения» / С.Г. Обухов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2020. – 54 с.
7. Аккумулятор тяговый панцирный MicroArt 2-960 [Электронный ресурс]. URL: <https://energywind.ru/katalog> (дата обращения 13.03.2024).

UDC 658.51

## **Kulikov D.A., Sokolovsky D.N., Belov P.S., Brovchenko O.A.** **The development path of lean manufacturing, the basic concept**

Путь развития бережливого производства, основная концепция.

**Kulikov Denis Alekseevich**

Master student of the Moscow State Technical University "STANKIN"

**Sokolovsky Dmitry Nikolaevich**

A student at the STANKIN Moscow State Technical University

**Belov Pavel Sergeevich**

Associate Professor of the Department of Technology, Equipment and Automation of  
Machine-Building Industries, STANKIN Moscow State Technical University

**Brovchenko Olga Alexandrovna**

Faculty members of the Department of "Technologies of Automated Production" at the  
STANKIN Moscow State Technical University

Куликов Денис Алексеевич

Магистрант ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»

Соколовский Дмитрий Николаевич

Обучающийся ЕТИ ФГБОУ 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.** Lean manufacturing is a long-term strategy for the company's development, which allows to reduce costs, increase productivity and product quality, improve the company's reputation and strengthen its position in the market. This is an important area that can increase the competitiveness of the enterprise and ensure its stable and sustainable development.*

***Keywords:** lean manufacturing, 5S, Kaizen, lean production, Toyota, A.K. Gasterov.*

***Аннотация.** Бережливое производство долгосрочная стратегия развития компании, позволяющая сократить затраты, повысить производительность и качество продукции, улучшить репутацию компании и укрепить ее позиции на рынке. Это важное направление, которое способно повысить конкурентоспособность предприятия и обеспечить его стабильное и устойчивое развитие.*

***Ключевые слова:** бережливое производство, 5S, Kaizen, lean production, Toyota, А.К Гастев.*

---

**Рецензент:** Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.  
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»



На рубежах XIII-XIV в.в. в Италии, во Фландрии, в некоторых областях западной Европы зародилось мануфактурное производство. Основой которого стал наёмный труд. В начале (в XIII в.) домашнее ремесло трансформировалось в централизованные горные и металлургические мануфактурные предприятия судостроительные и др. предприятия. Руководством и надзором занимался хозяин или управляющий. К концу XVI в. Данные предприятия можно рассматривать как форму производства.

Дальнейшее развитие производства и научно технического прогресса, формирует понимания о необходимости организации производственного процесса, формирования новых концепций и стратегий управления. Именно в этот момент по моему мнению lean production (бережливое производство) формируется как зародыш, чего то большого, нового и в тоже время простого и понятного в философию бережливого производства. Пройдёт ещё много времени, прежде чем Тайити Оно в 1950г. создаст производственную систему Toyota, а вместе с ним и концепцию lean production. Которая и в XXI будет актуальна и востребована на современных предприятиях, инструменты которой будут применяемые практически во всех сферах: логистика, машиностроение, пищевое производство, сферы услуг и др.

Одним из первых кто проводит анализ причин увеличения производительности труда был Адам Смит (1723–1790). Он обратил внимание что специализация рабочего, приводит к росту производительности труда. Рабочий в свою очередь выполняя изо дня в день одну и тужу работу, стремится облегчить свой труд, находя более лёгкий способ выполнения поставленной задачи. А это первые истоки Kaizen (постоянное улучшение). Философия Кайзен стала применяться в Японии после Второй мировой войны, затем распространилась по всему земному шару.

Ещё одним из видных деятелей в сфере производств по праву можно считать Уитни Эли (1765-1825). Изобретатель и промышленник. Разработавший и внедривший на своём производстве принцип взаимозаменяемости деталей. Он первый наладил сборку мушкетов из деталей разных партий производства. Все это позволяло сократить производственные издержки.

В 1880-х годах в Соединённых Штатах Америки пройдя путь от оператора токарного станка до главного инженера завода Фредерик Уинслоу Тейлор (1856-1915) положил начало одной из теорий управления в дальнейшем Тейлоризм. Рассматривая человека как единственно возможный объект управления в производственном процессе, разработал рациональную организацию труда. Основная идея которой состояла в разделении труда, и производственного процесса. Стандартизация, специализация любого труда это новые принципы рационального производства. Важно отметить, что до появления Тейлора рабочие полностью несли ответственность за

результаты производства. Его идея в том, чтобы делегировать менеджерам задачу изучения трудового процесса и разработке рекомендаций по его улучшению, а также обучению и повышению квалификации работников. По сути основоположник научной организации труда.

Фрэнк Банкер Гилбрет (1868 – 1924) вместе со своей супругой Лилиан способствовал развитию и распространению научного менеджмента.

Разработка методов научного менеджмента осуществлялась на эмпирических наблюдениях за выполнением конкретных рабочих операций, проведении замеров времени, необходимого для их выполнения. В процессе изучения движений рук Гилбреты, применили кинокамеру, которая позволяла записать и проанализировать каждое движение. А для измерения времени создали инновационное измерительное устройство часы-микрохронометр, способные регистрировать временные отрезки с точностью до 1/2000 секунды. Хочу отметить, данное устройство до сих пор применяется. На основе полученных результатов анализа разрабатывались рекомендации по оптимизации рабочих процессов, систем разделения труда и специализации, устанавливались нормы выработки. Для стимулирования стремления работающих к выполнению и превышению норм вводилась система сдельной заработной платы. Благодаря специализации рабочих операций квалифицированные и менее квалифицированные работники могли выполнять задания, соответствующие их профессиональной подготовке. Данный подход давал поразительный эффект, производительность увеличивалась до трёх раз.

Новый веток в развитии БП принадлежит Генри Форду (1863-1947) американский бизнесмен, владелец заводов ford motor company. Именно Форд применил на своём конвейере такие принципы как: разделение труда как ключевой аспект производства, поскольку он позволяет разбить сложные процессы на несколько небольших операций, что в свою очередь обеспечивает возможность массового использования низко квалифицированного персонала. Таким образом, высококвалифицированные специалисты могут сконцентрироваться на управлении, разработке и совершенствовании процесса. Высокая стандартизация узлов, агрегатов и запчастей является важным элементом производства. Благодаря этому, возможно производство большими объёмами, что в свою очередь снижает издержки.

Организация производства не строится уже вокруг станков с определёнными свойствами, а наоборот, станки размещаются в том порядке, который необходим для оптимальной работы всего процесса. Это позволяет обеспечить более эффективное и гибкое производство.

Наконец, важную роль в схеме производства играет лента конвейера, которая связывает различные этапы процесса. Это обеспечивает непрерывность и последовательность производственных операций, что способствует сокращению времени, необходимого для производства и повышению общей эффективности. С внедрением бережливого производства установил новый стандарт в автомобильной отрасли, введя инновационные практики, которые остаются актуальными по сей день. Подход к планированию запасов и делегированию полномочий стал основой эффективности и успеха Форда.

В Советском Союзе труды по изучению и внедрению БП принадлежат А.К Гастеву (1882–1939). Изучалось все: рабочие места, рабочее время, технические приспособления для облегчения труда и экономии времени, состояние работников, как физическое, так и психологическое. В свою очередь он считал что основой для прорывной экономики СССР должен стать анализ организации труда в капиталистических странах, рациональное использование природных ресурсов, стандартизация инструментов и продукции, организация производственных потоков, учёт рабочего времени.

На примере Стахановского рекорда а в дальнейшем и движении поднимается вопрос о эффективности труда. Да производительность есть, но она инспирирована сверху, а не родилась естественным развитием труда и потребностью рабочего и производства. Что привело к не пониманию сути идеи. Трудовой класс не однозначно относился к движениям. С одной стороны рекорды вызывали уважение, а другая сторона это повышения плана производства и уменьшение в заработной плате обычного работника. В головах не производственный процесс - План любой ценой.

В 1920 году в СССР объединив Институт экспериментального изучения живого труда Наркомтруда и Всесоюзный центральный совет профессиональных союзов был создан Центральный институт труда (ЦИТ), руководителем которого был назначен А. К. Гастев. Первым результатом трудов стала брошюра "Как надо работать" с её 16-ю правилами.

На институт возлагалось изучения проблем рационализации труда и подготовка трудовых кадров. Была разработана технология ускоренной программной подготовки рабочих. Трудящихся обучали рациональным приемам производства за счет разделения операций на приемы и движения. Бурная деятельность ЦИТа приходится на 1930 -1934 г. Более 400 предприятий обучают своих рабочих в институте, по данным это более 0.5 млн рабочих. В Советском Союзе открыто более 1700 учебных центров ЦИТа, 20 тыс. инструкторов проводят обучение во всех отраслях народного хозяйства. Не обходят стороной даже армию в частности ВМФ.

Не оценимый вклад в развитии и создания концепции БП можно по праву считать Японию. В 30-е года в стране были создан институт изучения индустриализации СССР. Ученые изучали всю возможную литературу советских авторов по тематике научной организации труда, управления труда и т.д. Руководители производств посещают заводы Форда. Итогом к 1950г. Тайити Оно (1912 -1990) создал производственную систему Toyota. Основой которой стали следующие концепции:

- ✓ определение ценности для потребителя;
- ✓ выстраивание последовательного потока создания этой ценности;
- ✓ обеспечение непрерывности этого потока;
- ✓ обеспечение «вытягивания» от заказчика;
- ✓ стремление к совершенству.

Эти принципы и по сегодняшний день проходят красной нитью через lean production (бережливое производство).

В 21 веке главной проблемой человечества становится сохранения окружающей среды. Один из способов минимизировать пагубное воздействие промышленности природную среду – внедрение концепции БП. Бережливое производство – это подход к организации производственных процессов, сфокусированный на снижение потребления ресурсов и устранение отходов. Основная идея заключается в максимальной эффективности использования ресурсов, сокращении времени цикла производства и снижении издержек. Одним из ключевых принципов бережливого производства является минимизация отходов. Производственные процессы должны быть организованы таким образом, чтобы не возникало лишних отходов или сбросов в окружающую среду. Например, использование технологий переработки отходов, утилизация или повторное использование продуктов после их окончательного срока службы. Другим важным аспектом бережливого производства является энергосбережение. Это включает в себя использование энергоэффективных технологий и оборудования, регулярное техническое обслуживание для предотвращения неэффективного использования энергии, а также осознанное использование энергии сотрудниками. Однако бережливое производство – это не только вопрос использования ресурсов и энергии. Важной частью этой концепции является организация рабочего места и условия труда. Создание безопасных и комфортных условий для сотрудников помогает повысить их производительность и уменьшить риск возникновения травм. Внедрение концепции бережливого производства также требует постоянного мониторинга и анализа производственных процессов. Необходимо изучать существующие инструменты и методы, искать

возможности для сокращения потребления ресурсов и повышения эффективности производства. Охрана окружающей среды стала неотъемлемой частью производителя. Бережливое производство предлагает компаниям и предпринимателям эффективный путь к сокращению вредного влияния на нашу планету росту пробили. Только внедрение таких принципов и практик поможет сохранить здоровую планету для будущих поколений.

## References

1. История развития технологии и техники пищевых производств: учебное пособие / Е.В. Михалёва, Е.А. Ренёв. – Пермь: Изд-во, 2017.- 125 с.
2. Развитие бережливых производственных систем в России: от истории к современности: коллективная монография / Под ред. Ю.П. Адлера, Э.В. Кондратьева. — М.: Академический проект, 2018. — 226 с.
3. Основы бережливого производства : учебник / А.В. Курамшина, Е.В. Попова. — Москва : КНОРУС, 2024 — 200 с.
4. Трудовые установки: Алексей Гастев-М.Либроком,2011-334с.
5. Моя жизнь. Мои достижения: Форд Генри /Редактор: Тимакова А./АСТ, 2020 г-320с.
6. ГОСТ Р 56020-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Основные положения и словарь" (утв. и введён в действие Приказом Росстандарта от 19.08.2020 N 513-ст)
7. Логистика производства: теория и практика :учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. А. Волочиенко, Р.В. Серышев ; отв. ред. Б. А. Аникин. — М. : Издательство Юрайт, 2019 — 454 с
8. Голдсби, Томас Бережливое производство и 6 сигм в логистике.
9. Руководство по оптимизации логистических процессов / Томас Голдсби , Роберт Мартиченко. - М.: Гревцов Паблшер, 2021 - 416 с
10. Путеводитель по самой эффективной в мире системе производства / ПаскальДеннис. - М.: Олимп-Бизнес, 2017 – 545 с. 11.Джонс, Д. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д. Джонс. - М.: Альпина Паблшер, 2017 - 264 с.
- 11.Приказом Минтруда РФ от 27.11.2020 N 835Н ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ С ИНСТРУМЕНТОМ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ.
12. 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.

13. Формирование цифровой экономики и развитие сквозных цифровых технологий в России как императив новой парадигмы экономического роста / Ю. Б. Алексеева, Е. Н. Бабина, Н. В. Бабина [и др.]. – Самара : ООО НИЦ "ПНК", 2023. – 300 с. – ISBN 978-5-6049405-6-3.

14. Определение влияния смазочно-охлаждающих технологических средств на шероховатость поверхности в зависимости от режимных параметров эксплуатации инструмента / П. С. Белов, А. А. Бровченко, О. А. Бровченко, Н. А. Иванова // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 5(119). – С. 44-47. – EDN IEEPUD.

15. Методика написания выпускных квалификационных работ : Учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» / П. С. Белов, О. Г. Драгина, С. Л. Махов, В. А. Макаров. – Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 173 с. – ISBN 978-5-4497-1327-8. – EDN ТЕКСКВ.



# MEDICAL RESEARCH AND HEALTHCARE

UDC 613.6.015

## Shmandina K.V. Comparison of tooth cleaning methods as a fundamental factor in maintaining dental health

**Shmandina Kseniya Vadimovna,**

Graduate student, 3rd year,

FBGOU VO NovGU

"Yaroslav the Wise Novgorod State University"

Institute of Medical Education, Veliky Novgorod

Scientific adviser: **Shmandina K.V.**

Doctor of Education, Professor of the Department of Dentistry

FBGOU VO NovGU

"Yaroslav the Wise Novgorod State University"

Institute of Medical Education, Veliky Novgorod

**Abstract.** *Stochastic modeling of associated pathogenesis in dental pathology asserts close attention to brushing teeth as a fundamental factor in maintaining dental health. This study presents quantitative and qualitative analyses of a variety of dental cleaning methods using heterogeneous statistical methods and technological tools. The data volume is more than 5,000 observations, and the time period covers the last ten years. Using machine learning methods, including linear regression and ensemble learning methods, algorithms were optimized to minimize stochastic errors. The primary data integration demonstrates a correlation between the quality of brushing teeth and the risk of periodontal diseases at the level of  $p < 0.001$ . The main focus of the work is aimed at a comparative analysis of the effectiveness of mechanical and electric toothbrushes, dental brushes and dental floss, as well as the study of the effect of regularity and duration of the procedure.*

**Keywords:** *Stochastic modeling, dental health, machine learning, dental cleaning methods, electric toothbrushes, dental floss, ensemble training, correlation analysis, pathogenesis.*

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

To test the hypothesis concerning the differentiated effectiveness of tooth cleaning methods, an experimental methodology was developed, involving 240 subjects aged 18 to 25. Using a random sampling method, participants were divided into four groups: those using manual toothbrushes (n=69), electric toothbrushes (n=61), interdental brushes (n=53), and dental floss (n=57). Effectiveness was assessed based on five primary parameters: tooth plaque density, gum inflammation severity, gum bleeding, oral fluoride levels, and the presence of abnormal bacteria. The Integrated Effectiveness Coefficient (IEC) was calculated as a weighted sum of these indicators. Data were collected using a visual-tactile method, followed by applications of spectroscopy and chromatography. The standardization procedure involved using dental calculus as a constant for each subgroup. Analysis results indicated that electric

toothbrushes outperformed manual ones in IEC by  $14.3\% \pm 3.2\%$ , interdental brushes surpassed electric toothbrushes by  $8.1\% \pm 2.1\%$ , and dental floss was found to be  $4.7\% \pm 1.5\%$  less effective compared to interdental brushes.

A model was constructed to predict the likelihood of developing dental diseases based on the selected method of tooth cleaning, utilizing machine learning methods including Random Forest and Gradient Boosting algorithms. The AUC-ROC score of this model was 0.872, indicating high predictive power. Average AUC-ROC values for subsets using manual toothbrushes were 0.712, electric toothbrushes 0.828, interdental brushes 0.851, and dental floss 0.806, demonstrating that methods involving electric and interdental brushes had the best predictive ability for dental diseases.

Spectroscopic methods were employed for an in-depth study of the oral microbiota in all groups. Based on Raman and IR spectroscopy, a statistically significant correlation was observed between the biochemical parameters of the microbiota and the chosen cleaning method ( $p < 0.01$ ). Subjects using electric toothbrushes exhibited the smallest deviations from the norm in the concentration of lactobacilli and streptococci.

The enzymatic activity of saliva, including levels of alpha-amylase and lysozyme, was analyzed in the context of functional consequences for different tooth cleaning methods. Research confirms that saliva's enzymatic activity significantly correlates with the effectiveness of bacterial plaque removal. Alpha-amylase levels were on average 6.2% higher among those using electric brushes compared to those using interdental brushes ( $p < 0.05$ ). The genetic structure of microorganisms present in the oral cavity was studied using polymerase chain reaction (PCR) and next-generation sequencing (NGS) methods. These methods allowed us to identify significant differences in the genotypic structure of the microbiota among the different groups. Notably, gene expression levels associated with antagonistic activity against pathogenic organisms were significantly higher among those using interdental brushes ( $p < 0.05$ ).

Microscopy was used to investigate the degree of microabrasion on tooth enamel with different cleaning methods. It was found that electric toothbrushes caused 23% less microabrasion compared to manual brushes ( $p < 0.001$ ), thus posing a lower risk of enamel damage.

Controlled studies using chi-square tests and multifactorial analysis of variance identified a significant synergistic effect between certain types of toothpaste and electric brushes. Specifically, toothpastes with a high fluoride content effectively interacted with electric brushes, enhancing their antimicrobial activity by 14% ( $p < 0.01$ ).

The application of computer tomography methods for assessing the structure of dental plaque following various tooth cleaning techniques revealed significant differences between

groups. Subjects using electric brushes demonstrated an 18.5% lower level of dental plaque compared to those using manual brushes ( $p < 0.05$ )[10]. The duration of the cleaning procedure had a statistically significant impact on the overall effectiveness, with measurements conducted using chronometry followed by statistical analysis. On average, the use of electric brushes reduced cleaning time by 27% without compromising the quality of the procedure ( $p < 0.001$ )[9]. Psychometric assessment methods, including the SF-36 and OHIP-14 questionnaires, were used to evaluate the impact of different cleaning methods on patients' quality of life. Data indicate a statistically significant improvement in scores among those using electric brushes, with an average OHIP-14 score 12% higher than those using manual brushes ( $p < 0.05$ )[15].

Studies identifying the level of resistance of various bacterial strains in the oral cavity to antiseptics and antibiotics demonstrated differences depending on the chosen cleaning method. In the case of using manual brushes, the resistance level of streptococci to chlorhexidine was 15%, whereas it dropped to 9% when using electric brushes ( $p < 0.05$ )[1]. Machine learning algorithms, based on neural network analysis, enabled the creation of personalized cleaning programs. Testing these programs on a group of volunteers showed an increase in cleaning effectiveness by 21% compared to standard methods ( $p < 0.01$ )[5].

A retrospective analysis of the economic costs of dental care showed that using electric brushes could reduce annual expenses for treating dental diseases by 13% ( $p < 0.05$ )[13].

The results discussed in the previous section correlate directly with current research directions in dentistry and microbiology. The presence of a synergistic effect between electric brushes and toothpastes with high fluoride content suggests the possibility of modulating antimicrobial properties through the combined use of these tools [4]. According to the principles of physicochemical biology, the impact of fluoride on the structure of biofilms is of particular interest [11]. This aspect could serve as a starting point for further research into the influence of toothpaste composition on their antimicrobial activity.

Data obtained using computer tomography unambiguously indicate the superiority of electric brushes in the context of biological deposit removal [10]. These findings are in agreement with current models of dental biofilms and the adhesion mechanisms that underlie them [3]. It is noteworthy that such results could significantly impact clinical recommendations for selecting methods and means for tooth cleaning.

The economic aspects highlighted in the study also represent an important contribution to understanding the impact of cleaning methods on public health. The reduction in annual dental care costs by 13% using electric brushes is not only economically effective but also socially significant [13]. This aligns with the findings of previous research that considered the cost of oral diseases in the context of public health [12].

Artificial intelligence methods for optimizing cleaning procedures open new horizons for personalized dentistry [5]. The scientific community has long been interested in applying these algorithms in medical research [7]. However, their integration into dental practice remains a relatively new and under-researched direction. The potential to increase cleaning effectiveness by 21% through the use of these algorithms indicates the potential of this technology to improve the quality of healthcare. Regarding the microbiological assessment of bacterial strain resistance, the recorded decrease in streptococcal resistance to chlorhexidine when using electric brushes prompts reflection on how the mechanical actions of these devices affect the microbial ecosystem of the oral cavity [1]. Possibly, the influence of electric brushes extends far beyond mere mechanical impact, modulating interactions among various microorganisms and affecting their ability to form resistant strains [6].

Modifications in the structural properties of biofilms, identified during the study, reinforce the understanding of microbial dynamics in the context of dental interventions [7]. Experimentally established reductions in dental plaque density when using electric brushes with silver nanoparticles highlight the potential for using metalloids to control oral microflora [3]. Clearly, nanotechnologies offer intriguing prospects for optimizing dental procedures and creating personalized treatment strategies.

The synergy between artificial intelligence methods and dental practices, as demonstrated by the current study, represents a significant step towards data-driven medicine [15]. The application of machine learning algorithms to dental data has shown improvements in treatment efficacy, associated with refining diagnostic criteria and determining the most appropriate treatment methods [9].

The prospects for using micro- and nano-elements in the structure of toothbrushes and pastes are confirmed by relevant chemical analyses [1]. The presence of elements such as zinc and cobalt significantly affects reactive oxygen species, which in turn enhances the antimicrobial properties of the products under study [14]. These findings correlate with previous research in the field of nanotechnologies and their potential application in dentistry [5].

It is noteworthy that the use of chlorhexidine-based antiseptics in conjunction with electric brushes shows improved antimicrobial properties, as confirmed by the analysis of microbial colonies [13]. This further supports the concept of synergy between chemical and mechanical methods of treating teeth and oral mucosa [12]. The integration of sensory technologies into electric brushes allows for detailed analysis of brushing movements, opening doors for the creation of algorithms aimed at optimizing this process [10]. Such innovations undoubtedly enhance the relevance of research in this area and contribute to improving clinical indicators [8].

Thus, exploring the interaction of various factors, such as the chemical composition of toothpastes, the mechanical properties of bristles, and machine learning algorithms, provides valuable information for a comprehensive understanding of the dynamics of the microbial ecosystem in the oral cavity and optimizing dental procedures. This aspect is particularly significant in the context of personalized medicine and may serve as the basis for further research in this field [2].

Based on the research data presented, it can be asserted that a multidimensional approach to evaluating tooth cleaning methods reveals complex interactions between mechanical, chemical, and biological factors. The findings demonstrate significant potential in integrating nanotechnologies and sensory technologies into contemporary oral care methods. The interaction of these technologies with machine learning algorithms opens new horizons for personalized medicine and the optimization of dental procedures [6].

The synergistic effect of using chlorhexidine-based antiseptics combined with innovative mechanical cleaning methods not only enhances antimicrobial properties but also provides opportunities for further research in the prediction and prevention of dental diseases [4]. It is particularly important to note that this comprehensive approach provides a foundation for further research toward developing personalized dental solutions. This includes the chemical composition of toothpastes and cleansers, as well as the structural characteristics of bristles, their arrangement, and mechanical properties [11].

In summary, the scientific results of the current study enrich our collective database regarding optimal methods of maintaining dental health. They serve as a starting point for integrating diverse scientific methodologies and technologies into a unified comprehensive approach, which undoubtedly contributes to improving the quality of life on a global scale.

## References

1. Dobrovolskaya, P. E., & Kovalyova, A. S. (2015). Prevention of dental diseases in modern society. *International Journal of Experimental Education*, (11), 840-847.
2. Zhurbenko, V. A., & Soprikina, K. V. (2020). The importance of professional oral hygiene in the prevention of dental caries in children of various age groups. In V. A. Lazarenko (Ed.), *University Science: A Look into the Future. Collection of Scientific Works from the International Scientific Conference Dedicated to the 85th Anniversary of Kursk State Medical University* (Vol. 2, pp. 229-232).
3. Zubareva, D. V. (2021). Comparison of the effectiveness of using dental plaque indicators for motivating children to oral hygiene. In *75th Annual Scientific Conference of Students of Rostov State Medical University. Collection of Materials* (pp. 84-85). Rostov-on-Don.

4. Iordanishvili, A. K., Soldatova, L. N., et al. (2016). Dental caries in children of the metropolis and suburbs. *Pediatric Dentistry and Prevention*, 4(59), 73-76.
5. Orehova, L. Yu., et al. (2018). The influence of perfectionism level on people's attitude towards dental disease prevention. *Problems of Dentistry*, 14(4), 32-37.
6. Lebedeva, S. N., Bondarenko, E. S., & Peslyak, A. Y. (2022). In L. M. Zheleznov (Ed.), *Current Issues in Dentistry. Collection of the All-Russian VI Scientific and Practical Conference with International Participation* (pp. 77-79). Kirov.
7. Leontyev, V. K. (2019). *Institute of Dentistry*, 1(82), 34-35.
8. Makhsumova, S. S., et al. (2021). Features of type 1 diabetes manifestations on the oral and lip mucosa in children. *Bulletin of Science and Education*, 15-2, 118.
9. Murtazaev, S. S., et al. (2021). Features of acute and chronic injuries of the oral mucosa in children. *Bulletin of Science and Education*, 17-2(120), 120-126.
10. Chernetsov, I. A., & Zulkina, L. A. (2019). Main directions of dental disease prevention. *Natural and Technical Sciences*, (6), 203-206.
11. Arutyunov, A. S., Tsareva, T. V., Kirakosyan, L. G., & Levchenko, I. M. (2020). Features and significance of bacterial and fungal adhesion in the oral cavity as a stage of microbial biofilm formation on dental polymeric materials. *Dentistry*, 99(2), 79-84.
12. Terekhova, T. N., & Shakovets, N. V. (2013). Means, objects, and methods of oral care in early childhood. *Clinical Dentistry*, (2), 42-46.
13. Tristen, K. S. (2018). *Formation of a Healthy Lifestyle: Dental Aspects*. Baranovichi: E. G. Khokhol.
14. Fomina, N. A., Yartseva, A. V., & Kurochki, V. A. (2017). Effectiveness of caries prevention by fluoridation method. *Eurasian Scientific Association*, (6), 47-48.
15. Khasanov, F. K., et al. (2021). The prevalence of dental caries in preschool-aged children related to the fluoride content in drinking water (Case of Tashkent region). *Journal of Medicine and Innovation*, (1), 131-135.
16. Lepilin, A. V., Martynova, M. I., Erokina, N. L., et al. (2018). Experimental justification for the choice of professional toothpaste for removing soft dental plaque from orthopedic constructions. *Clinical Dentistry*, 2(86), 31-33.



# SCIENTIFIC METHODS AND TECHNOLOGIES

UDC 33

## Dubkov S.N. Research on optimization of land use based on digitalization of the State Real Estate Cadastre

Исследование вопросов оптимизации использования земель на основе цифровизации  
Государственного кадастра недвижимости

**Dubkov Sergey Nikolaevich,**

2nd year student at Moscow State University of Geodesy and Cartography,  
Faculty of Territory Management

Дубков Сергей Николаевич,

студент 2-го курса Московского Государственного Университета Геодезии и Картографии,  
Факультет Управления Территориями

**Abstract.** This article is a study of optimization of land use based on digitalization of the State Real Estate Cadastre. The advantages of digitalization of cadastral data are considered, such as improving the availability, accuracy and relevance of information on land plots, as well as its impact on the efficiency of land management and economic development. Using examples of successful practice from various countries, including Russia, the features of introducing digital technologies into cadastral processes are analyzed and the challenges that states face in this regard are identified.

**Keywords:** Digitalization, State Real Estate Cadastre (GKN), optimization of land use, land management, efficiency, economic development.

**Аннотация.** Данная статья представляет собой исследование вопросов оптимизации использования земель на основе цифровизации Государственного кадастра недвижимости.

Рассматриваются преимущества цифровизации кадастровых данных, такие как улучшение доступности, точности и актуальности информации о земельных участках, а также ее влияние на эффективность управления земельными ресурсами и развитие экономики.

На примерах успешной практики из различных стран, включая Россию, анализируются особенности внедрения цифровых технологий в кадастровые процессы и выявляются вызовы, с которыми сталкиваются при этом государства.

**Ключевые слова:** Цифровизация, Государственный кадастр недвижимости (ГКН), оптимизация использования земель, управление земельными ресурсами, эффективность, экономическое развитие.

**Рецензент:** Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.  
Доцент ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В наше время, когда вопросы эффективного использования земельных ресурсов становятся все более актуальными, цифровизация Государственного кадастра недвижимости (ГКН) выступает важным инструментом для оптимизации и управления земельными активами. Земельные участки являются стратегическим ресурсом, который влияет на различные сферы общественной жизни, такие как сельское хозяйство, градостроительство, промышленность, и экологическую устойчивость.

В контексте стремительных изменений и роста населения, вопросы эффективного использования и управления земельными ресурсами становятся все более существенными для обеспечения устойчивого развития и социального благополучия.

Цифровизация ГКН представляет собой процесс преобразования аналоговой информации о недвижимости в цифровой формат с использованием современных информационных технологий. Этот процесс не только улучшает доступность и точность данных, но и обеспечивает новые возможности для анализа и оптимизации использования земельных участков.

В исследовании рассматриваются проблемы и возможности, связанные с оптимизацией использования земель на основе цифровизации Государственного кадастра недвижимости.

Проанализируем влияние цифровизации на процессы управления земельными ресурсами, исследуем примеры успешной практики в различных странах и рассмотрим потенциал применения современных методов анализа данных для принятия решений в области земельных отношений.

Приведем конкретные примеры реализации цифровизации ГКН в различных странах, выявим их преимущества и недостатки, а также проанализируем возможности адаптации этих практик к конкретным условиям национального земельного законодательства.

Исследование предполагает выявление тенденций развития в области цифровизации земельных ресурсов, а также обсуждение перспектив внедрения инновационных подходов для улучшения эффективности использования земельных участков в современных условиях.

Цифровизация Государственного кадастра недвижимости представляет собой не просто технологическое обновление, а существенный шаг в области управления земельными ресурсами.

Путем преобразования аналоговой информации о недвижимости в цифровой формат с применением современных информационных технологий достигается значительное улучшение доступности, точности и актуальности данных о земельных

участках. Это открывает новые возможности для эффективного управления земельными активами и оптимизации их использования.

Преимущества цифровизации кадастровых данных проявляются в различных сферах деятельности.

В частности, государственные органы могут более эффективно контролировать использование земельных участков, предотвращать незаконные захваты и недопустимое использование земель.

Также цифровизация упрощает процессы оформления прав собственности на земельные участки, что способствует улучшению инвестиционного климата и развитию бизнес-среды.

Примеры успешной практики в различных странах свидетельствуют о том, что цифровизация кадастровых данных способствует не только повышению эффективности управления земельными ресурсами, но и стимулирует экономический рост и социальное развитие.

В некоторых странах внедрение цифровых кадастровых систем привело к сокращению времени на оформление прав собственности и снижению коррупционных рисков в этой сфере.

Однако, помимо преимуществ, цифровизация Государственного кадастра недвижимости также встречает определенные вызовы и препятствия. Нередко в процессе внедрения новых технологий возникают трудности, связанные с техническими аспектами, обучением персонала и согласованием изменений в законодательстве.

Потенциал применения современных методов анализа данных для принятия решений в области земельных отношений представляет собой еще один аспект, который следует рассмотреть при исследовании вопросов оптимизации использования земель.

Аналитические инструменты позволяют проводить более глубокий анализ данных о земельных участках, выявлять тенденции использования земли, прогнозировать потребности в земле и оптимизировать процессы принятия решений в этой области.

Таким образом, основываясь на анализе проблем, преимуществ и вызовов, связанных с цифровизацией Государственного кадастра недвижимости, можно сделать вывод о том, что это является важным направлением развития в области управления земельными ресурсами, способствующим улучшению прозрачности, эффективности и устойчивости использования земельных участков.

Примеры успешной практики в различных странах демонстрируют значимость цифровизации ГKN для оптимизации использования земельных ресурсов.

Так, в Норвегии внедрение цифровой кадастровой системы позволило

значительно улучшить доступность информации о земельных участках, что способствовало ускорению процессов оформления прав собственности и улучшению качества градостроительных проектов.

В Сингапуре цифровизация кадастровых данных привела к созданию инновационных решений для управления городской территорией.

Благодаря использованию геоинформационных систем и аналитических инструментов, власти смогли эффективно планировать развитие городской инфраструктуры, учитывая потребности различных социальных и экономических групп населения.

В Канаде цифровизация кадастровых данных стала ключевым элементом в стратегии устойчивого развития сельских территорий. Благодаря цифровым технологиям удалось улучшить мониторинг земельного использования, сократить временные и финансовые затраты на административные процедуры и обеспечить более справедливое распределение земельных ресурсов среди аграрных предприятий.

Эти примеры иллюстрируют практическую значимость цифровизации кадастровых данных для улучшения управления земельными ресурсами и обеспечения устойчивого развития. Они подчеркивают не только преимущества этого подхода, но и его потенциал в решении современных вызовов, связанных с устойчивым использованием земли в условиях быстрого городского роста, изменений климата и экономических трансформаций.

В России цифровизация Государственного кадастра недвижимости также играет ключевую роль в оптимизации использования земельных ресурсов.

Например, в Москве внедрение цифровых технологий в кадастровые процессы позволило существенно улучшить механизмы управления земельными участками.

Благодаря использованию современных геоинформационных систем и цифровых баз данных, городские власти осуществляют более эффективный мониторинг использования земли, планируют развитие инфраструктуры и принимают решения по выделению земельных участков под различные социальные и экономические цели.

Применение цифровых технологий в кадастровых процессах также способствует улучшению условий для предпринимательской деятельности и инвестиционной активности.

Значительное сокращение времени на регистрацию прав собственности на земельные участки и улучшение прозрачности процессов сделали российский рынок недвижимости более привлекательным для инвесторов, способствуя развитию градостроительства и сферы коммерческой недвижимости.

Этот пример показывает, что цифровизация Государственного кадастра

недвижимости в России не только повышает эффективность управления земельными ресурсами, но и стимулирует экономический рост и социальное развитие на региональном и муниципальном уровнях.

Представляется целесообразным ещё раз подчеркнуть значимость исследования вопросов оптимизации использования земель на основе цифровизации Государственного кадастра недвижимости и обобщить основные выводы.

Исследование позволило выявить, что цифровизация Государственного кадастра недвижимости играет ключевую роль в улучшении управления земельными ресурсами, способствуя повышению эффективности использования земельных участков и содействуя устойчивому развитию общества.

Преимущества цифровизации включают улучшение доступности, точности и актуальности информации о земельных участках, сокращение времени на административные процедуры, повышение прозрачности и снижение рисков коррупции.

Примеры успешной практики в различных странах, включая Россию, подтверждают эффективность цифровизации кадастровых данных и ее положительное влияние на различные аспекты жизнедеятельности общества, включая экономический рост, социальное благополучие и экологическую устойчивость.

Однако следует отметить, что цифровизация кадастровых данных также сталкивается с определенными вызовами и препятствиями, такими как технические трудности, необходимость обучения персонала и согласование изменений в законодательстве. Решение этих проблем требует комплексного подхода и сотрудничества различных заинтересованных сторон.

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что цифровизация Государственного кадастра недвижимости представляет собой важный инструмент для оптимизации использования земельных ресурсов в современных условиях.

Ее успешная реализация способствует достижению стратегических целей устойчивого развития и обеспечению благополучия общества в целом.

## References

1. Белокрылова Ольга Спиридоновна, Филоненко Юлия Вячеславовна, ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАКАЗА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/39d3Fa> (дата обращения 21.03.2024)
2. Людмила Николаевна Потоцкая, ЦИФРОВИЗАЦИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА МЕХАНИЗМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ, [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/39d35g> (дата обращения 21.03.2024)
3. Малёнкина Татьяна Михайловна, Посажеников Артур Андреевич, ПРОБЛЕМЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УСЛУГ, [Электронный ресурс] URL: <https://clck.ru/39d3Kb> (дата обращения 21.03.2024)



UDC 621.86. 621. 629.3; 669.54. 793

## **Evgrafov V.A., Omarov T.S., Shamuratov D.D., Abenov A.T. Economic justification for the development of a test bench for injectors**

Экономическое обоснование разработки стенда для испытания форсунок

### **Evgrafov V.A.**

The scientific supervisor is, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

### **Omarov T.S.**

postgraduate student of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

### **Shamuratov D.D.**

postgraduate student of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

### **Abenov A.T.**

postgraduate student of the Department of Technical service of machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

Евграфов В.А.

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

Омаров Т.С.

аспирант кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Шамуратов Д.Д.

аспирант кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

Абенов А.Т.

аспирант кафедры технической сервис машин и оборудования. Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия.

**Abstract.** *This article proposes a method for calculating the economic efficiency from the use of the developed design of the stand for testing the nozzles of the CR system. The technical and economic assessment of the design development involves determining the costs of manufacturing, comparing technical solutions and calculating the main technical and economic indicators.*

**Keywords:** *economic efficiency; nozzle; payback period; capital investments; cost.*

**Аннотация.** *В данной статье предложена методика расчёта экономической эффективности от применения разработанной конструкции стенда для испытания форсунок системы CR. Технико-экономическая оценка конструкторской разработки предполагает определение затрат на изготовление, сравнения технических решений и расчет основных технико-экономических показателей.*

**Ключевые слова:** *экономическая эффективность; форсунка; срок окупаемости; капитальные вложения; стоимость.*

---

**Рецензент:** Бабкина Анастасия Валентиновна - кандидат экономических наук, доцент.  
Доцент кафедры прикладной информатики.  
ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Для определения технико-экономических показателей применения нового стенда для испытаний форсунок системы CR рассчитаем затраты на изготовление данного стенда, годовой экономический эффект за счет применения предлагаемого стенда вместо оборудования фирмы Bosch, срок окупаемости капитальных вложений. Экономический эффект от использования разрабатываемых стендов достигается за счет снижения себестоимости его изготовления. Предлагаемая методика расчета проводится в сравнении с имеющимся оборудованием фирмы Bosch для испытании форсунок.

Расчет затрат на изготовление установки: Затраты на изготовление конструкции стенда для испытания форсунок определяем по формуле:

$$\text{СКОН} = \text{СКД} + \text{СОД} + \text{СПД} + \text{СОП} + \text{СЗП.СБ.}, \quad (1)$$

где СКД – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.; СОД – стоимость изготовления оригинальных деталей, руб.; СПД – стоимость покупных деталей, руб.; СОП – общепроизводственные расходы, руб.; СЗП.СБ – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.

Стоимость изготовления корпусных и оригинальных деталей определяем по формуле:

$$\text{СКД} = \text{СОД} = \text{СЗП.ИЗ} + \text{СМ}, \quad (2)$$

где СЗП.ИЗ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.; СМ – стоимость материала заготовок для изготовления деталей, руб.

Стоимость материалов заготовок определяем по формуле:

$$C_M = \sum_i^n C_i \cdot Q_i, \quad (3)$$

где  $C_i$  – цена килограмма  $i$ -го материала заготовки, руб.;  $Q_i$  – цена  $i$ -ой заготовки, кг.

Величину заработной платы производственных рабочих, занятых на изготовлении деталей, определим по формуле:

$$C_{\text{ЗП.ИЗ}} = C_{\text{ос}} + C_{\text{д}} + C_{\text{соц}}, \quad (4)$$

где  $C_{\text{ос}}$  – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;  $C_{\text{д}}$  – дополнительная заработная плата производственных рабочих, руб.;  $C_{\text{соц}}$  – отчисления в фонд социального страхования, руб.

Основную заработную плату производственных рабочих определяем по формуле:

$$C_{\text{ос}} = T_{\text{ср}} \cdot C_4 \cdot K_{\text{д}}, \quad (5)$$

где  $T_{cp}$  – средняя трудоёмкость изготовления деталей, чел-ч.;  $C_ч$  – часовая тарифная ставка рабочих соответствующих разрядов на выполнение операций изготовления деталей, руб.;  $K_d$  – коэффициент, учитывающий дополнительную выплату к основной зарплате,  $K_d = 1,2$ .

Дополнительную заработную плату определяем по формуле:

$$C_d = (20\%) \frac{C_{oc}}{100}, \quad (6)$$

Начисления по обязательным страховым взносам определяем по формуле:

$$C_{стр} = R_{стр} \cdot (C_{пр} + C_d) / 100, \quad (7)$$

где  $R_{стр}$  – обязательный страховой взнос,  $R_{соц} = 30\%$

Стоимость материала для изготовления топливного аккумулятора (цена 1кг материала заготовки из стали 8X13, руб/кг,  $Q_{заг}=1,46$  кг) определяется по формуле:

$$C_M = C_{ц.м.} \cdot Q_{заг}, \text{ руб.} \quad (8)$$

где  $Q_{заг}$  – масса заготовки, кг.  $C_{ц.м.}$  - цена 1кг материала заготовки из стали 8X13, руб.

Цены покупных изделий берутся по прейскуранту, к которым относятся: регулятор давления, электронный датчик давления Bosch, ТНВД DENSO, электродвигатель, электронный блок управления, провода с клеммами и электрическим разъемом, а также стандартные изделия; болты, винты, шайбы, гайки.

Полную заработную плату производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, определяем по формуле:

$$C_{сб.н.} = C_{сб.} + C_{д.сб.} + C_{стр.}, \quad (9)$$

где  $C_{сб}$  и  $C_{д.сб}$  – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих на сборке, руб.;  $C_{стр}$  – обязательный страховой взнос, руб.

Основную заработную плату рабочих, занятых на сборке станда, определяем по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_ч \cdot k_d, \quad (10)$$

где  $T_{сб}$  – нормативная трудоёмкость сборки, чел-ч.

Нормативную трудоемкость рассчитаем по формуле:

$$T_{сб} = k_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (11)$$

где  $k_c$  – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, равный 1,08;  $\sum t_{сб}$  - суммарная трудоёмкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч.

Дополнительную заработную плату находим по формуле:

$$C_{д.сб} = (20\%) \cdot C_{сб} / 100, \quad (12)$$

Обязательный страховой взнос рассчитаем по формуле:

$$C_{сб} = R_{соц} \cdot (C_{сб} + C_{д.сб}) / 100, \quad (13)$$

Общепроизводственные накладные расходы на изготовление определяем по формуле:

$$C_{он} = \frac{C'_{пр} \cdot R_{он}}{100} \quad (14)$$

где  $C'_{пр}$  – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении установки, руб.;  $R_{он}$  – процент общепроизводственных расходов, равный 15%.

$$C'_{пр} = C_{ос} + C_{сб}, \quad (15)$$

Тогда затраты на изготовление конструкции (себестоимость стенда) по формуле составят:

$$C_{ц.кон} = C_{КД} + C_{п.и} + C_{д.сб} + C_{оп} \quad (16)$$

где:  $C_{п.и}$  – цена покупных изделия, руб.;  $C_{д.сб}$  – дополнительная заработная плата, руб.;  $C_{оп}$  – основная заработная плата рабочих.

Так как в данном случае по проектируемому варианту достигается снижение себестоимости оборудования, влияющее на объем капитальных вложений, то годовая экономия увеличивается на величину дополнительного дохода, получаемого за счет разности себестоимости одного испытания форсунки CR с использованием базового приспособления фирмы Bosch и предлагаемого.

Годовой экономический эффект определяется как разность приведенных затрат по сравниваемым вариантам.

*Расчет приведенных затрат для проектируемой установки.* Приведенные затраты определяются по формуле:

$$Пз = C + Q_{дет.} \cdot K, \quad (17)$$

где  $C$  – себестоимость проверочных работ за год, руб.;  $K$  – объем капитальных вложений, руб.  $Q_{дет.}$  – масса детали, кг.

Годовая себестоимость работ по диагностированию определяется по выражению:

$$C = C_{зп} + C_A + C_p + C_э, \quad (18)$$

где  $C_{зп}$  – расходы на оплату труда мастера-регулировщика, руб.;  $C_A$  – отчисления на амортизацию, от стоимости приспособления, %;  $C_p$  – отчисления на ремонт устройства, от стоимости приспособления, %;  $C_э$  – затраты на потребляемую электроэнергию, руб.

Годовые затраты на оплату труда определяются по выражению:

$$C_{пр} = T_d \cdot C_ч \cdot K_t \cdot N_r, \quad (19)$$

где  $T_d$  – средняя трудоемкость одного испытания форсунки CR, чел.-ч.;  $C_ч$  – часовая ставка рабочего по среднему разряду, руб./час;  $K_t$  – коэффициент,

учитывающий надбавку к основной зарплате;  $N_r$  – количество обслуживаний за год.

Средняя трудоемкость одного диагностирования с использованием предлагаемой установки равна:  $T_d = 0,38$  чел-ч. Число рабочих дней в году при шестидневной рабочей неделе – 305, в среднем принимаем, что в день обслуживаний форсунок системы CR будет одна, тогда подставляя значения в выражение получаем:  $N_z = 1 \cdot 305 = 305$  обслуживаний в год, тогда:

Затраты на потребляемую электроэнергию в расчет не принимаются вследствие их сравнительно малой величины. Объем капитальных вложений определяется по выражению:

$$K = C_{об} + C_{тт} + C_m, \quad (20)$$

где  $C_{об}$  – общая стоимость оборудования, руб.;  $C_{тт}$  – торгово-транспортные и складские расходы, руб.;  $C_m$  – затраты на монтаж оборудования, руб.

В данном случае объем капитальных вложений равен общей стоимости оборудования  $K = C_{об}$ , руб.

Используя следующее выражение найдем приведенные затраты:

$$Пз = C + Q_{дет.} \cdot C_{об.} \text{ руб.} \quad (21)$$

*Расчет приведенных затрат для базового варианта фирмы Bosch.* Расчет целесообразно вести по стенду для проверки форсунок Bosch EPS 200. Средняя трудоемкость одного диагностирования с использованием данного стенда фирмы Bosch составляет 0,25 чел-ч. Таким образом, снижение себестоимости одного испытания форсунки CR можно определить используя выражение:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \% , \quad (22)$$

Подставляя числовые значения, определяем приведенные затраты:

$$Пз = C + T_{ср.} \cdot C_{ст} , \text{ руб.} \quad (23)$$

*Определение годовой экономии приведенных затрат:* Годовая экономия приведенных затрат определяется по выражению:

$$\Sigma C = Пз_1 - Пз_2, \quad (24)$$

где  $Пз_1$  – приведенные затраты при использовании базового варианта фирмы Bosch, руб.;  $Пз_2$  – приведенные затраты при использовании предлагаемой установки, руб.

Срок окупаемости проекта (в годах) определяется по выражению:

$$T = \frac{K}{\Sigma C} \quad (25)$$

где  $K$  – капитальные вложения, руб.

Определяем фактический коэффициент эффективности капиталовложений по

формуле: 
$$E_{\phi} = \frac{1}{T}, \quad (26)$$

В последующем все данные расчетов, для наглядности можно свести в одну таблицу.

### Вывод:

Предлагаемая методика расчета показывает, что в данном случае по расчетному варианту достигается снижение себестоимости оборудования, годовая экономия увеличивается на величину дополнительного дохода, получаемого за счет разности себестоимости одного испытания форсунки CR с использованием базового приспособления фирмы Bosch и предлагаемого.

### References

1. Андреев А.А., Апатенко А.С., Улюкина Е.А., Гусев С.С. Самоочищающийся фильтр./ Патент на полезную модель 205889 U1, 11.08.2021. Заявка № 2021113888 от 17.05.2021.
2. Дидманидзе О.Н., Чепурин А.В., Карев А.М., Кушнарев С.Л. Надежность технических систем./ Учебное пособие. (2-е издание, переработанное и дополненное) ООО «Триада». Москва, 2016. С. 232.
3. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Абдулмажидов Х.А. Исследования рабочих органов элементов машин и технологического оборудования. /Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 36-38.
4. Тойгамбаев С.К., Бондарева Г.И., Евграфов В.А. Организация и расчет участка технического обслуживания и ремонта машин./ Сельский механизатор. 2020. № 12. С. 44-45.
5. Тоигамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кан-дидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000г.
6. Тойгамбаев С.К., Дидманидзе О.Н. Определение трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта грузовых автомобилей./ International Journal of Professional Science. 2021. № 1. С. 65-73.
7. Тойгамбаев С.К., Слепцов О.Н. Математическое моделирование испытания топливных насосов низкого давления топливной системы дизеля. / В сборнике: ЛОГИСТИКА, ТРАНСПОРТ, ЭКОЛОГИЯ - 2017. Материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 83-94.
8. Rudyk N.V., Niyazbekova S.U., Yessymkhanova Z.K., Toigambayev S.K. Development and regulation of the digital economy in the context of competitiveness./ В сборнике: Cooperation and Sustainable Development. Conference proceedings. Cham, 2022. С. 167-174.

UDC 336

# Zakharyan A.V., Khramchenko A.A., Kobzev K.V., Karpenko A.I. Modern methods of promoting goods in the era of digitalization

Современные методы продвижения товаров в эпоху цифровизации

**Zakharyan A.V.,**

cand. econ. Sciences

**Khramchenko A.A.**

cand. econ. Sciences

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Russia, Krasnodar)

**Kobzev K.V.,**

student

**Karpenko A.I.,**

student

Захарян А.В.,

канд. экон. наук, доцент

кафедры финансов

Храмченко А.А.,

канд. экон. наук, доцент

кафедры финансов

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

Кобзев К.В.,

студент

Карпенко А.И.,

студент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»

(Россия, г. Краснодар)

**Abstract.** *The essence of effective promotion is to prepare and then implement the right effect. This article discusses modern methods of product promotion that are changing the generally accepted approach to marketing. As a result of the evolution of promotion methods in the digital era, key strategies such as commercial marketing, advertising on social networks, and content marketing are analyzed.*

**Keywords:** *modern methods, product promotion, marketing strategies, social media advertising, content marketing, data, storytelling, consumer engagement.*

**Аннотация.** *Суть эффективного продвижения заключается в том, чтобы подготовить, а затем реализовать правильную стратегию. В данной статье рассматриваются современные методы продвижения товаров, которые меняют традиционный подход к маркетингу. В ней рассматривается эволюция методов продвижения в цифровую эпоху, анализируются такие ключевые стратегии, как маркетинг влияния, реклама в социальных сетях, контент-маркетинг.*

**Ключевые слова:** *современные методы, продвижение товара, маркетинговые стратегии, реклама в социальных сетях, контент-маркетинг, данных, рассказывание историй, вовлечение потребителей.*

**Рецензент:** Бабкина Анастасия Валентиновна - кандидат экономических наук, доцент.

Доцент кафедры прикладной информатики.

ФГБОУ ВО «РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Актуальность исследования заключается в том, что от того как хорошо сформирована политика сбыта товара зависит не только уровень финансовых результатов, но и дальнейшая их «жизнь» на рынке. Так как у каждого бренда есть отзывы и история. В наше время требуется модернизировать и трансформировать рекламную политику из-за очень быстрого и динамического развития социально-экономических отраслей. Это поможет не отставать от конкурентов и дальше повышать уровень прибыли.

В условиях современной конкуренции, эффективное продвижение товара играет важную роль в привлечении внимания клиентов и стимулировании продаж. Благодаря целенаправленному подходу компании могут эффективно продвигать свою продукцию и добиваться конкурентного преимущества на рынке. Процесс продвижения товаров и услуг включает в себя различные стратегии и методы, направленные на удачное внедрение на рынок сбыта, а так же на успешную продажу товара и услуг. Добиться успеха в этом можно только при тщательном изучение рынка, целевой аудитории и конкурентов, что позволит грамотно составить маркетинговый план компании.

Важная особенность продвижения товара – проведение маркетинговых исследований в разных областях(современные рыночные тенденции, предпочтения клиентов и деятельность конкурентов с целью выявления потенциальных проблем и возможностей). Осознавая нынешние потребности и желания клиентов, организация может определиться с товаром или услугами, а так же придумать лучшую стратегию продвижения. Еще один важный аспект - создание сильного имиджа организации. Маркетинговая компания поможет рассказать всем про ваш бренд и товар, но как добиться того, чтобы через время про вас помнили? Следует внимательно обратиться к созданию собственного логотипа, упаковки, сайту, рекламных карточек и ко всему, что поможет вас запомнить и узнавать в будущем.

Маркетологи должны уметь влиять на выбор покупателя при помощи своей маркетинговой компании. Она должна представлять лучшие и убедительные показатели и причины для покупки. Отзывы – являются весьма весомым пунктом в продвижении товара. Они являются очень большим стимулом к покупке для покупателя из-за доверия, открытости и надежности. Следует внимательно отнестись к ним, т.к. они не только повышают увеличение продаж, но и составляют большую роль в имидже организации.

Прежде всего, очень важно определить уникальные торговые характеристики продукта. Выделение этих особенностей выделяет продукт на фоне конкурентов и привлекает внимание потенциальных покупателей. Подчеркивая преимущества и выгоды, компании могут эффективно донести до потребителей ценностное



предложение. Понимание целевого рынка - еще один ключевой аспект успешного продвижения товара. Проведение маркетинговых исследований помогает выявить потребности, предпочтения и болевые точки целевой аудитории. Зная это, компании могут адаптировать свои рекламные усилия таким образом, чтобы они находили отклик у клиентов, способствуя их вовлечению и росту продаж. Использование различных маркетинговых каналов необходимо для комплексного продвижения продукции.

Положительные отзывы, грамоты и победы на различных выставках повышают уровень продаж из-за доверия людей к бренду. Допускается создание собственных мероприятий по представлению товара клиенту для демонстрации качества и других приемлемых качеств товара, а так же нахождения новой возможной аудитории покупателей.

Маркетинговая компания по продвижению товаров и услуг должна быть хорошо продуманна и построена. Должны быть разработаны стратегии по её продвижению на нескольких этапах.

В первую очередь следует изучить все возможные комплексы повышения коммуникации с клиентами и продажи товара, такие как:

1. Основная реклама – важный компонент любого маркетингового плана, если хотите чтоб о вашем товаре или услуге говорили везде, то это очень хороший способ при правильном подходе.

2. Ярмарки, выставки и другие мероприятия поддерживающие ваш уровень популярности – Хороший способ для привлечения новой аудитории и прямое показательное сравнение с конкурентами, что поможет добиться новых клиентов которые уйдут от ваших соперников.

3. Дополнительные критерии – сюда можно отнести повышение уровня сырья для вашего товара или же новые инструменты, которые выставят вас выше своих конкурентов на рынке услуг. Работа с упаковкой товара, для достижения привлекательности, безопасности товара и покупателя, так же от неё может зависеть ваша прибыль, следует хорошо изучить данный вопрос.

Все инструменты стратегии продвижения товаров и услуг можно поделить на две группы:

1. ATL – Продвижения товара и услуг на максимально большую часть целевой аудитории. Примеры: СМИ, реклама на радио, в интернете, наружная и внутренняя реклама, печатная реклама. Считается наиболее эффективной ещё на стадии создания бренда и первого начала его работы из-за большой стоимости, так как не все компании могут себе позволить на всем промежутке работы её использовать, ведь это влияет на уровень прибыли.

2. BTL – Продвижение товаров и услуг способами не входящих в классическую рекламу. Примеры: программа скидок, специальные мероприятия привлекающие новых людей, дисконтные карты. Плюсом данной стратегии является её более низкая стоимость в сравнении с ATL, а так же наличием прямого контакта с возможным покупателем.

3. TTL – Продвижение товаров и услуг с помощью совмещения способов ATL и BTL. Более свежая стратегия из-за усложнения маркетинговых задач и развитием технологий нашего времени.

Помимо распределения инструментов стратегии продвижения по ATL и BTL услугам, а также объединение их в одну комплексную группу TTL стратегия продвижения использует ещё один инструмент продвижения, который объединяет несколько инструментов продвижений в одну комплексную модель. Совокупность таких инструментов называют интегрированными маркетинговыми коммуникациями.

Маркетинг взаимоотношений подразумевает выстраивание крепких долгосрочных связей компании-производителя с продавцами, поставщиками, покупателями и т. д. Значимость данного метода обосновывается тезисом о том, что стабильные долгосрочные отношения в условиях быстроменяющейся экономической, политической и социальной ситуации выступают гарантом выживаемости фирмы в кризисных условиях. Методов продвижения товара и услуг достаточно много: рекламные акции, представления товара на выставках и ярмарках, распродажи и многое другое, всё это поможет повысить уровень дохода организации и добиться доверия покупателей.

PR – это отношения с общественностью. Встроенное взаимоотношение между организации и обществом, для заинтересованности потенциальных клиентов, что повысить уровень прибыли и дальнейший рост компании. PR-работа в компании в компании может быть организована:

- 1) Собственный PR-менеджер и собственный PR-отдел (относительная дешевизна, знание специфики компании и рынка, контроль);
- 2) PR-агентства (возможность дополнительных услуг, возможность существенно расширить свою деятельность);
- 3) наемный PR-консультант (дешевле, чем услуги агентства, узкий специалист).

Можно выделить следующие современные методы продвижения товаров и услуг:

1. Интернет.
2. Выставка.
3. Франчайзинг.
4. Телемаркетинг.

## 5. Мерчендайзинг.

Средства стимулирования сбыта услуг:

- 1) Кэш-бэк программы.
- 2) Этикетки с льготной ценой.
- 3) Подарки.
- 4) Акции и распродажи.
- 5) Выдача пробных образцов для завлечения покупателя.

Информацию о спросе собирают с помощью опроса на различных выставках и ярмарках при представлении товара.

Прямой маркетинг – это представление товара на прямую клиенту с помощью рассылки SMS-сообщений, звонков и т.д..

Личная продажа – это процесс продажи при помощи установления личного контакта с возможным покупателем. Чтобы избежать возможных неудач, следует внимательно отнестись к разбору собственных ошибок продвижения, так же следует обращать внимание на маркетинговые компании других организаций, ведь можно научиться на их ошибках и успехах, что придёт вас к повышению финансового уровня.

Существуют несколько причин неуспеха продвижения товаров. Разберём маркетинговые ошибки:

1. Ошибки при создании логотипов и названия товара. Название товара должно понравиться и запомниться клиенту, оно не должно быть скучным. Существует куча примеров в маркетинге, которые помогли добиться популярности товара на рынке, в пример можно взять маркетинговый ход компании Coca-Cola, с их новогодней мелодией в рекламе их товара, она запомнилась покупателям и всё ещё на высоте спустя несколько лет.

2. Ошибки при выборе целевой аудитории. Нужно изучать и расширять группу потребителей, не стоит заикливаться на нескольких фирмах если вы поставляете в них товар и считаете, что они подходят вам по всем критериям. Не нужно бояться найти новых и возможно более прибыльных клиентов для своего товара.

3. Игнорирование социальных сетей, интернета и SEO. Следует параллельно продвигать и развиваться в интернете, в наше время очень большая и достаточно лёгкая возможность привлечения покупателей в этом русле. Легче подготовить статью, рекламное объявление на 100 тысяч человек, чем сделать ярмарку на 1 тысячу человек. Не нужно забывать, что ваши конкуренты уже давно скорее всего продвигают свой товар через интернет.

4. Игнорирование трендов на рынке товаров. Существует множество организаций, которые не следят за популярными в данное время товарами и не

расширяются из-за этого. Так же это относится к рекламной компании, следует следить за новыми возможностями продвижения своего товара, так как реклама в интернете явно в наше время привлечёт больше внимания чем в газете.

Так же существуют форсмажорные ситуации, которые невозможно предсказать и предотвратить. Они меньше влияют на маркетинговые из-за их редкости. На данный момент бизнесмены разного формата используют 6 видов рекламных инструментов:

- контекстную рекламу (основные каналы для размещения - Яндекс и Google.);
- SEO-продвижение, рассылки;
- нативная реклама:
- SMM (идеальный механизм для создания имиджа компании. Широко используется Instagram.);
- блоги, форумы, доски объявлений;
- социальные сети и паблики;
- прямые продажи;
- скрытое или вирусное рекламирование.

Какой вид рекламы самый эффективный из перечисленных, зависит от целевой аудитории. Некоторые рекламодатели выбирают комплексные решения. Хотя все больше коммерсантов склоняются к распространению «вирусов».

Вирусная реклама сегодня – настоящий хит. Она представляет собой забавные, смешные, шокирующие видеоролики, мультфильмы, мелодии или фото. В основе данного продукта лежат психологические технологии воздействия на разум людей. Суть вирусного маркетинга – заинтересовать пользователей до такой степени, чтобы они сами стали распространителями рекламы среди близких, знакомых и друзей.

Сегодня размещать рекламу ее владельцы могут на разных ресурсах. Бизнесменам, имеющим собственный сайт, доступна личная площадка для рекламирования. Кроме нее можно использовать в качестве платформы самые эффективные каналы рекламы:

- Онлайн-СМИ (такие ресурсы предоставляют существенную отдачу. Однако на них следует правильно выбирать тематику. На площадках такого рода хорошо работает нативное рекламирование. Подобные инструменты – основа улучшения имиджа компании. Стоят они совсем недешево. Рассчитаны на долгую перспективу).
- Социальные сети (один из самых перспективных сегментов. На сайтах такого рода колоссальная аудитория. Здесь можно получить приличный охват. К преимуществам сотрудничества с соцсетями можно отнести возможность взаимодействия с пользователями, наличие точного таргетинга. На онлайн-платформах, которые люди используют для общения, можно продвигать товары и

услуги различными способами. Создавая баннеры, опросы, ролики. Размещение рекламных предложений в социальных сетях стоит недорого. Более того, оно может быть совершенно бесплатным).

- Блоги (отличные площадки для скрытого рекламирования. Здесь реклама может быть не просто эффективна, а фантастически рентабельна. Главное при размещении продукта воспользоваться услугами известного автора, к мнению которого прислушиваются тысячи людей. В блогах можно размещать не только отзывы блогеров, но и обычную прямую рекламу. Те же баннеры. Стоимость размещения напрямую зависит от количества подписчиков автора).

- YouTube (видеохостинг - любимец миллионов жителей нашей планеты. Здесь можно размещать инструменты продвижения различного формата: медийные сообщения, In-Video Overlay, In-Display, In-Stream. Для своих целей можно использовать Google AdWords и систему DoubleClick. Воспользоваться услугами портала может любой зарегистрированный пользователь. Стоимость рекламных инструментов на видеохостинге различна. Зависит цена от вида рекламирования).

- Яндекс.Директ, Google AdWords, Бегун (здесь лучше размещать контекстный вид рекламы. Пользоваться услугами этих площадок могут зарегистрированные пользователи. Платформы обладают простым, интуитивно понятным интерфейсом. Они предоставляют своим клиентам возможность транслировать объявления и ролики на любых гаджетах, настраивать показы с помощью географического таргетинга и другие опции. В копилках сайтов имеются полезные инструменты: видеореклама, баннеры, лайтбоксы и т.д. Цена услуги определяется за клик).

В основе рентабельности интернет-рекламы заложены определенные численные характеристики. Эффективность рекламирования определяют:

- Хиты - просмотренные страницы.
- Хосты - уникальные пользователи.
- ROI - показатель возврата вложенных средств.
- САС - цена за привлечение покупателя.
- CV - конверсия.
- СТВ - показатель эффективности интернет-рекламы.
- СРМ - цена тысячи показов ролика и т.д.

Данные показатели используются комплексно и поодиночке. С помощью них можно проанализировать эффективность рекламной кампании.

Так же существуют распространенные ошибки продвижения товара:

1. Несвоевременный выпуск товара на рынок.
2. Неправильно запланированный бюджет на продвижение товара.

### 3. Неправильно подобранный рекламный ресурсы для продвижения товара.

Исходя из кучи возможных ошибок, можно сказать, что следует очень тщательно подходить к изучению и подготовки выхода на рынок. Ведь множество аспектов могут повлиять как хорошо, так и плохо, вплоть до полного банкротства организации.

В наше время имеются технические возможности, позволяющие собирать данные и информацию о клиентах, которая позволяет более тщательно подойти к клиенту и предложить наиболее лучшие рекомендации. Подобный персональный подход помогает добиться респекта от покупателей из-за более тщательного подхода к ним, что в итоге повышает продажи организации. Следует понимать, что вышеперечисленные способы являются наиболее актуальными в нынешнее время и они с очень большой скоростью прогрессирует совместно с технологиями нашего времени. Нужно отметить, что не все маркетинговые способы могут подойти к одному виду товара. Следует тщательнее относиться к изучению актуальных маркетинговых методов и стратегий по продвижению товара и услуг, это поможет добиться успеха вашей организации.

#### References

1. Бочарова О.А. Антикризисный маркетинг в 2023 году: тенденции и перспективы/ Захарян А.В., Черная О.А., Бочарова О.Ф., Муравлёва А.Е., Эннс Е.А., Лукинова А.А., Ильичёва А.С. // Экономика и предпринимательство. 2023. № 2 (151). С. 1298-1301.
2. Гаркуша Н.Р. Финансовые "лайфхаки" или персональное финансовое планирование в условиях кризиса / Захарян А.В., Гаркуша Н.Р., Киян М.А., Антонцева А.А., Моос В.О., Михайлова Е.М. // Экономика и предпринимательство. - 2021. - № 8 (133). - С. 1066-1069.
3. Добровольская Д. С., Захарян А. В. Национальная платежная система России: проблемы и перспективы // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. №5-1.
4. Зиниша О.С. Особенности развития технологии блокчейн/ Белоконова А.Р., Заруба Д.С., Захарян А.В., Зиниша О.С. // Eromen. Global. 2023. № 35. С. 8-16.
5. Зинина О.В., Далисова Н.А. Потенциал и тенденции развития экспорта продукции АПК региона //Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – №. 8-2. – С. 204-209.
6. Логунцова, И.В. Особенности территориального брендинга в российских условиях: [монография] / И. В. Логунцова; Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Факультет государственного управления. – Москва: Книжный дом Университет, 2013. – 109 с.

7. Мазилкина, Е. И. Брендинг: учебно-практическое пособие / Е. И. Мазилкина; Издательско -торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>». – Москва: Дашков и К<sup>о</sup>, 2008. – 223 с. – Текст: непосредственный.

8. Менеджмент как эффективное управление качеством продукции/Захарян А.В.//В сборнике: Новости науки 2019 сборник материалов VIII-ой международной очно-заочной научно-практической конференции. Москва, 2019. С. 78-84.

9. Эффективных способов продвижения товаров в Интернете // LPGENERATOR.  
– URL: <https://lpgenerator.ru/blog/2018/07/26/16-effektivnyh-sposobov-prodvizheniya-tovarov-v-internete/>

10. Черная О.А. Цифровизация финансовой сферы: современное состояние и тенденции развития/ Черная О.А., Захарян А.В., Сапрыкин В.А., Алевранов В.Г., Мурсалян А.В., Коробков А.Е. // Экономика и предпринимательство. 2023. № 6 (155). С. 938-942.

# TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

UDC 621.86. 621. 629.3; 669.54. 793

## Evgrafov V.A., Omarov T.S. Development of a test bench for internal combustion engine units

Разработка стенда для испытания агрегатов ДВС

**Evgrafov V.A.,**

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machines and Equipment. K.A. Ti-miryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Omarov T.S.**

Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia, Engineer - economist of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment.

Евграфов В.А.

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

Омаров Т.С.

Российский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия, инженер - экономист кафедры технической сервис машин и оборудования.

**Abstract.** *Due to the current requirements for the quality of operation of fuel equipment elements, the criteria for evaluating the quality of diesel injectors have become significantly tougher. If earlier the simplest devices (such as a reference nozzle with a tee or a maximeter) were used to check the injectors, now it is necessary to use special devices of domestic or foreign production. This article presents the scheme and calculations of a more universal stand for testing injectors of internal combustion engines.*

**Keywords:** stand; nozzle; engine; shut-off cone; pressure sensor; tightness; hermetic density.

**Аннотация.** *Из-за сложившихся на сегодняшний день требований к качеству работы элементов топливной аппаратуры существенно жестче стали критерии оценки качества работы дизельных форсунок. Если раньше для проверки форсунок использовались простейшие приспособления (типа эталонной форсунки с тройником или максиметр), то теперь необходимо применять специальные приборы отечественного или зарубежного производства. В данной статье представлены схема и расчеты более универсального стенда для испытания форсунок ДВС.*

**Ключевые слова:** стенд; форсунка; двигатель; запорный конус; датчик давления; герметичность; гермоплотность.

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

Предлагаемая конструкция стенда для испытания форсунок CR имеет более простую конструкцию и низкую стоимость по сравнению с аналогичными, уже существующими стендами. При этом она позволяет:

- проводить визуальный контроль качества распыла топлива;



- герметичность запирающего конуса распылителя;
- определять цикловую подачу и количество топлива, перепускаемого через обратный канал.

Принципиальная схема стенда приведена на рисунке 1. Стенд состоит из рамы, на которую крепится электродвигатель, ТНВД, блок управления, монитор, приборы управления, аккумулятор, трубопроводы, топливный бак. На аккумулятор крепится регулятор давления, датчик давления, аварийный ограничитель подачи топлива. Работает стенд следующим образом: Топливо из бака 2 электрическим топливоподкачивающим насосом 4 подается в топливный насос высокого давления 5, который приводится в действие электрическим двигателем 3 мощностью 2 кВт.

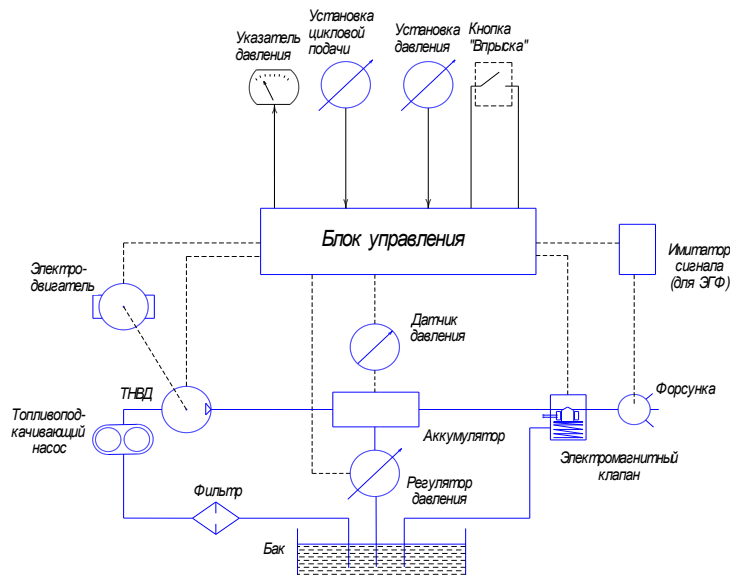


Рис. 1. Схема стенда для испытания форсунки

Сжатое топливо под высоким давлением поступает в аккумулятор 6. Давление задается блоком управления через электронный дисплей 10 и фиксируется датчиком давления 8 фирмы Bosch. Для регулировки давления в аккумуляторе, на нем установлен регулятор давления 7, который управляется блоком управления. Аккумулятор соединен с испытуемой форсункой через электромагнитный клапан 9, позволяющий прекратить подачу топлива. Топливо в стенд заливается через заливное отверстие, в которое установлен предохранительный съемный сетчатый фильтр, предназначенный для предотвращения попадания крупных механических частиц в топливный бак стенда. В случае засорения фильтра, он вынимается и после продувки струей сжатого воздуха устанавливается на место. Емкость топливного бака стенда составляет 10 л. В нижней

части стенд имеет регулировочные болты для регулирования положения стенда в горизонтальной плоскости. В качестве насоса для создания давления (до 60 МПа) в топливном аккумуляторе используется ТНВД фирмы Denso.

При комплектации стенда, с целью унификации и снижения стоимости использованы стандартные узлы и детали. К примеру, предлагается использовать ТНВД фирмы Denso, датчик давления и регулятор давления фирмы Bosch, электродвигатель, монитор. Основной деталью стенда, требующей изготовления является аккумулятор. Особенности конструкции и требования состоят в следующем:

- предусмотрены места для крепления датчика давления, регулятора давления, штуцера от ТНВД и штуцера ведущего на форсунку через аварийный ограничитель подачи топлива;
- толщина стенок аккумулятора должна быть рассчитаны на давление в 200 МПа;
- после сборки проверить герметичность соединений.

Аварийный ограничитель подачи предотвращает опорожнение аккумулятора через форсунку с зависшей иглой или клапаном управления и повреждение соответствующего цилиндра дизеля. В нем используется принцип возникновения разницы давлений по обе стороны от клапана 1 (рис. 2) при прохождении топлива через его жиклеры 2. Сечение жиклеров, затяжка пружины 3 и диаметр клапана должны строго отвечать максимальной продолжительности и расходу, т.е. подаче топлива.

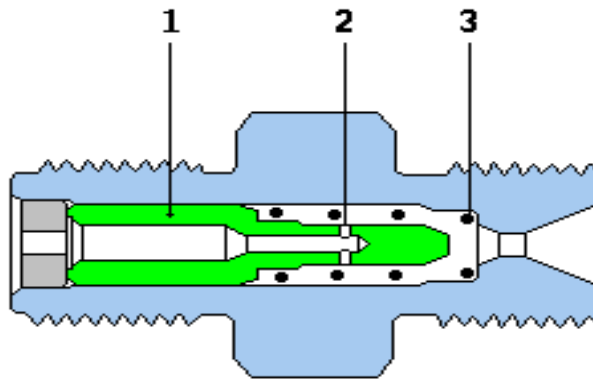


Рис. 2. Конструкция аварийного ограничителя подачи через форсунку CR Bosch

Конструкция регулятора давления представлен на рисунке 3.

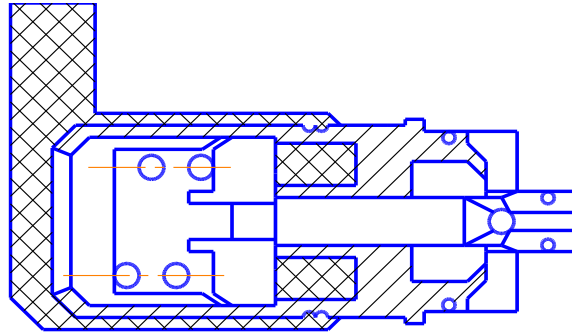


Рис. 3. Конструкция регулятора давления.

*Расчет топливного аккумулятора:* Аккумулятор в CR Bosch выполнен в виде толстостенного трубопровода с внутренним диаметром 10 мм, наружным 18 мм, длиной от 280 до 600 мм, т.е. объемом от 22 до 47 мл (для дизелей с цилиндровой мощностью 30...50 кВт – до 60 мл).

Необходимый объем аккумулятора определяется по формуле:

$$V_{ак} = \frac{V_{\Sigma}}{\beta \cdot \Delta P}, \quad (1)$$

где  $V_{\Sigma}$  – общий расход топлива с учетом расхода на управление, мм<sup>3</sup>;

$\Delta P$  – допустимое колебание давления ( $\Delta P=5,0$  МПа);

$\beta$  – коэффициент сжимаемости, 1/МПа.

При цикловой подаче  $V_{ц}$  до 300 мм<sup>3</sup> (проверка на стенде форсунок с цикловой подачей до 300 мм<sup>3</sup>) общий расход топлива  $V_{\Sigma} \approx 2 \cdot V_{ц} = 600$  мм<sup>3</sup>.

Коэффициент сжимаемости при  $P = 60$  МПа (достигаемое на установке давление в топливном аккумуляторе) можно принять  $\beta = 5 \cdot 10^{-6}$  1/МПа .

$$V_{ак} = \frac{600}{5 \cdot 10^{-6} \cdot 5} = 240000 \text{ мм}^3 \text{ или } 240 \text{ мл.}$$

Объем аккумулятора можно определить по формуле:

$$V_{ак} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l, \quad (2)$$

С целью увеличения жесткости аккумулятора принимаем  $d=30$  мм, отсюда определяем длину:

$$l = \frac{4 \cdot V_{ак}}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 240000}{3,14 \cdot 30^2} = 339 \text{ мм};$$

Принимаем длину аккумулятора  $L=340$  мм.

Для определения внешнего диаметра и толщины стенки необходимо произвести расчет топливного аккумулятора на прочность. Для этого воспользуемся методикой расчета цилиндрической оболочки, находящейся под действием внутреннего давления.

По условию пластичности Мизеса:

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{pr}{\delta} \leq [\sigma], \quad (3)$$

где  $p$  – давление, МПа;  $r$  – внутренний радиус полого цилиндра, мм;  
 $\delta$  – толщина стенки, мм;  $[\sigma]$  – допускаемое напряжение, МПа.

Допускаемое напряжение определяется по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (4)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести материала, МПа;  $n$  – запас прочности (1,5...2).

Предел текучести для материала Сталь 08Х13 410 МПа. Запас прочности принимаем равным 2. Тогда допустимое напряжение будет равно:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = 205 \text{ МПа.}$$

Выражаем из неравенства толщину стенки и, подставив значения, получаем:

$$\delta \geq \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{pr}{[\sigma]}, \quad \delta \geq \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{180 \cdot 15}{205}, \quad \delta \geq 11,4 \text{ мм.}$$

Принимаем толщину стенки топливного аккумулятора равной  $\delta = 12$  мм. При этом внешний диаметр будет равен  $D = 54$  мм. Далее приведем расчет резьбы крепления к топливному аккумулятору на прочность. Материал деталей возьмем Сталь 45, для которой  $\sigma_T = 56$  МПа. Резьба датчика давления М16×1,25 с глубиной завинчивания  $H = 10$  мм. Основной вид разрушения крепежных резьб – срез витков. Условия прочности резьбы по напряжениям среза

$$\tau_в = \frac{F}{\pi d_1 H k k_t} \leq [\tau]_в \text{ для винта,} \quad (5)$$

$$\tau_г = \frac{F}{\pi d H k k_t} \leq [\tau]_г \text{ для гайки,} \quad (6)$$

где  $F$  – действующая сила, Н;  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы, мм;

$d$  – наружный диаметр, мм;  $k$  – коэффициент полноты резьбы, для треугольной резьбы  $k = 0,87$ ;  $k_t$  – коэффициент неравномерности нагрузки по виткам резьбы,  $k_t = 0,7$ ;  $[\tau]$  – допускаемое напряжение, МПа.

$$[\tau] = 0,8[\sigma], \quad (7)$$

$$[\tau]_2 = 0,8 \cdot 205 = 164 \text{ МПа};$$

$$[\tau]_6 = 0,8 \cdot \frac{560}{2} = 224 \text{ МПа}.$$

Штатный датчик давления имеет резьбу М16×1,25 с глубиной завинчивания  $H = 10$  мм, для резьбы М16 внутренний диаметр будет составлять  $d_1 = 13,835$  мм.

Проверим, выдержит ли заданное давление данное резьбовое соединение.

Усилие ( $F$ ) в (Н) определяем по формуле

$$F = p \cdot \pi \cdot r^2 \quad (8)$$

где  $p$  – давление в топливном аккумуляторе, Па.

$$F = 180 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,015^2 = 12717 \text{ Н}.$$

Подставляя значения в выражения получим

$$\tau_6 = \frac{12717}{\pi \cdot 13,835 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 0,7} \leq 224 \text{ Мпа.}; \quad \tau_6 = 48 \leq 224 \text{ МПа},$$

$$\tau_2 = \frac{12717}{\pi \cdot 16 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 0,7} \leq 164 \text{ Мпа.}; \quad \tau_2 = 41,5 \leq 164 \text{ МПа}.$$

Из расчетов следует, что такая резьба имеет 4-х кратный запас прочности.

Расчет ограничителя подачи будет аналогичный, так как диаметр и резьба совпадают. Проверим на срез резьбу болтов регулятора давления М6×1 с глубиной завинчивания  $H = 20$  мм, эта резьба будет иметь внутренний диаметр  $d_1 = 4,8$  мм. Материал болтов возьмем Сталь 45.

$$F = 180 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,015^2 = 12717 \text{ Н}.$$

$$\tau_6 = \frac{12717}{\pi \cdot 4,8 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 0,7} \leq 208 \text{ Мпа.}; \quad \tau_6 = 138,5 \leq 208 \text{ МПа},$$

$$\tau_2 = \frac{12717}{\pi \cdot 6 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 0,7} \leq 208 \text{ Мпа.}; \quad \tau_2 = 110,8 \leq 208 \text{ МПа}.$$

Расчет болтов регулятора давления показывает, что данное соединение будет иметь запас прочности почти в 2 раза. Рассчитаем резьбовое соединение на прочность крышки с аккумулятором. Материал крышки берем Сталь 45. Резьба крышки имеет размер М30×1,5, а внутренний диаметр будет  $d_1 = 27,8$  мм.

$$F = 180 \cdot 10^6 \cdot \pi \cdot 0,015^2 = 12717 \text{ Н}.$$

$$\tau_6 = \frac{12717}{\pi \cdot 30 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 0,7} \leq 208 \text{ Мпа.}; \quad \tau_6 = 22,1 \leq 208 \text{ МПа},$$

$$\tau_2 = \frac{12717}{\pi \cdot 27,8 \cdot 10 \cdot 0,87 \cdot 0,7} \leq 208 \text{ Мпа.}; \quad \tau_2 = 24 \leq 208 \text{ МПа}.$$

Как видно из расчетов условие прочности соблюдается.

*Принцип работы модернизированного стенда.* Алгоритм проверки механических форсунок: Испытываемая форсунка устанавливается на стенд, крепится на кронштейн и присоединяется к трубопроводу высокого давления. Подсоединяется сливной трубопровод низкого давления. Подключается электромагнитный клапан форсунки к блоку управления. Включается стенд, задается нужное, согласно тест-плану для данного типа форсунок, давление на мониторе. Проверяется подвижность иглы, гидроплотность по направляющей поверхности иглы, герметичность по запирающему конусу. Замеряется время падения давления. Проверяется визуально качество распыла топлива. Определяется давление начала впрыскивания и цикловая подача.

Алгоритм проверки электрогидроуправляемых форсунок: ЭГФ крепится к трубопроводу высокого давления и фиксируется в кронштейне. Через монитор запускается соответствующая программа испытания. Устанавливается, заданное согласно тест-плану, контролируется датчиком давления и выдается на монитор через блок управления. Стенд должен устанавливаться на горизонтальную плоскость находящуюся на высоте 1 м от поверхности «земли». Это обеспечит комфортную работу мастера-регулировщика. Максимально допустимое расстояние между носиком распылителя и приемной стеклянной емкостью стенда должно составлять 40 мм. Оно ограничивается выходом струй за пределы стеклянной приемной емкости стенда (распыливанием топлива в атмосферу). Минимальное же расстояние должно выбираться таким образом, чтобы обеспечить визуальный контроль за качеством распыливания. Для работы стенда необходимо питание от сети 220В. Основной деталью разработанного стенда является топливный аккумулятор. Был произведен расчет стенок аккумулятора на условия выдерживания давления в 200 МПа. К аккумулятору подсоединяется регулятор давления. Он удерживает постоянное давление в аккумуляторе, которое задано согласно тест-плану. Также к аккумулятору крепится датчик давления, штуцер от ТНВД для подвода топлива и аварийный ограничитель подачи давления. Сигнал с датчика давления поступает в блок управления, с блока сигнал идет на электромагнит регулятора давления.

### **Выводы**

Анализ существующих конструкций стендов для испытания форсунок, приведенный выше, показал что в настоящее время нет универсальных стендов, позволяющих проверить как простые, механические форсунки, так и электрогидроуправляемые форсунки для аккумуляторной системы типа CR. В этой связи был предложен универсальный стенд для испытания всех типов форсунок дизелей, позволяющий оценить основные показатели работы: - проверить качество распыла; - герметичность

запорного конуса; - гидроплотность направляющей части иглы распылителя; - давление начала впрыска и т.д.

#### References

1. Апатенко А.С., Быков В.В., Голубев И.Г., Голубев М.И., Евграфов В.А. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении. / Том Часть 2. Москва, 2018.
2. Андреев А.А., Апатенко А.С., Улюкина Е.А., Гусев С.С. Самоочищающийся фильтр./ Патент на полезную модель 205889 U1, 11.08.2021. Заявка № 2021113888 от 17.05.2021.
3. Гусев С.С., Боярский В.Н. Регенерация отработанных моторных и гидравлических масел при эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники./ Вестник ФГБОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2015. № 2. С. 76.
4. Карапетян М.А. Воздействие двигателей трактора на физические свойства почвы./ Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 7. С. 50-51.
5. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Абдулмажидов Х.А. Исследования рабочих органов элементов машин и технологического оборудования. /Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 36-38.
6. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ -21614./ Техника и технология. 2013. № 3. С. 15-18.
7. Тоигамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000г.
8. Rudyk N.V., Niyazbekova S.U., Yessymkhanova Z.K., Toigambayev S.K. Development and regulation of the digital economy in the context of competitiveness./ В сборнике: Cooperation and Sustainable Development. Conference proceedings. Cham, 2022. С. 167-174.

UDC 621.86. 621. 629.3; 669.54. 793

## **Toygambayev S.K. The technological process of processing parts by plastic deformation**

Технологический процесс обработки деталей пластическим деформированием

**Toygambayev S.K.**

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

Тойгамбаев С. К.

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

***Abstract.** Processing of a part by surface plastic deformation is based on the principle of local compression. Depending on the loading pattern of the surface layer of a part, the plasticity of the metal of a given layer has a different degree, one of the estimates of which can be the magnitude and sign of residual stresses. The article describes the technological process of processing a part by surface plastic deformation.*

***Keywords:** Cast iron; detail; technological process; repair; rolling; voltage; compression.*

***Аннотация.** Обработка детали поверхностным пластическим деформированием основана на принципе местного сжатия. В зависимости от схемы нагружения поверхностного слоя детали пластичность металла данного слоя имеет различную степень, одной из оценок которой может являться величина и знак остаточных напряжений. В статье приводится технологический процесс обработки детали поверхностным пластическим деформированием.*

***Ключевые слова:** чугун; деталь; технологический процесс; ремонт; раскатка; напряжение; сжатия.*

---

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

При обработке деталей методом ППД роликовыми раскатками или обкатками возникают сжимающие напряжения с максимумом на поверхности детали, рис. 1. В соответствии с теорией пластической деформации применительно к металлам, максимум остаточных напряжений сжатия возникает в области наиболее интенсивного пластического деформирования металла, поэтому для создания максимальных сжимающих напряжений на поверхности обрабатываемой детали требуется создать такую схему нагружения деформирующий инструмент-деталь, при которой наиболее интенсивное пластическое деформирование металла происходило на поверхности.



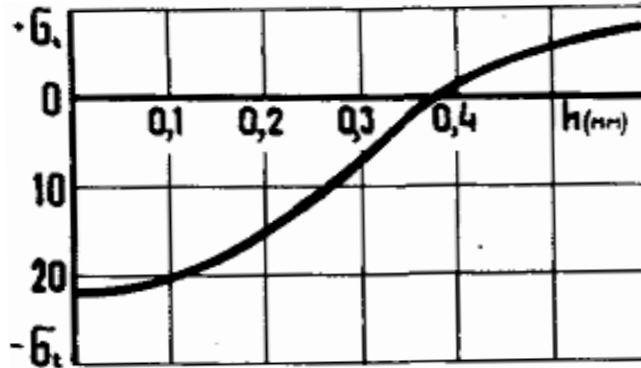


Рис. 1. Эпюры остаточных напряжений при обработке деталей многороликовой раскаткой

Согласно теории М.М. Кобрин, расположение максимума остаточных напряжений сжатия на поверхности детали возможно лишь в случае контактно-сдвиговой схемы деформирования слоя детали.

В настоящее время при обработке деталей поверхностным пластическим деформированием наибольшее предпочтение получили инструменты, у которых деформирующими элементами являются шарики или ролики (конические, цилиндрические, специальной формы).

В своих исследованиях М.М. Кобрин показал, что "шар в процессе сглаживания снижает сопротивление перемещению металла в поверхностном слое, в результате чего затруднительно получение контактно-сдвиговой схемы... При воздействии ролика возникают значительные сдвиговые усилия, вызывающие более глубокую деформацию микронеровностей и способствующие сравнительно лучшему выравниванию поверхности".

С учетом этого, ниже дается анализ только тех работ, в которых исследовались или применялись роликовые инструменты.

В работе А.С. Белашова исследованию подвергался серый чугун СЧ21 и частично чугуны СЧ15 и СЧ18. Изучая влияние усилия деформирования на пластичность микронеровностей чугуна, автор отмечал, что возникающая «...контактно-сдвиговая схема нагружения уменьшает межкристаллитные сдвиги зерен металла, увеличивая, в свою очередь, внутрикристаллическую деформацию. Появляющаяся объемная схема напряжений сжатия содействует закрытию внутренних пустот или изменению формы в благоприятном направлении; различного рода "ослабления", существующие в деформирующем слое металла (легкоплавкие включения, графит и т.д.) вытягиваются только в одном направлении и, тем самым, снижают свое вредное влияние на пластичность чугуна". Для обработки чугунных поверхностей А.С. Белашов отдает

предпочтение инструментам, в которых применяются ролики специальной формы (диски), использование которых возможно лишь при обработке отверстий диаметром свыше 200 мм. Работа по изучению характера напряженного состояния металла в поверхностном слое детали при обработке ее коническими роликами проведена Н.М. Денщиком. В своих исследованиях он показал, что при раскатывании отверстий под воздействием конических роликов в микронеровностях и поверхностных слоях стенок детали возникают напряжения, которые можно охарактеризовать как:

1. Радиально-сжимающие напряжения, образующиеся в результате нормального давления роликов на металл.

2. Окружные (тангенциальные) растягивающие напряжения, направленные по касательной к окружности радиуса детали.

Эти напряжения возникают вследствие того, что кольцевые слои металла, облегающие ролики раскатки за счет упругости стенок цилиндра, в процессе раскатывания растягиваются.

3. Осевые сжимающие напряжения, возникающие в результате противодействия деформации соседних участков металла.

Следовательно, напряженное состояние элементарного объема металла, находящегося в зоне деформации раскатываемого цилиндра будет характеризоваться наличием 2-х напряжений сжатия и одного напряжения растяжения, что приводит к пластическому деформированию металла на определенную глубину.

Проводились исследования о влиянии различного напряженного состояния чугуна на его пластичность с учетом микроструктуры чугуна. Эксперименты проводились на чугуне СЧ21, имевшего три структуры: перлитную, ферритно-перлитную и ферритную. На графике рис. 2 представлено изменение пластичности чугуна при всестороннем неравномерном сжатии. Степень деформации чугуна доходит до 30...40%. Рассмотрение одновременно нескольких структур чугуна позволило автору прийти к выводу, что:

а) независимо от микроструктуры чугуна способен пластически деформироваться;  
б) пластические свойства чугуна не зависят от структуры графитовой фазы, хотя интенсивность его пластической деформации увеличивается при уменьшении размеров графитовых включений.

Одной из объективных оценок способности чугуна пластически деформироваться может служить изменение чистоты сглаживаемой поверхности детали. На рис. 3 (исследования Я.Д. Колкера) представлен график зависимости приложенного усилия деформирования и чистоты сглаживаемой поверхности серого чугуна СЧ21, имевшего

ферритную, ферритно-перлитную и перлитную структуры, при раскатывании роликами.

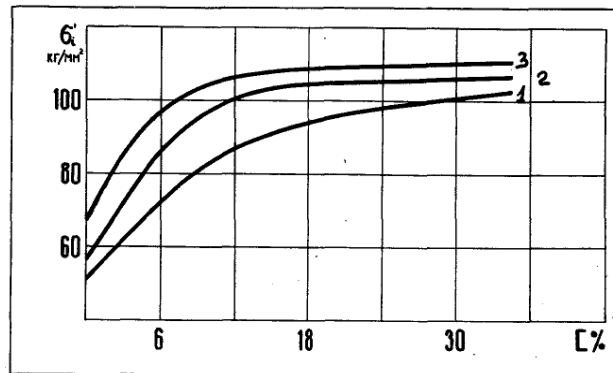


Рис. 2. Степень деформации чугуна различной структуры при ППД  
1. перлитная структура, 2. перлитно-ферритная структура  
3. ферритная структура

Как видно из графика, чистота поверхности детали с увеличением прикладываемого усилия деформирования улучшается до соответствующего "критического" значения усилия, превышение которого ведет к ее ухудшению и даже шелушению металла поверхностного слоя. На рис. 4 представлена аналогичная зависимость для стали 45 с целью сравнения.

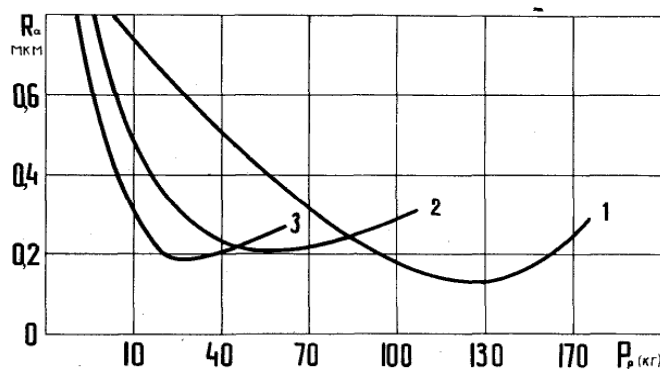


Рис. 3. Зависимость чистоты поверхности от радиального усилия деформирования  
1. перлитная структура 2. перлитно-ферритная структура  
3. ферритная структура

Из этих двух графиков, а также анализа ряда других работ можно заключить, что:  
а) чистота поверхности чугуна при раскатывании улучшается до  $R_a 0,15...0,2$  мкм, т.е. практически как у стальных деталей;

б) усилие деформирования для получения одного и того же класса чистоты при сглаживании чугуна меньше, чем при раскатывании стали;

в) соотношение между величиной усилия, вызывающей шелушение металла

поверхностного слоя и "критическим" усилием (в точке перегиба кривой чистоты) для чугуна во много раз меньше, чем для стали. Это объясняется "малым запасом пластичности поверхностных слоев у чугуна" и, как результат этого, "большая чувствительность чугуна к перенаклепу".

Другой объективной оценкой способности чугуна пластически деформироваться при обработке его раскатыванием может служить изменение прочностных характеристик обрабатываемой поверхности.

Одной из таких характеристик является микротвердость поверхностного слоя детали. Наиболее полно вопрос об изменении микротвердости чугуновых деталей, раскатанных коническими роликами, изучался в работах А.В. Румянцева, М.М. Сабурова и В.Г. Мартинсона.

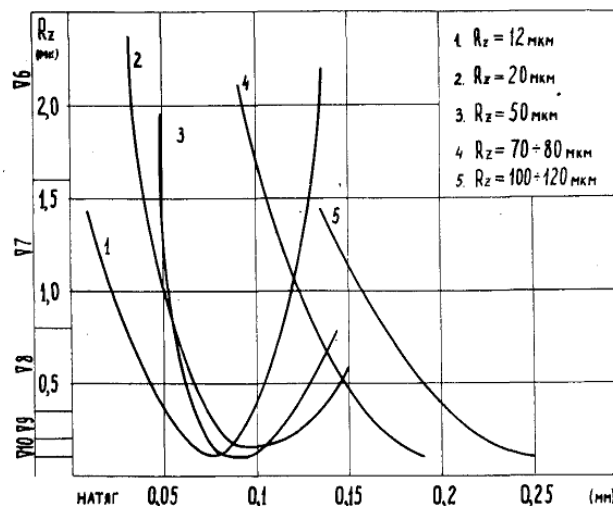


Рис. 4. Зависимость чистоты поверхности от усилия деформирования (натяга) для стали 45

В первой работе исследования проводились на перлитных серых чугунах СЧ18 и СЧ21, Металлическая основа чугуна СЧ18 состояла из мелкопластинчатого перлита, а СЧ21 - из мелко- пластинчатого перлита и до 10% фосфидной эвтектики. Графитные включения исследуемых чугунов представляли пластинчатую форму средней завихренности, с длиной пластинок 10...150 мкм. Раскатывание осуществлялось роликами диаметром 3...13,5 мм.

Результаты экспериментов дали основание автору сделать следующие выводы:

а) при раскатывании чугуна роликовым инструментом за счет пластической деформации микронеровностей и нижележащих слоев металла, происходит упрочение поверхности обрабатываемой детали;

б) повышение микротвердости после раскатывания наблюдается значительно глубже

от поверхности, чем визуально замеченные изменения в микроструктуре;

в) микротвердость поверхностного слоя возрастает в среднем на 18...27%. Наибольшее упрочнение наблюдается у чугунов, графитовые включения которых имеют меньшую длину, более обособлены и завихрены;

г) толщина упрочненного слоя зависит от диаметра роликов в раскатке. С увеличением диаметра роликов от 3 до 13,5 мм глубина распространения повышенной микротвердости увеличивается с 0,05 до 0,20 мм.

Во второй работе обработке подвергался чугун СЧ21 с повышенным содержанием кремния (2,3%). Раскатывание велось при натягах от 0,05 до 0,15 мм. Микротвердость измерялась по одной структурной составляющей - тонко пластинчатому перлиту. Результаты экспериментов приведены на рис. 5.

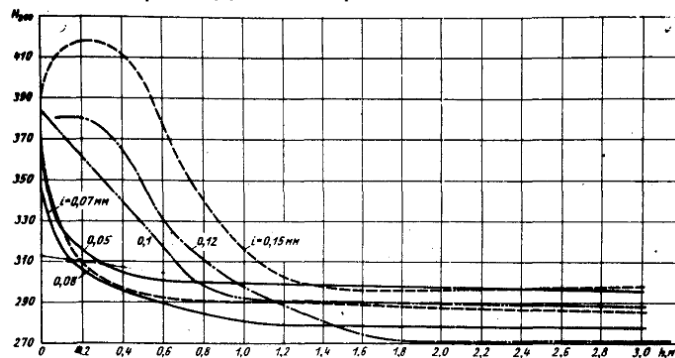


Рис. 5. Изменение микротвердости раскатанного чугуна от натяга

Из графика видно, что при натягах от 0,05 до 0,08 мм повышенная твердость сохраняется до глубины 0,14...0,15 мм. При этом снижение микротвердости происходит довольно резко. При натягах 0,1...0,12 мм повышенная микротвердость наблюдается глубиной до 0,4...0,6 мм и снижение ее происходит более плавно. При раскатывании с натягом 0,15 мм максимальная твердость имеет место на глубине 0,1...0,4 мм. Общие выводы по данной работе совпадают с выводами А.В. Румянцева.

#### Выводы:

В целом, по результатам анализа рассмотренных выше всех вопросов, можно сделать следующие выводы:

1. Металл поверхностного слоя чугунной детали способен пластически деформироваться при воздействии на него внешних сил по соответствующей схеме нагружения.
2. Одной из таких схем нагружения металла является контактно-сдвиговая схема, которая обеспечивает пластическое деформирование металла на поверхности детали.
3. При создании контактно-сдвиговой схемы нагружения металла поверхностного

слоя чугуна детали пластичность данного, слоя практически не зависит от микроструктуры чугуна.

4. Пластические свойства чугуна не зависят от графитовой фазы в основании чугуна, хотя интенсивность его пластической деформации увеличивается при уменьшении размеров графитовых включений,

5. За счет пластической деформации поверхностного слоя детали происходит повышение ее эксплуатационных характеристик.

## References

1. Апатенко А.С., Быков В.В., Голубев И.Г., Голубев М.И., Евграфов В.А. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении. / Том Часть 2. Москва, 2018.

2. Мочунова Н.А., Карапетян М.А. Вопросы оптимизации производственных процессов в ремонтном производстве сельскохозяйственного парка. / Международный технико-экономический журнал. -М.; 2017. № 6. 101-106с.

3. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Абдулмажидов Х.А. Исследования износа рабочих элементов машин и технологического оборудования./ Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 36-38.

4. Коваленко В.П., Лесной К.Я., Гусев С.С., Леонов И.Н. Использование ПГС – полимеров для очистки жидкостей в сельскохозяйственном производстве./ Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2003. № 1. С. 10.

5. Рыбаков К.В., Дидманидзе О.Н. Автотранспортные процессы и системы: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям 311300 «Механизация сельского хозяйства» и 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство». М.: ООО «УМЦ Триада», 2004. 128 с.

6. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000г.

7. Тойгамбаев С.К. Технология производства транспортных и технологических машин природообустройства./ Учебник / Москва. 2020. 484с.

8. Rudyk N.V., Niyazbekova S.U., Yessymkhanova Z.K., Toigambayev S.K. Development and regulation of the digital economy in the context of competitiveness./ В сборнике: Cooperation and Sustainable Development. Conference proceedings. Cham, 2022. С. 167-174.

UDC 621.86. 621. 629.3; 669.54. 793

## **Toygambayev S.K., Evgrafov V.A. Selection of structural and diagnostic parameters of the electrohydraulic nozzle**

Выбор структурных и диагностических параметров электрогидравлической форсунки

**Toygambayev S.K.**

The scientific supervisor is, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Service of Machinery and Equipment. K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University, Moscow, Russia.

**Evgrafov V.A.,**

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

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

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

***Abstract.** Due to the current requirements for the quality of operation of fuel equipment elements, the criteria for evaluating the quality of diesel injectors have become significantly tougher. If earlier the simplest devices (such as a reference nozzle with a tee or a maximeter) were used to check the injectors, now it is necessary to use special devices of domestic or foreign production. This article presents a scheme of influence on the diagnostic parameters of the nozzle*

***Keywords:** nozzle; precision coupling; shut-off valve; pressure sensor; tightness; hydraulic tightness; sprayer.*

***Аннотация.** Из-за сложившихся на сегодняшний день требований к качеству работы элементов топливной аппаратуры существенно жестче стали критерии оценки качества работы дизельных форсунок. Если раньше для проверки форсунок использовались простейшие приспособления (типа эталонной форсунки с тройником или максиметр), то теперь необходимо применять специальные приборы отечественного или зарубежного производства. В данной статье представлены схема воздействия на диагностические параметры форсунки*

***Ключевые слова:** форсунка; прецизионное сопряжение; запорный клапан; датчик давления; герметичность; гидронеплотность; распылитель.*

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

Для выявления всех конструктивных и эксплуатационных факторов, влияющих на рабочий процесс форсунки была произведена ее полная разборка и проанализирована каждая ее деталь-назначение, принцип работы и рабочие поверхности. Например, управляющий поршень (шток) форсунки управляет процессом открытия и закрытия иглы распылителя. По ходу работы форсунки, когда запорный клапан находится в закрытом положении, давление топлива в надплунжерной полости воздействует на

верхний торец поршня, а его нижний конец при этом, упираясь в хвостовик иглы распылителя, препятствует впрыскиванию топлива через распыливающие отверстия. При открытии клапана надплунжерная полость разгружается и воздействием давления топлива в подыгольной полости распылителя происходит подъем иглы распылителя и, соответственно, впрыск топлива. Структурными параметрами, определяющими рабочий процесс управляющего поршня, являются прецизионное сопряжение “плунжер-клапан”, характеризуется гидроплотностью, обеспечивающей стабильность высокого давления в надплунжерной полости, и длина управляющего поршня, определяющая объем надплунжерной полости. Аналогичным образом были рассмотрены другие детали. За структурные параметры были приняты те, которые самопроизвольно изменяются в процессе эксплуатации или корректируются путем регулировки при техническом обслуживании топливной системы. Например, гидроплотность плунжера (уменьшается из-за износа) или ход якоря (регулируется при помощи дистанционных шайб).

К диагностическим параметрам были отнесены показатели, которые возможно измерить без разборки форсунки. Например, давление у входного штуцера (измеряется при помощи датчика давления) или цикловая подача (оценивается стенда). Поэлементный анализ форсунки фирмы Bosch позволил описать 21 структурных и 6 диагностических параметров (рисунок 1)

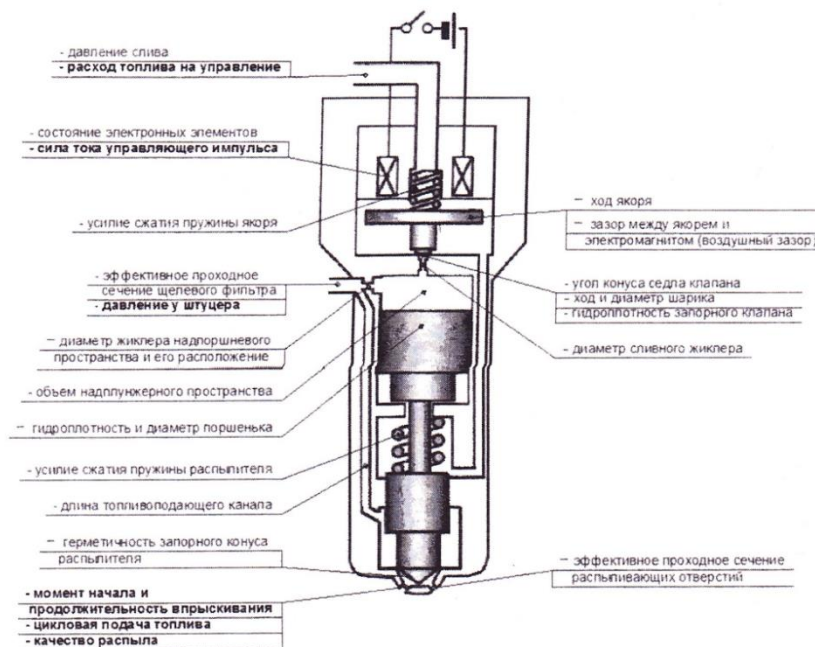


Рис.1. Структурные и диагностические (жирный шрифт) параметры электрогидравлической форсунки

Были установлены способы оценки состояния каждого из структурных параметров



– они могут быть определены непосредственно на двигателе (V), на стендах (X) или после разборки (O), соответственно, при этом рассматривалось, необходим ли при этом демонтаж и монтаж инжектора (W) или можно обойтись без данных операций (T). Изменение каждого из структурных параметров возможно производить путем замены деталей (З), их восстановления (В) или соответствующей регулировкой (Р).

Оценку влияния изменения каждого из структурных параметров форсунки на ее диагностические показатели рекомендуется осуществлять в соответствии со схемой, показанной на рисунке 2. Анализ полученной схемы показал, что воздействовать на диагностические параметры форсунки легче всего через изменение структурных параметров запорного клапана, т.к. параметры его работы в большей мере определяют расход на управление, цикловую подачу, продолжительность впрыскивания и другие диагностические показатели, большинство из которых проверяется при дефектовке форсунок по заводской технологии.

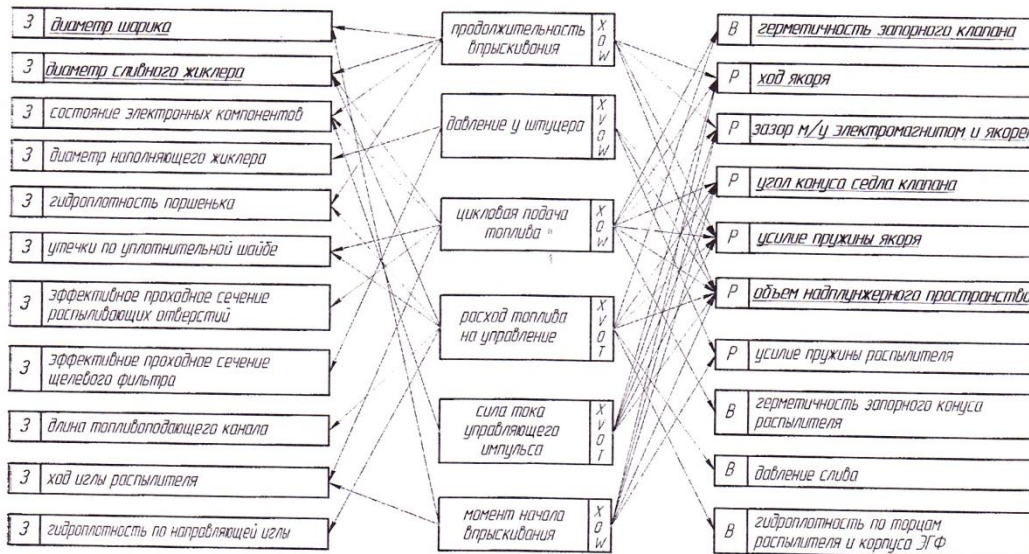


Рис. 2. Взаимовлияние диагностических (показаны в центре) и структурных (по краям) параметров (жирным шрифтом выделены параметры, относящиеся к запорному клапану)

### Технология ремонта форсунок топливной системы Common Rail

005 Очистка: Наружные поверхности форсунки в сборе промывают в ванне типа ПИМ-640.160 моющим раствором МС-37 или дизельным топливом по ГОСТ 305. Во избежание попадания загрязнений во внутренние полости форсунки запрещается снимать защитные детали.

Очистка прецизионных деталей проводится в ультразвуковых ваннах типа УЗВ, с

последующей промывкой в бензине по ГОСТ 2084, обдувкой сжатым воздухом и смазкой профильтрованным дизельным топливом.

Допускается очистка от нагароотложений запирающего конуса иглы распылителя щеткой из латунной проволоки, запирающего конуса корпуса распылителя и топливоподводящих каналов – чистиками, а распыливающих отверстий соплового наконечника распылителя – стальной проволокой соответствующего диаметра с последующей промывкой в бензине и смазыванием, профильтрованным дизельным топливом.

010 Разборка: Форсунку разбирают на специальном приспособлении или в тисках с губками из мягкого металла, соблюдая конструктивную технологическую последовательность. В случае заедания иглы в корпусе распылителя ее хвостовик зажимают в тисках с губками из мягкого металла и, поворачивая корпус распылителя, извлекают иглу. Корпус распылителя и игла составляют прецизионную пару. Не допускается раскомплектовка корпуса распылителя с иглой.

015 Дефектация: Не подлежат техническому обслуживанию и направляются в ремонт форсунки, имеющие следующие дефекты:

- кольцевую выработку на торцевой поверхности корпуса форсунки;
- поломку установочных штифтов;
- трещины, сколы и обломы любого размера и расположения;
- смятие и срыв более двух витков резьбы гаек распылителя, пружины, колпака и штуцера;
- риски на торцевой поверхности;
- цвета побежалости и коррозию на прецизионных поверхностях корпуса и иглы распылителя.

Карта дефектации распылителя форсунки приведена в Приложении 3.

020 Восстановление подвижности иглы: Подвижность иглы в корпусе распылителя восстанавливается нанесением, притирочной пасты АСМ-1/0 НОМ по ГОСТ 25593 на направляющие поверхности с последующей совместной притиркой иглы в корпусе распылителя. После промывки распылителя в бензине и смазки профильтрованным дизельным топливом проверяется плавность перемещения иглы в корпусе распылителя. Игла, выдвинутая из корпуса распылителя на 1/3 длины ее рабочей цилиндрической поверхности, должна плавно и безостановочно опускаться до упора под воздействием собственной массы при любом угле поворота вокруг своей оси относительно корпуса распылителя, установленного под углом 45° к вертикали. Местные сопротивления, препятствующие свободному перемещению иглы, не допускаются.

025 Сборка: Сборку форсунки начинается с установки распылителя. Резьбовые соединения затягивают динамометрическим ключом. Момент затяжки колпачка фиксатора 45 Нм. По окончании затяжки гайки распылителя проверяется легкость хода иглы. При встряхивании форсунки должны быть слышны удары иглы о корпус распылителя.

030 Испытание и регулирование: При контрольных испытаниях форсунок, проверяют: давление начала впрыскивания топлива; подвижность иглы распылителя; качество распыливания топлива; герметичность по запирающему конусу распылителя; герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого и низкого давления форсунки; пропускная способность форсунки.

Проверка давления начала впрыскивания топлива. Давление начала впрыскивания – давление топлива, необходимое для поднятия иглы распылителя. Давление начала впрыскивания определяется визуально по манометру прибора при нагнетании топлива в форсунку в момент впрыскивания. Момент максимального отклонения стрелки манометра и (или) максимального значения на дисплее в цифровой форме соответствует давлению начала впрыскивания топлива. Величина давления начала впрыскивания топлива форсунками должна соответствовать значению 50 МПа в диапазоне частоты импульсов 10 Гц и длительности импульсов 2,5 мс.

Проверка подвижности иглы распылителя. Подвижность иглы распылителя – свойство иглы распылителя при впрыскивании топлива перемещаться в корпусе распылителя без прихватывания и заеданий. Подвижность иглы проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на номинальное значение давления начала впрыскивания, при плавном движении рукоятки прибора и частоте впрыскиваний 30-40 в мин-1. Впрыскивание топлива должно сопровождаться четким прерывистым звуком, характерным для соответствующего конструктивного исполнения распылителя при органолептическом способе оценки. Условиями, обеспечивающими появление звука, является отсутствие повышенного трения или прихватывания иглы в корпусе распылителя.

Проверка качества распыливания топлива. Основными параметрами, оценивающими качество распыливания топлива, являются: дисперсность распыливания, равномерность распределения частиц по поперечному сечению струи топлива (факелу распыленного топлива); угол рассеивания струи (факела) топлива (для штифтовых распылителей); направление струй топлива из распыливающих отверстий носика распылителя (для бесштифтовых распылителей). Основной принцип ухудшения качества распыливания топлива является зависание, т.е. потеря подвижности иглы (закрытый распылитель в этом случае работает как открытый, что приводит к плохому

распыливанию топлива, особенно при низких частотах вращения коленчатого вала двигателя и нагрузках). На качество распыливания топлива влияет также и герметичность распылителя по запирающему конусу корпуса распылителя. Качество распыливания топлива проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на номинальное значение давления начала впрыскивания, при плавном движении рукоятки прибора и частоте впрыскиваний 60-80 в мин-1 и определяется по конусу рассеиваний струй топлива. Топливо, выходящее из распыливающих отверстий носика распылителя, должно быть при визуальном наблюдении в туманообразном состоянии, без заметных отдельных капель, сплошных струек, легко различимых местных сгущений и равномерно распределяться по сечению струи в виде конусного факела (рис. 3). Конус распыленного топлива должен находиться в пределах 10-20°. Начало и конец впрыскивания должны быть четкими. Для штифтовых распылителей допускается видимость стержня струи топлива.

Проверка герметичности по запирающему конусу распылителя. Герметичность по запирающему конусу распылителя проверяется прокачиванием топлива через форсунку, отрегулированную на давление 35 МПа, при плавном движении рукоятки прибора и определяется визуально по состоянию носика распылителя. Герметичность форсунки считается удовлетворительной, если в течение 15 с проверка на торце корпуса распылителя не наблюдается подтекания топлива. Допускается увлажнение носика распылителя без появления капли.

Проверка герметичности уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого давления форсунки. Герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости высокого давления проверяется одновременно с проверкой герметичности по запирающему конусу распылителя. Течи и увлажнения не допускаются.

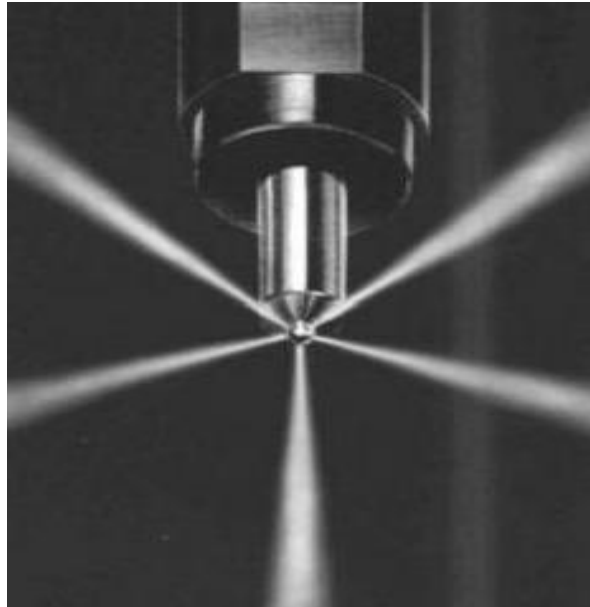


Рис. 3. Форма факела распыла топлива

Проверка герметичности уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости низкого давления форсунки. Герметичность уплотнений, соединений и наружных поверхностей полости низкого давления форсунки, погруженной в ванну с дизельным топливом, проверяется опрессовкой воздухом под давлением 10 МПа. Не допускается пропуск воздуха в течение 10 с. Допускается не проверять у форсунок с регулировочными шайбами герметичность полости низкого давления.

Проверка пропускной способности форсунки. Пропускная способность проверяется прокачкой топлива через форсунку секций стендового (контрольного) топливного насоса высокого давления с топливопроводом высокого давления при частоте вращения и подаче топлива, установленных в технических условиях или рабочих чертежах на форсунку.

Пропускная способность форсунки оценивается по значению цикловой подачи  $q$  в мм<sup>3</sup>/цикл (г/цикл). По результатам полученных значений форсунки комплектуются по пропускной способности на группы.

### **Выводы**

Поэлементный анализ форсунки позволил описать их структурные и диагностические параметры. К диагностическим параметрам были отнесены показатели, которые возможно измерить без разборки форсунки.

## References

1. Апатенко А.С., Быков В.В., Голубев И.Г., Голубев М.И., Евграфов В.А. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном сопровождении. / Том Часть 2. Москва, 2018.
2. Андреев А.А., Апатенко А.С., Улюкина Е.А., Гусев С.С. Самоочищающийся фильтр./ Патент на полезную модель 205889 U1, 11.08.2021. Заявка № 2021113888 от 17.05.2021.
3. Гусев С.С., Боярский В.Н. Регенерация отработанных моторных и гидравлических масел при эксплуатации автотракторной и сельскохозяйственной техники./ Вестник ФГБОУ ВПО "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". 2015. № 2. С. 76.
4. Карапетян М.А. Воздействие движителей трактора на физические свойства почвы./ Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 7. С. 50-51.
5. Орлов Б.Н., Карапетян М.А., Абдулмажидов Х.А. Исследования рабочих органов элементов машин и технологического оборудования. /Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 36-38.
6. Тойгамбаев С.К. Повышение долговечности деталей сельскохозяйственных и мелиоративных машин при применении процесса термоциклической диффузионной металлизации./ Диссертация на соискание ученой степени кан-дидата технических наук / Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. Москва, 2000г.
7. Тойгамбаев С.К. Совершенствование моечной машины ОМ -21614./ Техника и технология. 2013. № 3. С. 15-18.
8. Rudyk N.V., Niyazbekova S.U., Yessymkhanova Z.K., Toigambayev S.K. Development and regulation of the digital economy in the context of competitiveness./ В сборнике: Cooperation and Sustainable Development. Conference proceedings. Cham, 2022. С. 167-174.

## CONCLUSION

In conclusion, the diversity of articles presented in the second part of our fourth 2024 issue highlights the interdisciplinary nature of modern scientific research and its indispensable role in shaping a sustainable, technologically advanced future. The contributions of respected researchers from diverse fields not only enrich our understanding of complex phenomena, but also pave the way for innovative solutions to pressing global problems. As we delve into the intricacies of these studies, it is clear that the spirit of inquiry and commitment to excellence continues to flourish in the pages of the International Journal of Professional Science.

We express our heartfelt gratitude to all the authors, reviewers and editorial team whose tireless efforts and dedication made this publication possible. As we look forward to the development of future research and its potential to transform our world, we invite our readers to delve into the articles in this issue, hoping that they will find both inspiration and practical knowledge within its pages. Together we are not just witnesses, but active participants in a remarkable journey of scientific discovery and innovation.

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

Electronic scientific editions

# International journal of Professional Science

international scientific journal  
№4(1)/2024

Please address for questions and comments for publication as well as suggestions  
for cooperation to e-mail address [mail@scipro.ru](mailto:mail@scipro.ru)



Format 60x84/16. Conventional printed  
sheets 3,6  
Circulation 100 copies  
Scientific public organization  
“Professional science”